



LEHRBUCH

Stephan Thesmann

Interface Design

Usability, User Experience
und Accessibility im Web gestalten

2. Auflage



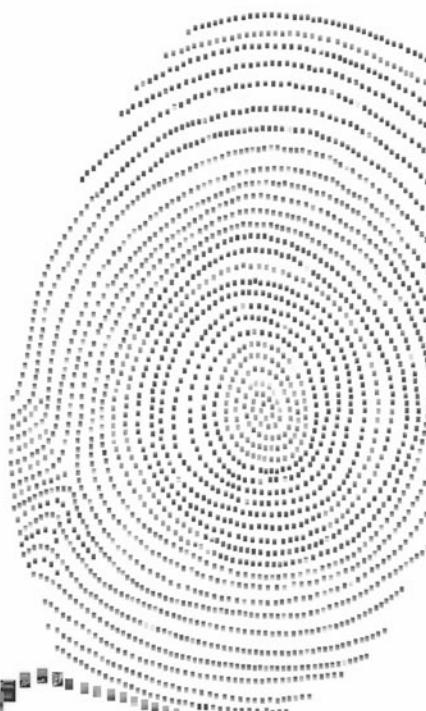
Springer Vieweg

Interface Design

Lizenz zum Wissen.

Sichern Sie sich umfassendes Technikwissen mit Sofortzugriff auf tausende Fachbücher und Fachzeitschriften aus den Bereichen: Automobiltechnik, Maschinenbau, Energie + Umwelt, E-Technik, Informatik + IT und Bauwesen.

Exklusiv für Leser von Springer-Fachbüchern: Testen Sie Springer für Professionals 30 Tage unverbindlich. Nutzen Sie dazu im Bestellverlauf Ihren persönlichen Aktionscode **C0005406** auf www.springerprofessional.de/buchaktion/



Jetzt
30 Tage
testen!

Springer für Professionals.
Digitale Fachbibliothek. Themen-Scout. Knowledge-Manager.

- ⌚ Zugriff auf tausende von Fachbüchern und Fachzeitschriften
- ⌚ Selektion, Komprimierung und Verknüpfung relevanter Themen durch Fachredaktionen
- ⌚ Tools zur persönlichen Wissensorganisation und Vernetzung

www.entschieden-intelligenter.de

Springer für Professionals

 Springer

Stephan Thesmann

Interface Design

Usability, User Experience und Accessibility
im Web gestalten

2., aktualisierte und erweiterte Auflage



Springer Vieweg

Stephan Thesmann
Hochschule Pforzheim
Pforzheim, Deutschland

ISBN 978-3-658-03856-4
DOI 10.1007/978-3-658-03857-1

ISBN 978-3-658-03857-1 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg
© Springer Fachmedien Wiesbaden 2010, 2016
Die 1. Auflage ist unter dem Titel „Einführung in das Design multimedialer Webanwendungen“ erschienen.
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.
Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Vorwort zur zweiten Auflage

Liebe Leserinnen und Leser,

herzlichen Dank für Ihre vielfältigen positiven Reaktionen auf die erste Auflage, aber auch für Ihre konstruktive Kritik, die mir geholfen hat, dieses Buch ein wenig besser zu machen.

Die fast sprichwörtliche Evolutionsgeschwindigkeit der Digitalbranche zeigt sich besonders deutlich dort, wo Informationstechnologie auf den privaten Endkunden trifft: in der Unterhaltungselektronik (etwa bei Smartphones) und im Web.

Fast 80 % der Deutschen sind heute online. Im Schnitt verbringen sie täglich 42 Minuten mit Kommunikation, 28 Minuten mit Informationssuche, 27 Minuten mit Mediennutzung, 16 Minuten mit Spielen und 12 Minuten mit Transaktionen wie Einkaufen und Bankgeschäften. Mobile Geräte und Applikationen entwickeln sich dabei in vielen Bereichen zum primären Kommunikationskanal: Heute ist die Hälfte aller deutschen Onlinenutzer zumindest gelegentlich mobil im Netz unterwegs.

User Experience (UX) Design, User Interface (UI) Design bzw. Webdesign haben dadurch weiter an Bedeutung gewonnen. Ob Sie einen Webauftritt mit dem PC oder dem Smartphone besuchen – ein nahtloser Übergang und eine Benutzererfahrung mit hohem Wiedererkennungswert sind dank responsivem Webdesign zum Standard geworden. Die Konsequenzen für den Designer ziehen sich quer durch die Kapitel dieses Buches, vom Entwurf der Seitenstruktur bis zur Gestaltung von Navigations- und Medienelementen.

Deutlich mehr Raum nehmen in der zweiten Auflage auch Maßnahmen für Barrierefreiheit und das Umsetzen der BITV 2.0-Richtlinien in HTML (5) ein. Außerdem sind neuere Erkenntnisse in die Grundlagen der Suchmaschinenoptimierung eingeflossen, kleinere Fehler korrigiert, alle Weblinks im Buch aktualisiert und – wo es für das Verständnis wichtig ist – Abbildungen in Farbe gedruckt.

Ich wünsche Ihnen eine kurzweilige und informative Lektüre.

Ihr Stephan Thesmann

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Websites und Webapplikationen	4
1.2 Erfolgsfaktoren	5
1.3 Softwareentwicklung in Web-Projekten	7
1.3.1 Web-Projekte	7
1.3.2 Softwareentwicklungsmodell für Web-Projekte.....	9
Literatur	12
2 Menschliche Informationsverarbeitung	13
2.1 Wahrnehmung	15
2.1.1 Visuelle Wahrnehmung	15
2.1.2 Auditiv Wahrnehmung.....	20
2.2 Aktivierung	23
2.3 Entscheidungsprozesse	27
2.3.1 Informationsbedarf	27
2.3.2 Informationsbeschaffung.....	29
2.3.3 Informationsaufnahme.....	30
2.3.4 Informationsverarbeitung	31
2.3.5 Informationsspeicherung.....	36
2.3.6 Informationsweitergabe.....	38
2.4 Linkverzeichnis.....	38
Literatur	38
3 Barrierefreiheit	43
3.1 Einschränkungen.....	45
3.1.1 Visuelle Wahrnehmung	46
3.1.2 Auditiv Wahrnehmung.....	48
3.1.3 Sprache	49
3.1.4 Motorische Störungen	49
3.1.5 Kognitive Störungen.....	52

3.2 Gesetze und Regelwerke	52
3.2.1 Web Accessibility Initiative.....	52
3.2.2 Barrierefreie Informationstechnikverordnung.....	54
3.3 Prinzip 1: Wahrnehmbarkeit	55
3.3.1 Anforderung 1.1: Text-Alternativen.....	55
3.3.2 Anforderung 1.2: Zeitbasierte Medien	59
3.3.3 Anforderung 1.3: Anpassbarkeit	67
3.3.4 Anforderung 1.4: Unterscheidbarkeit.....	77
3.4 Prinzip 2: Bedienbarkeit	85
3.4.1 Anforderung 2.1: Zugänglichkeit per Tastatur	85
3.4.2 Anforderung 2.2: Bereitstellung ausreichender Zeit	87
3.4.3 Anforderung 2.3: Vermeidung von Anfällen.....	92
3.4.4 Anforderung 2.4: Navigierbarkeit	93
3.5 Prinzip 3: Verständlichkeit.....	102
3.5.1 Anforderung 3.1: Lesbarkeit	103
3.5.2 Anforderung 3.2: Vorhersehbarkeit.....	107
3.5.3 Anforderung 3.3: Hilfestellung bei der Eingabe	111
3.6 Prinzip 4: Robustheit.....	116
3.6.1 Anforderung 4.1: Kompatibilität.....	117
3.7 Linkverzeichnis.....	123
Literatur	125
4 Suchmaschinenoptimierung	127
4.1 Suchmaschinen	131
4.1.1 Funktionsweise.....	132
4.1.2 Ranking	139
4.2 Maßnahmen.....	143
4.2.1 Schlüsselwörter	145
4.2.2 Onpage-Optimierung.....	148
4.2.3 Offpage-Optimierung	160
4.3 Monitoring	163
4.3.1 Server-Monitoring	163
4.3.2 Rank-Monitoring	164
4.3.3 User-Agent-Monitoring.....	165
4.4 Löschung der Seite aus Suchmaschinen	172
4.5 Linkverzeichnis.....	172
Literatur	173
5 Voruntersuchung (Exposé)	177
5.1 Zieldefinition.....	178
5.2 Grundidee	178

5.3	Nutzungskontext	179
5.3.1	Zielgruppendefinition	179
5.3.2	Personas.....	182
5.4	Rahmenbedingungen.....	184
5.4.1	Annahmen	184
5.4.2	Bedarfs- und Marktanalyse	185
5.4.3	Zeitraster.....	187
5.4.4	Organisation	187
5.4.5	Team	187
5.4.6	Technische Umgebungen.....	188
5.4.7	Conditiones sine qua non	188
5.5	Aufwand- und Nutzenschätzung.....	188
5.6	Fazit.....	190
5.7	Linkverzeichnis.....	190
	Literatur	191
6	Grobkonzeption (Rohdrehbuch).....	193
6.1	Phasenorganisation.....	194
6.2	Qualitätssicherung.....	197
6.2.1	Systemergonomie	198
6.2.2	Qualitätssicherungsmaßnahmen.....	200
6.3	Redaktion	201
6.3.1	Bestimmung möglicher Inhalte	201
6.3.2	Auswahl und Strukturierung des Inhalts	207
6.3.3	Informationsbeschaffung.....	210
6.3.4	Informationsverwaltung	222
6.4	Entwurf der Bildschirmstruktur	224
6.4.1	Gestaltgesetze.....	225
6.4.2	Nutzererwartungen	237
6.4.3	Blickverlauf	241
6.4.4	Wireframes	247
6.5	Entwurf der Navigationspfade	264
6.6	Datenvolumen	265
6.7	Vorkalkulation.....	266
6.8	Fazit	269
6.9	Linkverzeichnis.....	270
	Literatur	273
7	Feinkonzeption (Drehbuch).....	275
7.1	Integrative Sicht	276
7.2	Design der Mensch-Computer-Dialoge	280
7.2.1	Aufgabenangemessenheit.....	281
7.2.2	Selbstbeschreibungsfähigkeit	283

7.2.3	Erwartungskonformität.....	285
7.2.4	Lernförderlichkeit.....	287
7.2.5	Steuerbarkeit.....	289
7.2.6	Fehlertoleranz.....	291
7.2.7	Individualisierbarkeit.....	293
7.3	Interaktionsdiagramm	295
7.4	Design der Benutzeroberfläche (Styleguide)	297
7.4.1	Farben.....	299
7.4.2	Formen.....	319
7.4.3	Texte	330
7.4.4	Bilder.....	346
7.4.5	Audio	352
7.4.6	Video	357
7.4.7	Animation.....	359
7.4.8	Werbung	361
7.4.9	Blogs.....	367
7.4.10	Interaktion	370
7.4.11	Orientierung.....	377
7.4.12	Navigation	388
7.4.13	Meldungen.....	404
7.4.14	Hilfe.....	408
7.4.15	Anbieterkennzeichnung.....	410
7.5	Auswahl von Content-Management-Systemen und Frameworks	413
7.6	Machbarkeitsanalyse	418
7.7	Projektmanagement.....	418
7.8	Fazit	419
7.9	Linkverzeichnis.....	421
	Literatur	424
8	Medienobjekte	429
8.1	Texte.....	432
8.1.1	TXT	434
8.1.2	RTF	434
8.1.3	T _E X/LaT _E X.....	434
8.1.4	Proprietäre Textformate.....	435
8.2	Bilder	435
8.2.1	Vektorgrafik	435
8.2.2	Pixelgrafik	436
8.2.3	SVG	438
8.2.4	Canvas	439
8.2.5	NETPBM.....	440
8.2.6	BMP/DIB	441
8.2.7	TIFF.....	442

8.2.8	GIF	444
8.2.9	PNG	446
8.2.10	JFIF.....	448
8.3	Audio	450
8.3.1	WAV	455
8.3.2	MIDI.....	457
8.3.3	MP3	458
8.3.4	MP3Pro.....	459
8.3.5	AAC.....	460
8.3.6	WMA.....	462
8.3.7	Ogg Vorbis.....	462
8.3.8	Opus	463
8.4	Videos	464
8.4.1	AVI	465
8.4.2	ASF/WMV	467
8.4.3	QT/MOV	468
8.4.4	Ogg Theora.....	469
8.4.5	MK	470
8.5	Animationen.....	471
8.5.1	SWF.....	471
8.5.2	SMIL	473
8.6	Dokumentenbeschreibung.....	473
8.6.1	(E)PS	474
8.6.2	PDF.....	474
8.7	Kompressionsverfahren.....	475
8.7.1	Anpassung der Analog/Digital-Wandlung	477
8.7.2	Datenkompressionsverfahren	477
8.8	Werkzeuge.....	512
8.8.1	Texte	513
8.8.2	Bilder	513
8.8.3	Audio	515
8.8.4	Video	516
8.8.5	Animation.....	517
8.9	Linkverzeichnis.....	517
	Literatur	521
	Sachwortverzeichnis	527

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Ontologisches Designdiagramm.....	2
Abb. 1.2	Berücksichtigung der Fähigkeiten des Benutzers.....	3
Abb. 1.3	Kaufentscheidungen in den Phasen der Informationsverarbeitung	6
Abb. 1.4	Morvilles User Experience Honeycomb.....	9
Abb. 1.5	Kernphasen bei der Entwicklung des Benutzererlebnisses.....	11
Abb. 2.1	Das S-O-R-Schema der Werbewirkungsforschung	14
Abb. 2.2	Aufbau des Auges.....	16
Abb. 2.3	Aufbau der Retina.....	17
Abb. 2.4	Das Gesichtsfeld	18
Abb. 2.5	Lateralisierung des menschlichen Hirns.....	19
Abb. 2.6	Aufbau des Ohrs	21
Abb. 2.7	Beispiel einer Eingangsseite	23
Abb. 2.8	Gedächtnisleistung bei Wörtern und Bildern	25
Abb. 2.9	Die Struktur eines mentalen Schemas	32
Abb. 2.10	Optimale Informationsmenge	35
Abb. 2.11	Schematische Darstellung der Gedächtnsstufen.....	37
Abb. 3.1	Braillezeile	48
Abb. 3.2	Klein- und Großfeldtastatur	50
Abb. 3.3	Integramouse.....	50
Abb. 3.4	Kommerzielle BCI	51
Abb. 3.5	Beispiel für einen BITV-konformen Alternativ-Tag	56
Abb. 3.6	Beispiel für fehlerhafte Belegung des Alternativ-Tags.....	57
Abb. 3.7	Anzeige einer Website mit Bilddarstellung	57
Abb. 3.8	Anzeige einer Website ohne Bilddarstellung	58
Abb. 3.9	Anzeige einer Website ohne Bilddarstellung mit korrekten alt-Tags	58
Abb. 3.10	Beispiel für den Einsatz von Grafiken zur Positionierung in HTML	59
Abb. 3.11	Beispiel für die Ergänzung von aufgezeichneten Videos mit alternativen Darstellungsformen.....	60
Abb. 3.12	Beispiel für die Änderung von Schriftfarbe und -gestaltung von aktivierten Links	61

Abb. 3.13	Beispiel für zusätzliche Audio-Beschreibung.....	62
Abb. 3.14	Beispiel für die Ergänzung von aufgezeichneten Videos mit Untertiteln.....	63
Abb. 3.15	Beispiel für das Einbinden von Untertiteln in HTML5	63
Abb. 3.16	Beispiel für das Einbinden einer Volltext-Alternative in HTML.....	64
Abb. 3.17	Beispiel für die Ergänzung von Live-Videos mit Untertiteln	64
Abb. 3.18	Beispiel für die Ergänzung von Videos mit alternativen Darstellungsformen (hier: Gebärdensprache).....	65
Abb. 3.19	Beispiel für die Ergänzung von aufgezeichneten Videos mit Untertiteln.....	66
Abb. 3.20	Ausschnitt aus einer CSS-Datei.....	68
Abb. 3.21	CSS in HTML einbinden	69
Abb. 3.22	Abilden der Seitenstruktur in HTML5	71
Abb. 3.23	Zitate in HTML.....	72
Abb. 3.24	Tabellenaufbau in HTML	73
Abb. 3.25	Anzeige der Beispieltabelle im Browser (MS Internet Explorer).....	73
Abb. 3.26	Beispiel für Aufbau und Anzeige eins Formularelements.....	74
Abb. 3.27	Anzeige des Beispiels zur logischen Zuordnung von Beschriftungen zu Kontrollelementen in HTML	74
Abb. 3.28	Logische Zuordnung von Beschriftungen zu Kontrollelementen in HTML	75
Abb. 3.29	Anzeige farbiger Schaltflächen mit und ohne Farbdarstellung.....	77
Abb. 3.30	Anzeige einer Tabelle mit und ohne Farbdarstellung	78
Abb. 3.31	Anzeige einer BITV-konformen Tabelle mit und ohne Farbdarstellung	78
Abb. 3.32	Anzeige eines Diagramms mit und ohne Farbdarstellung	78
Abb. 3.33	Anzeige einer BITV-konformen Diagramms mit und ohne Farbdarstellung.....	79
Abb. 3.34	Anzeige von Webseiten bei geringerer Bildschirmauflösung mit relativen (links) und absoluten Werten (rechts).....	81
Abb. 3.35	Beispiel für eine automatische Aktualisierung in HTML.....	89
Abb. 3.36	AV-Steuерpanel (Miniplayer-Ansicht des MS Media Players)	91
Abb. 3.37	Beschreibung des Inhalts von Frames in HTML	95
Abb. 3.38	Festlegen der Fokus-Reihenfolge mit dem tabindex-Attribut.....	97
Abb. 3.39	Beschreibung von Ziel und Zweck eines Links mit dem Attribut aria-label.....	98
Abb. 3.40	Imagemap mit redundanten Textlinks.....	99
Abb. 3.41	Beispiel einer einfachen Breadcrumb-Navigation	101
Abb. 3.42	Sprachauszeichnungen in XHTML mit dem Attribut xml:lang	103
Abb. 3.43	Inline-Definition mit dem Attribut dfn	104
Abb. 3.44	Definition von Abkürzungen in HTML	105
Abb. 3.45	Definition von Akronymen in HTML.....	105
Abb. 3.46	Definition der Aussprache mit dem Attribut ruby	107

Abb. 3.47 Auswahl von Handlungsalternativen mit select und submit.....	109
Abb. 3.48 Statisches HTML	118
Abb. 3.49 Dynamisches HTML (DHTML).....	118
Abb. 3.50 Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)	119
Abb. 3.51 Anzeige einer Adobe Flash-Navigation ohne erforderliches Plug-in....	120
Abb. 3.52 Beispiel für das Referenzieren einer DTD.....	121
Abb. 3.53 Beispiel für Verstöße gegen die Syntax der Markup-Sprache	121
Abb. 4.1 Goldenes Dreieck der Blickkontakte auf einer SERP	129
Abb. 4.2 Effekte neuer Elemente einer SERP auf Blickkontakte.....	130
Abb. 4.3 Suchmaschinen-Nutzungsverhalten in Deutschland.....	131
Abb. 4.4 Google AnmeldeMaske für Websites.....	133
Abb. 4.5 Schematischer Aufbau einer Suchmaschine	133
Abb. 4.6 Berechnung der relativen Worthäufigkeit	140
Abb. 4.7 Berechnung der inversen Dokumentenhäufigkeit	140
Abb. 4.8 Beispiel zur Vererbung des PageRanks.....	141
Abb. 4.9 Verweisstruktur auf Web.de	143
Abb. 4.10 Beispiel für Domainnamen	150
Abb. 4.11 Beispiel einer Breadcrumb-Navigation	151
Abb. 4.12 Beispiel eines nicht geschlossenen Links	152
Abb. 4.13 Beispiel eines fehlerhaften Inhalts im Link	153
Abb. 4.14 Beispiel einer Zugriffskontrolle für Crawler nach SRE per Datei „robots.txt“	154
Abb. 4.15 Obligatorische Meta-Tags in HTML (Zeichensatz und Sprache).....	156
Abb. 4.16 Angabe mehrsprachiger Keywords mit dem Attribut <lang>.....	157
Abb. 4.17 Beispiel Spuren eines Crawlerbesuchs in einer Logdatei	167
Abb. 5.1 Beispiel für eine Zieldefinition	178
Abb. 5.2 Beispiel für eine Grundidee	178
Abb. 5.3 Sinus Milieus in Deutschland 2015	180
Abb. 5.4 Installationshinweis und seine Wahrnehmung durch eine Persona	183
Abb. 5.5 Überarbeiteter Installationshinweis	184
Abb. 5.6 Empathy Map.....	185
Abb. 5.7 Beispiel für Deutschland Shop-Personas der eResult GmbH.....	186
Abb. 6.1 Visualisierungselemente der MPM.....	195
Abb. 6.2 Schritt 3 der MPM: Visualisieren des Projektablaufs	195
Abb. 6.3 Schritt 4 der MPM: Vorwärtsterminieren zum Ermitteln der frühesten Beginnzeitpunkte	196
Abb. 6.4 Schritt 5 der MPM: Rückwärtsterminieren zum Ermitteln der spätesten Beginnzeitpunkte	196
Abb. 6.5 Schritt 6 der MPM: Berechnung der Puffer und des Kritischen Pfads.....	197
Abb. 6.6 Notationselemente im Mind-Map.....	203
Abb. 6.7 Beispiel einer Mind-Map.....	203

Abb. 6.8	Notationselemente des Themenbaums	209
Abb. 6.9	Beispiel eines Themenbaums (Ausschnitt).....	210
Abb. 6.10	Suche nach ähnlichen Seiten bei der Recherche mit Google.....	211
Abb. 6.11	Berücksichtigung von Lizenztypen bei der Recherche.....	213
Abb. 6.12	Beispiel für die Suche im Inhalt von SVG-Dateien.....	218
Abb. 6.13	Gesetz der Ähnlichkeit.....	226
Abb. 6.14	Gesetz der Ähnlichkeit bei Verweisen	226
Abb. 6.15	Gesetz der Ähnlichkeit beim Shopping-Cart-Button.....	227
Abb. 6.16	Gesetz der Nähe	228
Abb. 6.17	Gesetz der Nähe: richtig (links) und falsch (rechts)	228
Abb. 6.18	Gesetz der Geschlossenheit: richtig (links) und falsch (rechts).....	229
Abb. 6.19	Gesetz der Geschlossenheit mit subjektiven Konturlinien	229
Abb. 6.20	Gesetz der Geschlossenheit bei Portalen am Beispiel Web.de	230
Abb. 6.21	Gesetz der Kontinuität	231
Abb. 6.22	Gesetz der Kontinuität: richtig (links) und falsch (rechts).....	231
Abb. 6.23	Gesetz des gemeinsamen Schicksals	232
Abb. 6.24	Beispiele zum Gesetz der Erfahrung	233
Abb. 6.25	Gesetz der Prägnanz.....	234
Abb. 6.26	Gesetz der Prägnanz am Beispiel von Introseiten	234
Abb. 6.27	Gesetz der Prägnanz: richtig (links) und falsch (rechts).....	235
Abb. 6.28	Gesetz der Symmetrie.....	235
Abb. 6.29	Beispiel einer symmetrischen Webseite	236
Abb. 6.30	Beispiel einer asymmetrischen Webseite.....	237
Abb. 6.31	Zusammenfassende Darstellung der Erwartungen zur Positionierung von Bildschirmelementen (USA 2001).....	238
Abb. 6.32	Blickreihenfolge und Prioritätszonen	242
Abb. 6.33	Beispiel eines F-Shaped Patterns	243
Abb. 6.34	Blickverlauf beim Herumstöbern (links) und Suchen (rechts) auf bildlastigen Webseiten.....	244
Abb. 6.35	Steuerung des Blickverlaufs durch Eye-Catcher	246
Abb. 6.36	Anzahl der Blickkontakte beim Herumstöbern und Suchen.....	247
Abb. 6.37	Blickverlauf in zwei- und dreispaltigen Webportalen	248
Abb. 6.38	Erwartungsgerechte Anordnung von Bildschirmelementen	249
Abb. 6.39	Motiv-orientiertes Wireframe und Webseite.....	249
Abb. 6.40	Entwicklung der Marktanteile in den Geräteklassen	250
Abb. 6.41	Tägliche mobile Internetnutzung 2015 nach Alter	251
Abb. 6.42	Seitenabrufe im Tagesverlauf nach Geräten	252
Abb. 6.43	Silo-Struktur am Beispiel einer Website über Computer.....	253
Abb. 6.44	Bildschirmraster für unterschiedliche Geräteklassen	255
Abb. 6.45	Einstellungen für unterschiedliche Bildschirmbreiten mit @media.....	256
Abb. 6.46	Einstellen der Breite des viewports auf die horizontale Bildschirmauflösung in HTML (oben) und CSS (unten)	257

Abb. 6.47	Einstellen der Breite des viewports auf einen absoluten Wert in HTML (oben) und CSS (unten)	257
Abb. 6.48	Einstellen der initialen Skalierung des viewports mit einem Faktor in HTML (oben) und CSS (unten).....	258
Abb. 6.49	Einstellen der initialen Skalierung des viewports mit einem relativen Wert in HTML (oben) und CSS (unten)	258
Abb. 6.50	Einstellen des minimal und maximal erlaubten Zooms des viewports in HTML (oben) und CSS (unten) mit einem Faktor	258
Abb. 6.51	Einstellen des minimal und maximal erlaubten Zooms des viewports in HTML (oben) und CSS (unten) mit einer Prozentangabe	258
Abb. 6.52	Unterbinden, dass der Benutzer den Zoom des viewports verändert in HTML (oben) und CSS (unten).....	258
Abb. 6.53	Berechnung des Goldenen Schnitts	259
Abb. 6.54	Anwendung des Goldenen Schnitts auf Strecken	260
Abb. 6.55	Anwendung des Goldenen Schnitts auf Rechtecke und die Uhrzeit	260
Abb. 6.56	Beispiel für Raster-orientiertes Wireframe und Webseite	261
Abb. 6.57	Berechnung der Spaltenbreite bei komplexen Gittern	261
Abb. 6.58	Entwurf eines strukturierten Wireframes und Website	262
Abb. 6.59	Entwurf eines spielerischen Wireframes und Website.....	262
Abb. 6.60	Entwurfselemente eines Mockup-Tools für Android-Apps	263
Abb. 6.61	Beispiel eines Überblicksdiagramms (Ausschnitt)	264
Abb. 6.62	Zusammenspiel der Kernelemente eines Rohdrehbuchs	269
Abb. 7.1	Beispiel für Videoscribbles (Ausschnitte)	277
Abb. 7.2	Beispiel für eine Storyboard-Seite.....	278
Abb. 7.3	Storyboard Quick	279
Abb. 7.4	Aufgabenangemessenheit am Beispiel der Korrektur von E-Mails.....	282
Abb. 7.5	Aufgabenangemessenheit am Beispiel Löschen von E-Mails	283
Abb. 7.6	Selbstbeschreibungsfähigkeit am Beispiel Antworten auf E-Mails.....	284
Abb. 7.7	Selbstbeschreibungsfähigkeit am Beispiel Eintragen einer E-Mail-Adresse	284
Abb. 7.8	Selbstbeschreibungsfähigkeit am Beispiel eines Registrierungsformulars.....	285
Abb. 7.9	Erwartungskonformität am Beispiel der Bedeutung von Symbolen.....	286
Abb. 7.10	Erwartungskonformität am Beispiel Verfassen neuer E-Mails	287
Abb. 7.11	Lernförderlichkeit am Beispiel der Verfügbarkeit zentraler Funktionen	288
Abb. 7.12	Lernförderlichkeit am Beispiel Wiederherstellen von E-Mails	288
Abb. 7.13	Steuerbarkeit am Beispiel der Fenstertechnik	289
Abb. 7.14	Steuerbarkeit am Beispiel Anlegen eines Kontaktes	290
Abb. 7.15	Steuerbarkeit am Beispiel der Unterbrechung und Wiederaufnahme.....	290
Abb. 7.16	Fehlertoleranz am Beispiel der Speicherungsanfrage bei Entwürfen.....	291
Abb. 7.17	Fehlertoleranz am Beispiel differenzierter Fehlermeldungen.....	292
Abb. 7.18	Fehlertoleranz am Beispiel gezielter Fehlerkorrektur	293

Abb. 7.19	Individualisierbarkeit am Beispiel allgemeiner E-Mail-Präferenzen	294
Abb. 7.20	Individualisierbarkeit am Beispiel E-Mail-Software	294
Abb. 7.21	Symbole in Flussdiagrammen.....	296
Abb. 7.22	Beispiel eines Interaktionsdiagramms (Ausschnitt)	296
Abb. 7.23	Beispiel eines Styleguides (Ausschnitt).....	298
Abb. 7.24	Additives (links) und subtraktives (rechts) Farbsystem.....	300
Abb. 7.25	Farbkreis nach Goethe (links) und Itten (rechts)	302
Abb. 7.26	Küppers Basisschema der Farbenlehre	303
Abb. 7.27	Farbe-an-sich-Kontrast	304
Abb. 7.28	Simultankontrast	305
Abb. 7.29	Quantitäts-Kontrast.....	305
Abb. 7.30	Sukzessiv-Kontrast.....	306
Abb. 7.31	Farbe und Aktivierungsgrad	308
Abb. 7.32	Beispiele zur synästhetischen Farbwirkung.....	309
Abb. 7.33	Beispiele für internationale Popularität von Autofarben bei Neuzulassungen	310
Abb. 7.34	Beispiele für Farbsymbolik.....	312
Abb. 7.35	Farbbedeutung bei Verkehrsampeln (links), Äpfeln (Mitte) und Flüssigkeiten (rechts).....	313
Abb. 7.36	Kalt-Warm-Kontrast.....	315
Abb. 7.37	Qualitätskontrast	315
Abb. 7.38	Hell-Dunkel-Kontrast	316
Abb. 7.39	Komplementär-Kontrast.....	316
Abb. 7.40	Quantitäts-Kontrast	316
Abb. 7.41	Beispiele für Farbkombinationen im Farbkreis nach Itten	317
Abb. 7.42	Erkennen einer Gestalt.....	320
Abb. 7.43	Optische und geometrische Mitte	320
Abb. 7.44	Beispiel für die Richtung von Objekten durch Verjüngung.....	321
Abb. 7.45	Beispiel für die Richtung von Objekten durch Ansichtswahl.....	321
Abb. 7.46	Beispiel für Bewegung durch Asymmetrie (2. v. links) und progressive Anordnung (rechts).....	321
Abb. 7.47	Erkennen von Figuren durch Kontrast	323
Abb. 7.48	Necker Würfel.....	323
Abb. 7.49	Optische Täuschungen von Münsterberg (links) und Escher (rechts)....	324
Abb. 7.50	Heringsche Täuschung.....	325
Abb. 7.51	Ponzo-Täuschung (links) und Müller-Lydersche Täuschung (rechts)....	325
Abb. 7.52	Titchenersche Täuschung.....	326
Abb. 7.53	Bewegungstäuschung von Kitaoka	326
Abb. 7.54	Kippbild „Rubinsche Vase“ (links) und Vexierbild Hollarscher „Landschafts-Kopf“ (rechts)	327
Abb. 7.55	Inhaltliche Bedeutung geometrischer Grundformen.....	328
Abb. 7.56	Kontextabhängige Interpretation geometrischer Grundformen	328

Abb. 7.57 Beispiele für das Erzeugen räumlicher Eindrücke.....	329
Abb. 7.58 Aufbereitung von Text als Hypertext.....	330
Abb. 7.59 Beispiele für Textstruktur: richtig und falsch	334
Abb. 7.60 F-/E-Kurve	334
Abb. 7.61 Textbeispiel mit zu großem Wortabstand	336
Abb. 7.62 Textbeispiel mit zu kleinem Wortabstand.....	336
Abb. 7.63 Text mit Schriftgrundlinie.....	336
Abb. 7.64 Text ohne Schriftgrundlinie	336
Abb. 7.65 Text mit Großbuchstaben.....	337
Abb. 7.66 Text mit Groß- und Kleinschreibung	337
Abb. 7.67 Ziffernarten	337
Abb. 7.68 Beispiele mit und ohne Serifen.....	338
Abb. 7.69 Schriftwirkung am Beispiel des Wortes „Liebe“.....	340
Abb. 7.70 Wirkung von Schriftschnitten	342
Abb. 7.71 Beispiele zum Platzbedarf unterschiedlicher Schriftarten	343
Abb. 7.72 Textbeispiel mit zu großem Buchstabenabstand.....	343
Abb. 7.73 Textbeispiel mit zu kleinem Buchstabenabstand	343
Abb. 7.74 Farbkombinationen für Hintergrund und Vordergrund	345
Abb. 7.75 Text-/Hintergrundkombinationen.....	346
Abb. 7.76 Wettervorhersage in Bild (links) und Text (rechts).....	347
Abb. 7.77 Beispiel für emotionales Bild	347
Abb. 7.78 Beispiel für optischen Schlüsselreiz	348
Abb. 7.79 Beispiel für die Anwendung der Drittelregel.....	351
Abb. 7.80 Beispiel für die Anwendung von Hochformat und Diagonale für den Ausdruck von Dynamik	352
Abb. 7.81 Beispiel für akustische Hinführung zu Hotspots	353
Abb. 7.82 Internetvideo 1998 (links) und 2016 (rechts)	358
Abb. 7.83 Beispiel für den Einsatz von Animationen bei der Produktkonfiguration	360
Abb. 7.84 Beispiel für Trackback, Blogroll und Permalink	368
Abb. 7.85 Beispiel für mangelnde Unterstützung der Browserfunktionen	371
Abb. 7.87 Beispiel für Standardreihenfolge für Buttons beim Speichern	372
Abb. 7.86 Beispiel für Buttons	372
Abb. 7.88 Beispiel für Radiobuttons (links) und Checkboxen (rechts).....	373
Abb. 7.89 Beispiel für Selectboxen	373
Abb. 7.90 Beispiel für Schieberegler mit positivem (links) und um Null zentriertem Wertebereich (rechts).....	374
Abb. 7.91 Komplexe Interaktionselemente am Beispiel Google Earth	374
Abb. 7.92 Rechtsbündige Beschriftung von Formularfeldern	376
Abb. 7.93 Beispiel für Kommentarfeld	376
Abb. 7.94 Beispiel für den Einsatz eines CAPTCHA	377
Abb. 7.95 Beispiel für Orientierung auf der Startseite	379

Abb. 7.96 Beispiel für den Einsatz einer Moderatorin	380
Abb. 7.97 Beispiele für Forschrittsindikatoren.....	380
Abb. 7.98 Beispiel für thematische Farbkodierung.....	382
Abb. 7.99 Beispiele für bildliche Metaphern	383
Abb. 7.100 Beispiel für Tag Cloud.....	384
Abb. 7.101 Beispiel für Gruppierungen („Chunks“).....	385
Abb. 7.102 Einsatz einer Matrix für den Produktvergleich.....	386
Abb. 7.103 Beispiel für einfache Volltextsuche	387
Abb. 7.104 Beispiel für erweiterte Volltextsuche.....	387
Abb. 7.105 Beispiel für Deskriptorensuche.....	388
Abb. 7.106 Beispiele für den Einsatz von Hotwords in Navigationshierarchien	390
Abb. 7.107 Icon „Recycle Bin“ in Windows 95, Windows XP und Windows 8 (von links nach rechts).....	391
Abb. 7.108 Beispiele für unterschiedlich interpretierbare Symbole.....	392
Abb. 7.109 Beispiel für Hotspots auf einer Webseite.....	392
Abb. 7.110 Karteikartennavigation am Beispiel GMX (oben) und HS Pforzheim (unten)	393
Abb. 7.111 Beispiel des Einsatzes der Reiternavigation zur Filterung von Tag Clouds.....	393
Abb. 7.112 Beispiel für eine Slidernavigation (links) und eines Off-Canvas Layouts (rechts)	394
Abb. 7.113 Beispiel für eine Kachelnavigation.....	395
Abb. 7.114 Beispiel für einen Navigationsbaum.....	396
Abb. 7.115 Pull-Down-Menü (links) und Pop-Up-Menü (rechts)	397
Abb. 7.116 Beispiel für ein Tortenmenü	397
Abb. 7.117 Beispiel für Navigationsmenü in der PC-/Tablet-Ansicht	398
Abb. 7.118 Beispiel für einblendbare, einstufige Kopf-Navigation (links) und mehrstufige Fuß-Navigation (rechts) in der Smartphone-Ansicht.....	399
Abb. 7.119 Beispiel einer Klickpfadnavigation.....	399
Abb. 7.120 Ergonomische Tastenbelegung: richtig (links) und falsch (rechts).....	401
Abb. 7.121 Einsatz einer hierarchisch strukturierten Liste als Sitemap	402
Abb. 7.122 Beispiel für Client-seitige Lesezeichen	403
Abb. 7.123 Beispiele für Social Bookmarks (V. l. n. r.: Delicoius, Digg, Facebook, Pinterest, Reddit, StumbleUpon und Twitter)	403
Abb. 7.124 Statusmeldungen am Beispiel GoWebTop (oben) und MS Windows (unten).....	404
Abb. 7.125 Beispiel für nicht zielgruppengerecht formulierte Fehlermeldung.....	405
Abb. 7.126 Beispiel für Hinweis auf Warten auf Benutzeraktion	406
Abb. 7.127 Beispiel für Statusinformation während Prozessen	406
Abb. 7.128 Beispiel für Rückmeldung auf eine erfolgreiche Benutzeraktion (links) und Fehlermeldung (rechts)	407

Abb. 7.129 Beispiel für den Einsatz von Symbolen zur Signalisierung der Hinweisklasse: Fehler, Warnung, Hinweis und Hilfethema (von links nach rechts).....	407
Abb. 7.130 Beispiel für Selbstbeschreibungsfähigkeit durch Bewegung.....	409
Abb. 7.131 Beispiel für das Abschalten von Meldungen	409
Abb. 7.132 Beispiel für präventive Hilfe.....	410
Abb. 7.133 Beispiel für aktive Hilfe in MS Windows 8.1.....	410
Abb. 7.134 Beispiel für mobile Webanwendungen	415
Abb. 7.135 Aufbau hybrider Apps	417
Abb. 7.136 Zusammenspiel der Kernelemente eines Drehbuchs	420
Abb. 8.1 Funktionale Darstellung des Dateiformates.....	430
Abb. 8.2 Beispiel einer Vektorgrafik	436
Abb. 8.3 Beispiel einer Rastergrafik.....	437
Abb. 8.4 Farbkreise mit unterschiedlicher Farbtiefe	438
Abb. 8.5 Beschreibung analoger (Schall)-Wellen	450
Abb. 8.6 Ablauf der Digitalisierung von Audiodaten.....	451
Abb. 8.7 Auswirkung von Samplingraten auf Qualität und Datenmenge	452
Abb. 8.8 Hörqualität vom verlustbehafteten Mehrkanal-Audio-Codecs	456
Abb. 8.9 Struktur von IFF/RIFF-Dateien	457
Abb. 8.10 Struktur von MP3-Dateien.....	458
Abb. 8.11 Dateistruktur einer AVI-Datei.....	466
Abb. 8.12 Das Movie-Atom in Apple Quicktime.....	469
Abb. 8.13 Logo der Hochschule Pforzheim	481
Abb. 8.14 Ermittlung der Häufigkeiten für die Zeichen.....	483
Abb. 8.15 Zusammenfassen der Symbole zu Knoten im Binärbaum.....	483
Abb. 8.16 Weiteres Zusammenfassen der Symbole zu Knoten im Binärbaum.....	483
Abb. 8.17 Zusammenfassen der Knoten im Binärbaum.....	483
Abb. 8.18 Der fertige Binärbaum	484
Abb. 8.19 Zuweisen der Bits zu den Ästen des Binärbaums.....	484
Abb. 8.20 Kodierung der Ausgangsdaten.....	485
Abb. 8.21 Ablaufdiagramm der LZW-Kodierung	487
Abb. 8.22 Ausschnitt aus einem LZW Wörterbuch	487
Abb. 8.23 Transformation eines RGB-Bildes am Beispiel des Lab-Farbraums.....	489
Abb. 8.24 Downsampling (4:2:0)	490
Abb. 8.25 Zentrieren der Elemente eines Datenblocks um den Wert Null.....	491
Abb. 8.26 Diskrete Kosinustransformation eines Sub-Images	491
Abb. 8.27 Quantisierung eines Sub-Images	492
Abb. 8.28 Vorbereitung der Entropiekodierung mit dem Zickzack-Verfahren.....	493
Abb. 8.29 Beispiel eines differenzcodierten PCM-Signals	495
Abb. 8.30 Ruhe- und Mithörschwelle	498
Abb. 8.31 Zeitliche Maskierung eines Audiosignals.....	499
Abb. 8.32 MPEG-2 Audio Layer 3 Encoder	502

Abb. 8.33	Kodierungsbeispiel zur Maskierung im MPEG-Audio.....	503
Abb. 8.34	I-, P- und B-Bilder	504
Abb. 8.35	Group of Pictures (GOP)	504
Abb. 8.36	Anzeige- und codierreihenfolge einer GOP.....	505
Abb. 8.37	Bewegungskompensation mit Makroblöcken.....	506
Abb. 8.38	Beispiel für Medienobjekte.....	507

Tabellenverzeichnis

Tab. 6.1	Beispieldaten für die Planung der Projektphasen (Ergebnis von Schritt 1 u. 2)	194
Tab. 6.2	Lizenztypen der Creative Commons.....	215
Tab. 6.3	Vergleich der Suchoptionen für Nachrichten.....	216
Tab. 6.4	Vergleich der Suchoptionen für Bilder	219
Tab. 6.5	Vergleich der Suchoptionen für Video.....	221
Tab. 6.6	Häufig genutzte Onlineanwendungen 2015.....	251
Tab. 6.7	Beispiel für die Ermittlung der Anzahl der Seiten pro Wireframe	265
Tab. 6.8	Beispiel für die Schätzung des Datenvolumens einer Template-Instanz.....	266
Tab. 6.9	Beispiel für die Schätzung von Konzeptionssaufwand und -kosten	267
Tab. 6.10	Beispiel für die Schätzung von Lizenzkosten für Assets.....	267
Tab. 6.11	Beispiel für die Schätzung von Bearbeitungsaufwand und -kosten für einen Assettyp	267
Tab. 7.1	Ausgewählte Beispiele kulturell geprägter Farbbe bedeutung	314
Tab. 7.2	Maße der wichtigsten Standardwerbeformen für Desktop/Notebook	363
Tab. 7.3	Maße der wichtigsten Standardwerbeformen für Tablet/Smartphone	365
Tab. 7.4	Beispiele für erwartungskonforme Tastenkombinationen	400
Tab. 7.5	Erwartungskonforme Fingergesten am Beispiel von Android.....	402
Tab. 7.6	Zeitliche Toleranzgrenzen für Rückmeldungen.....	404
Tab. 8.1	Vergleich der Textformate.....	433
Tab. 8.2	Übersicht der vorgestellten Pixelgrafikformate	439
Tab. 8.3	Typische Samplingraten von Audiodaten und ihre Anwendungsgebiete.....	453
Tab. 8.4	Kompressionsraten der Layer des MPEG Audio.....	459
Tab. 8.5	Überblick der Videoformate	466
Tab. 8.6	Unkomprimierte Datenraten gebräuchlicher Audio-/Videosignale	476
Tab. 8.7	Kapazitäten und Datenübertragungsraten ausgewählter Speichermedien.....	477
Tab. 8.8	Datenübertragungsraten ausgewählter Netze.....	478

Tab. 8.9	Klassifikation der Datenkompressionsverfahren	480
Tab. 8.10	Häufigkeit von Buchstaben in der US-amerikanischen Verfassung	482
Tab. 8.12	Typische Kompressionsraten für Video	507
Tab. 8.13	Überblick der Profile in MPEG2	508
Tab. 8.14	Überblick der Level in MPEG2	509
Tab. 8.15	Anwendungen der Profile und Level in MPEG2	509

Abkürzungsverzeichnis

A/V	Audio/Video
AAC	Advanced Audio Coding
ADC	Analog-Digital-Converter
ADPCM	Adaptive DPCM
ADSL	Asymmetrical Digital Subscriber Line
AIFF	Audio Interchange File Format
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
ALAC	Apple Lossless Audio Codec
APNG	Animated Portable Network Graphics
ARIA	Accessible Rich Internet Applications
ASCII	American Standard Code for the Information Interchange
ASF	Advanced Systems Format
ASP	Active Server Pages
ASP	Advanced Simple Profile
ASP	Application Service Provider
ATAG	Authoring Tool Accessibility Guidelines
AU	NeXT/Sun Format Audio File Format
AVC	Advanced Video Coding
AVI	Audio Video Interleave
AVO	Audio-Visual Object
B2C	Business-to-Consumer
BCI	Brain-Computer-Interface
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BGG	Behindertengleichstellungsgesetz
BIC	Bank Identifier Code
BildscharbV	Bildschirmarbeitsverordnung
BITV	Barrierefreie Informationstechnikverordnung
BMP	Bitmap

CAPTCHA	Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart
CC	Creative Commons
CMS	Content Management System
CPM	Critical Path Method
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSS	Cascading Style Sheets
CYMK	Cyan, Magenta, Yellow, Black; Cyan-Magenta-Yellow-Black
DAC	Digital Analog Converter
dB	Dezibel
DCT	Discrete Cosinus Transformation
DDB	Device Dependent Bitmap
DHTML	Dynamisches HTML
DIB	Device Independent Bitmap
DNS	Domain Name System
DOM	Document Object Model
DPCM	Differentielle PCM
DRM	Digitales Rechtemanagement
DSL	Digital Subscriber Line
DSP	Digital Sound Processor
DTD	Document Type Definiton
DTS	Digital Theater Systems
DVD	Digital Versatile Disc
DWT	Discrete Wavelet Transformation
EAX	Environmental Audio Extensions
EBML	Extensible Binary Meta Language
EPS	Encapsulated PostScript
EU	Europäische Union
FDL	Free Documentation License
FLAC	Free Lossless Audio Codec
FLV	Flash Video
FTP	File Transfer Protocol
GEMA	Gesellschaft für musikalische Aufführungs- und mechanische Vervielfältigungsrechte
GIF	Graphics Interchange Format
GMC	Global Motion Compensation
GOP	Groups Of Pictures
GOV	Group Of VOP
GPL	General Public License
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface

HD	High Definition
HDTV	High-Definition-Television
HE	High Efficiency
HSB	Hue, Saturation, Brightness
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSI	Hue, Saturation, Intensity
HSL	Hue, Saturation, Lightness
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IAB	Interactive Advertising Bureau
IBAN	International Bank Account Number
ICC	International Color Consortium
ID	Identifikator
IEC	International Electrotechnical Commission
IETF	Internet Engineering Task Force
IFD	Image File Directory
IFF	Interchange File Format
InfoV	Informationspflichtenverordnung
IP	Internet Protocol
IPMP	Intellectual Property Management and Protection
IPTC	International Press Telecommunication Council
IRC	Internet Relay Chat
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Internet Service Provider
ITU	International Telecommunication Union
IV	Informationsverarbeitung
JFIF	JPEG File Format
JPEG	Joint Photographic Experts Group
JSP	Java Server Pages
LA	Lossless Audio File Format
LC	Low Complexity
LD	Low Delay
LGG	Landesgleichstellungsgesetz
LGPL	Lesser General Public License
LPC	Linear Predictive Coding
LSO	Local Shared Object
LTE	Long Term Evolution
LZ	Lempel-Ziv
LZW	Lempel-Ziv-Welch
MDStV	Mediendienste-Staatsvertrag
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MIME	Multipurpose Internet Mail Extension

M-JPEG	Motion JPEG
MKA	Matroska Audioformat
MKV	Matroska Audio-/Videoformat
MMS	Microsoft Media Server Protocol
MNG	Multi-Image Network Graphic
MOV	Apple Movie Format
MP3	MPEG Audio Layer 3
MP4	MPEG-4
MPEG	Moving Picture Experts Group
MPM	MetraPotential-Methode
MUSHRA	Multi-Stimulus Test with Hidden Reference and Anchor
NETPBM	Net Portable Bitmap
NPA	Netzwerk-Protokoll-Analyse
OCR	Optical Character Recognition
OVK	Online-Vermarkterkreis im BVDW
P	PageRank
P3P	Platform for Privacy Preferences
PAM	Portable Arbitrary Map
PAM	Pulsamplitudenmodulation
PBM	Portable Bit Map
PCM	Pulsecodemodulation
PCX	Paintbrush Format
PD	Public Domain
PDF	Portable Document File Format
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PGM	Portable Graymap
PHP	Hypertext Preprocessor
PNG	Portable Network Graphic
PNM	Protocol for Network Streaming Media
POI	Point of Interest
POS	Point of Sale
PPM	Portable Pixmap
PS	Parametric Stereo
PS	Postscript
Px	Pixel
Qpel	Quarter Pixel Motion Compensation
QT	Apple Quicktime Format
RDD	Rights Data Dictionary
REL	Rights Expression Language
RF	Royalty Free
RGB	Rot-Grün-Blau
RIA	Rich Internet Application

RLE	Lauflängenkodierung
RM	Rights Managed
RSS	Really Simple Syndication
RStV	Rundfunkstaatsvertrag
RTF	Rich Text Format
SBR	Spektralband-Replikation
SERP	Search Engine Result Page
SMIL	Synchronized Multimedia Integration Language
SPIFF	Still Picture Interchange File Format
SQL	Structured Query Language
SRE	Standard for Robots Exclusion
SVG	Scalable Vector Graphics
SVG	Scalable Vector Graphics
SWF	Shockwave File Format
TDDSG	Teledienstedatenschutzgesetz
TDG	Teledienstegesetz
TIFF	Tag Image File Format
TIFF	Tagged Image File Format
TLD	Top-Level-Domain
TMG	Telemediengesetz
UAAG	User Agent Accessibility Guidelines
UGC	User Generated Content
UID	User Interface Design
UML	Unified Modeling Language
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UrhG	Gesetz über Urheberrecht und verwandte Schutzrechte
URI	Uniform Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
UTC	Universal Time Code
UU	Unique User
UX	User Experience
VG	Verwertungsgesellschaft
VML	Vector Markup Language
VOP	Video Objekt Plane
VRML	Virtual Reality Modeling Language
W3C	World Wide Web Consortium
WAI	Web Accessibility Initiative
WAV	Wave File Format
WCAG	Web Content Accessibility Guidelines
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WKS	Whittaker-Kotelnikow-Shannon
WLAN	Wireless Local Area Network

WMA	Windows Media Audio
WMV	Windows Media Video
WYSIWYG	What-You-See-Is-What-You-Get
XAG	XML Accessibility Guidelines
XHTML	Extensible Hypertext Markup Language
XML	Extensible Markup Language
XSS	Cross-Side-Scripting
YCbCr	Luminanz, Chrominanz Blau, Chrominanz Rot

Zusammenfassung

Webseiten, Applikationen für Smartphones, Navigationssysteme, Unterhaltungselektronik, Haushaltsgeräte u. v. m. – andauernd kommen wir mit Computerprogrammen in Kontakt, die meist integraler Bestandteil von Waren und Dienstleistungen sind. Der Einsatz von Softwarekomponenten in diesen Produkten gestattet den Anbietern, neuartige und mächtige Funktionalitäten anzubieten, die dank intuitiv bedienbarer Mensch-Computer-Schnittstellen ein großer Kundenkreis auch ohne besondere Vorkenntnisse sofort nutzen kann.

Erst geeignete User Interfaces erschließen für den Kunden den Nutzen eines Produktes. Im Folgenden erfahren Sie,

- welche grundlegenden Anforderungen an User Interfaces sich daraus ableiten,
- wodurch sich erfolgreiche Webapplikationen bzw. Websites auszeichnen,
- wie (Kauf-)Entscheidungsprozesse beim Besuch einer Website ablaufen und wie Sie den Besuchern in jeder Phase die Kaufentscheidung erleichtern können und
- in welchen Schritten Sie beim Entwurf benutzungsfreundlicher Websites vorgehen können.

Dieses Buch richtet sich gleichermaßen an Studierende, Manager und Softwareentwickler, die einen Einstieg in das Design von User Interface und User Experience für Websites, Webapplikationen und anderen multimedialen Anwendungen suchen, der sie von den Grundlagen bis hin zur Fähigkeit begleitet, Projekte mittlerer Komplexität durchzuführen.

Dies ist kein Programmierkurs. Auch wenn an einigen Stellen auf Codefragmente nicht vollständig verzichtet werden kann, ist die Entwicklung und Konfiguration von Programmcode ausdrücklich nicht Bestandteil dieses Buches.

Es soll vielmehr einen Beitrag liefern, um mit allen Beteiligten eines Entwicklungskontextes „auf Augenhöhe“ kommunizieren zu können. Denn nach dem zweiten Lehrsatz des US-amerikanischen Soziologen Cyril Northcote Parkinson werden in Diskussionen diejenigen Themen am ausführlichsten behandelt, bei denen die meisten Teilnehmer hinreichend Kompetenz zum Mitreden haben, und nicht diejenigen, die am wichtigsten sind (Parkinson 2001). Übertrieben formuliert besteht bei mangelnder Gesprächsgrundlage die Gefahr, dass z. B. beim Neubau eines Flughafens über die technische Ausstattung des Towers und der Flughafenfeuerwehr nur relativ kurz gesprochen, aber über die Wandfarbe der Gästetoiletten stundenlang gestritten wird. Ein durchaus realistisches Beispiel bei Web-Entwicklungsprojekten ist, dass über die Farben der Benutzeroberfläche nicht unter Berücksichtigung von deren Semantik und barrierefreier Gestaltung, sondern auf Grund persönlicher Vorlieben der Besprechungsteilnehmer entschieden wird.

Der Schwerpunkt dieses Buches liegt auf den Grundlagen und erforderlichen Schritten für die Entwicklung einer gebrauchstauglichen und emotional ansprechenden Schnittstelle zwischen Mensch und Computer (Mensch-Computer-Interaktion, MCI). **User Interface Design** bedeutet weit mehr als Ästhetik. Seine Aufgabe besteht darin, dem Anwender die für die Bewältigung einer Aufgabe erforderliche Funktionalität eines Werkzeugs auf ergonomische Weise zugänglich zu machen.

Gui Bonsiepe (Bonsiepe 1996) veranschaulicht dies anhand seines ontologischen Designdiagramms (Abb. 1.1).

Das Interface Design ist dabei das zentrale Element, welches den Benutzer, die zu lösende Aufgabe und das dafür benötigte Werkzeug miteinander verbindet und muss daher auf die Anforderungen der Aufgabe, die Fähigkeiten, Erfahrungen und Präferenzen des Benutzers sowie die Funktionalität des Werkzeugs abgestimmt sein.

Abb. 1.1 Ontologisches Designdiagramm

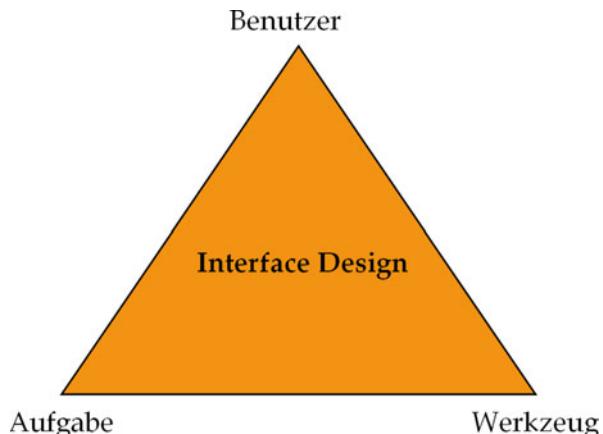


Abb. 1.2 Berücksichtigung der Fähigkeiten des Benutzers



Die linke Dose in Abb. 1.2 erfüllt sicherlich ihre Aufgabe, Lebensmittel haltbar zu machen, genauso gut wie die rechte Dose. Leider wurde beim Design aber keine Rücksicht auf die Fähigkeiten des Benutzers genommen, denn ohne weiteres Werkzeug lässt sie sich nicht öffnen. Die rechte Dose hingegen verfügt über eine Aufreibblasche.

Wenn Sie Schiffbruch erleiden und mit einem Vorrat an Konservendosen aber ohne Dosenöffner auf einer einsamen Insel stranden würden – welche Art von Konservendosen hätten Sie lieber dabei?

Da Menschen nicht nur aus einer rationalen Seite bestehen, hat **User Experience Design** darüber hinaus zum Ziel, emotional ansprechende Systeme zu entwickeln. Es berücksichtigt zusätzlich die Erwartungen und Emotionen des Benutzers sowie sein Verhalten und seine psychologischen und physiologischen Reaktionen in einem bestimmten Nutzungskontext.

Es gilt also, Ablauf und Funktionsweise der **menschlichen Informationsverarbeitung** (siehe Kap. 2) und die emotionale Wirkung von Interface-Elementen (siehe Kap. 7.4) zu verstehen, um ein adäquates Interface für ein Informationssystem entwickeln zu können.

Die Berücksichtigung der Fähigkeiten des Benutzers spiegelt sich insbesondere auch in der Forderung nach der **Barrierefreiheit** einer Webpräsenz wider (siehe Kap. 3). Dabei geht es um weit mehr als eine „behindertengerechte“ Gestaltung, obwohl das unter ethischen, juristischen und auch wirtschaftlichen Aspekten genug Motivation wäre, sondern – wie der englische Ausdruck „Accessibility“ viel besser widerspiegelt – schlicht um die Zugänglichkeit des Webangebots für alle. Nicht der Mensch ist behindert, sondern eine nicht barrierefrei gestaltete Umwelt behindert den Menschen! Barrierefreiheit ist die Grundvoraussetzung für die Gebrauchstauglichkeit: Zunächst muss eine Seite für einen beliebigen Benutzer zugänglich sein, bevor dieser überhaupt von einer intuitiv verständlichen Oberflächengestaltung profitieren kann.

Neben der Barrierefreiheit für menschliche Anwender wird die Zugänglichkeit des Webauftritts für Computeranwendungen, insbesondere Suchmaschinen, immer

wichtiger (siehe Kap. 4). Die Rankingposition bei den großen Suchmaschinen ist in vielen Fällen Voraussetzung, dass Internetpräsenzen überhaupt Besuch bekommen, und daher eine wichtige Einflussgröße auf den wirtschaftlichen Wert einer Website bzw. deren Anzeigenpreise. Viele Maßnahmen zur Förderung der Zugänglichkeit haben naturgemäß zugleich einen positiven Effekt auf **Suchmaschinenoptimierung** und Barrierefreiheit. Beispielsweise gestattet die Auszeichnung von Bildern mit Alternativtexten nicht nur Suchmaschinen, den Inhalt von Bildern zu erfassen. Auch Anwender, die auf Grund einer schmalbandigen Internetanbindung (z. B. per Mobilfunk) keine Bilder herunterladen, und sehbehinderte Menschen, die sich Bildschirminhalte von Screenreader-Programmen vorlesen lassen, bekommen auf diese Weise eine Vorstellung vom Inhalt der Seite.

Die Kap. 5 (Voruntersuchung (Exposé)), 6 (Grobkonzeption (Rohdrehbuch)) und 7 (Feinkonzeption (Drehbuch)) führen den Leser sodann Schritt für Schritt durch die gestalterischen Phasen eines Web-Softwareentwicklungsprojektes. Ergänzende Informationen zu den Medienobjekten, ihren Datenformaten, Werkzeugen und Kompressionsverfahren bietet das Kap. 8 (Medienobjekte).

1.1 Websites und Webapplikationen

Websites und Webapplikationen sind aus konzeptioneller Sicht vorwiegend multimedial gestaltete, verteilte Hypermedia-Systeme. Eine multimediale Anwendung ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Medienarten integriert sind, mindestens eine davon zeitkontinuierlich ist (Audio, Video, Animation) und dass sie den Benutzern flexible Interaktionsmöglichkeiten bietet.

Multimediale Anwendungen werden dann als Hypermedia-Systeme bezeichnet, wenn sie aus einzelnen Informationsknoten bestehen, die miteinander verlinkt sind (also eine Netzstruktur ausbilden). Die einzelnen Informationsknoten können aus beliebigen Medien bestehen. Der Benutzer kann sequentiell (z. B. durch „Blättern“), hierarchisch (z. B. in Menübüumen), eindimensional-selektiv (z. B. über eine Sitemap) oder mehrdimensional-selektiv (z. B. mittels Volltext- oder Deskriptoren-Suche) im Hypermedia-Raum navigieren. Die Steuerung der Anwendung erfolgt meist auf der grafischen Benutzeroberfläche (Graphical User Interface, GUI) nach dem Prinzip der direkten Manipulation, z. B. über Schaltflächen oder Kipp-, Dreh- und Schieberegler. Prinzipiell kommen aber auch andere Interaktionsformen in Frage, wie die immer beliebter werdende Sprachsteuerung zeigt.

Bei Websites und Webapplikationen handelt es sich um verteilte Software, deren Schichten bzw. Ressourcen auf verschiedene Weise zwischen Client und Server aufgeteilt sein können. Erfolgt der Zugriff auf Ressourcen über das Internet (insbesondere das HTML (S)-Protokoll) und die Anzeige im Web-Browser, so spricht man von einer Webseite (das einzelne Dokument) bzw. Website (alle Dokumente im Webauftritt eines Anbieters). Webapplikationen können in Websites eingebettet sein (wie z. B. beim Online-Banking) oder separat eingesetzt werden (wie etwa mobile Apps für Smartphones und Tablet PCs).

Sie nutzen den Browser nicht nur für die Anzeige von Dokumenten, sondern um darin Anwendungsprogramme ablaufen zu lassen. Der Begriff Webapplikation schließt im Folgenden Websites mit ein.

1.2 Erfolgsfaktoren

Damit eine Webapplikation genutzt bzw. eine Website Erfolg im Sinne wiederkehrender Besucher hat, muss sie zunächst auffindbar sein. Da die meisten Webseitenaufrufe über die Ergebnislisten von Suchmaschinen erfolgen und die Benutzer i.d.R. nur die ersten Einträge beachten, ist eine **Suchmaschineneoptimierung** unumgänglich. Damit die Internetpräsenz für ein möglichst breites Publikum zugänglich ist, muss sie **barrierefrei** sein und die grundsätzlichen Mechanismen der **menschlichen Informationsverarbeitung** berücksichtigen.

Von hoher Bedeutung ist der **erste Eindruck**. So früh wie möglich – idealerweise bereits auf der Download- bzw. Startseite – sollte der Besucher für sich die folgenden vier Fragen mit „Ja“ beantworten können:

- Entspricht das Angebot meinen **Erwartungen** (z. B. hinsichtlich Verfügbarkeit, Informationsauswahl, inhaltlicher Qualität, Verständlichkeit und Aktualität)?
- Weckt das Angebot positive **Emotionen** bei mir (z. B. durch seine Ästhetik, Themen und Motive)?
- Entsprachen die Steuerungsmöglichkeiten (z. B. Navigationskonzept, Erwartungskonformität des Verhaltens) und die Informationsdarstellung (z. B. Eignung der angebotenen medialen Darstellungsformen und deren formale Qualität) meinen **Fähigkeiten und Vorlieben**?
- Erweckt der Auftritt mein **Vertrauen** (z. B. auf Grund formaler Sorgfalt, des Anbieter-Images, Zertifizierungssiegeln oder der Bewertung durch Benutzer bzw. Kunden)?

Wenn der Aufruf erfolgt, hängt es insbesondere bei Erstbesuchern maßgeblich von der benötigten **Zeit für den Download** ab, ob sie sich überhaupt einen ersten Eindruck des Angebots verschaffen. Bei wiederkehrenden Besuchern einer Website spielt neben der tatsächlichen Dauer des Seitenaufbaus eine große Rolle, ob das Angebot den Erwartungen entspricht.

Die Auseinandersetzung mit einem Informationsangebot verläuft im Wesentlichen in den Schritten Aktivierung, Wahrnehmung, Verarbeitung, Speicherung und Abruf der Informationen (Abb. 1.3). Auf all diesen Stufen des menschlichen Informationsverarbeitungsprozesses verliert ein Webangebot einen Teil der ursprünglichen Besucher, aber es besteht auch jedes Mal die Chance, das Verhalten des Besuchers im eigenen Sinne positiv zu beeinflussen. Deshalb muss die Gestaltung zum Ziel haben, das Abspringen von Besuchern zu minimieren und Besucher möglichst früh in Kunden zu verwandeln (zu konvertieren). Dies lässt sich erreichen, wenn die Webapplikation impulsive, limitierte, habituelle und extensive (Kauf)-Entscheidungen unterstützt.

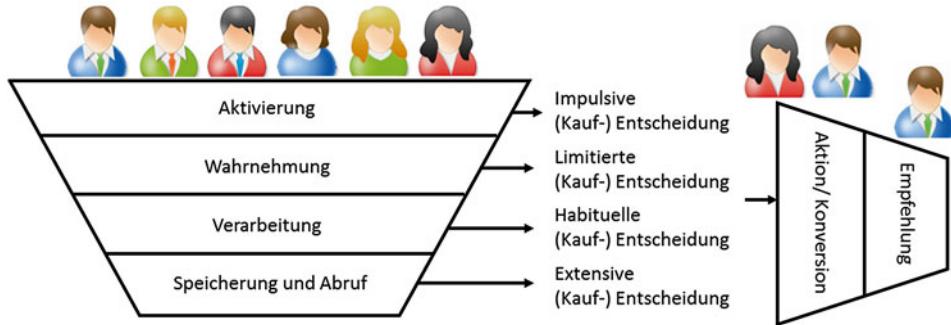


Abb. 1.3 Kaufentscheidungen in den Phasen der Informationsverarbeitung

- Der zielgruppengerechte Einsatz starker emotionaler und kognitiver Reize (z.B. in Form von Bildern und Videosequenzen) verleiht zu **impulsiven (Kauf-)Entscheidungen** bzw. Spontankäufen, die sich fast vollständig einer rationalen Kontrolle entziehen.
- Limitierte (Kauf-)Entscheidungen** entstehen durch vereinfachte Entscheidungsprozesse, die von einigen wenigen Schlüsseleigenschaften dominiert sind. Sie lassen sich z. B. durch das Hervorheben wichtiger Produkteigenschaften, Bewertungsdurchschnitte, Weiterempfehlungsraten oder Gütesiegel (die ganze Eigenschaftenbündel in einem einzelnen Wert repräsentieren) unterstützen.
- Bei **habituellen** bzw. **gewohnheitsmäßigen (Kauf-)Entscheidungen** wählt der Besucher aus einer begrenzten Anzahl von ihm akzeptierter Produktalternativen (Evoked Set) aus. Um solche Entscheidungen zu erleichtern, kann die Internetpräsenz ein (Verhaltens-)Profil des Kunden erstellen, um Präferenzen erkennen und z. B. Produkte bevorzugter Marken herausstellen zu können.
- Extensive (Kauf-)Entscheidungen** treten vor allem bei neuen und stark risikobehafteten Entscheidungen auf. Dabei vergleicht der Besucher sorgfältig viele Eigenschaften (Attribute) von vielen alternativen Angeboten. Hier hilft es z. B., dem Besucher konfigurierbare Matrizen anzubieten, in denen er auf einfache Weise für ihn relevante Merkmale und Alternativen übersichtlich aufbereiten kann.

Welche Art von Entscheidung zum Tragen kommt, lässt sich nicht sicher vorhersagen, denn sie hängt nicht nur von der Produktart ab, sondern auch von persönlichen Eigenschaften des Besuchers (wie sozio-demografischer Hintergrund, Einstellung und Verhaltensmuster) und situativen Einflüssen (z. B. Nutzungsumfeld, Dringlichkeit der Beschaffung oder momentane Stimmung). Daher sollte ein Webangebot alle Entscheidungsarten unterstützen.

Beim Vertrieb von materiellen und digitalen Gütern oder dem Angebot von Diensten, die möglichst in irgendeiner Form einzigartig im Netz sein sollten, kann ein **Zahlungsverkehrsmodul** erforderlich sein. In diesen Fällen sollten die Kosten für den Benutzer transparent und die Sicherheit des Zahlungsvorgangs deutlich erkennbar sein.

Idealerweise bewertet und empfiehlt der Kunde nach der Konversion das Angebot weiter und trägt so zu neuem, qualifiziertem Traffic auf der Webseite bei. Dies ist umso

wahrscheinlicher, je stärker diese Möglichkeit beworben wird (z. B. auf der Produktseite und in Erinnerungs-E-Mails), je geringerer Aufwand ist (durch komfortable **Bewertungs-/Empfehlungsfunktionen** und die Einbindung in „soziale“ Netzwerke) und je höher der wahrgenommene Nutzen (z. B. finanzieller, psychologischer oder sozialer Art) dafür ist.

1.3 Softwareentwicklung in Web-Projekten

1.3.1 Web-Projekte

Hauptziel der Softwareentwicklung ist es, bei gegebenen technischen und betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen eine Webapplikation mit einem hohen Maß an Gebrauchstauglichkeit (Usability) im Sinne der Norm (**ISO/IEC 25010:2011**) zu entwickeln. Sie bemisst sich am Ausmaß von Effektivität, Effizienz, Zufriedenheit und Risikofreiheit mit denen ein Benutzer ein Produkt oder System in einem bestimmten Nutzungsumfeld verwenden kann, um seine Ziele zu erreichen:

- **Effektivität der Anwendung**

Sie gibt an, ob die Software dem Benutzer die zur Aufgabenerfüllung erforderlichen Funktionen vollständig bereitstellt, korrekte Ergebnisse liefert (z. B. ob ein Devisenrechner alle benötigten Währungspaire anbietet und die Kursumrechnungen korrekt erfolgen) und zuverlässig arbeitet.

- **Effizienz der Handhabung**

Sie drückt den Aufwand aus, der beim Einsatz der Software zum Erreichen des gewünschten Ziels erforderlich ist (z. B. wie viele Benutzereingaben erforderlich sind, um bei einem Devisenrechner einen Wert in eine andere Währung umzurechnen). Eine hohe Effizienz bedeutet einen geringen Aufwand für die Zielerreichung, also eine Arbeitserleichterung.

- **Zufriedenheit der Benutzer**

Sie zeigt sich daran, wie gerne die Benutzer ein Computerprogramm zur Aufgabenerfüllung einsetzen bzw. wie viele Beschwerden es gibt. Kriterien sind Nützlichkeit, Vertrauen, Freude und Wohlbefinden.

Die Nützlichkeit spiegelt sich darin wider, in wieweit Benutzer zufrieden sind mit dem von ihnen wahrgenommenen Grad der Zielerreichung und den Ergebnissen respektive Konsequenzen der Benutzung. Vertrauen entsteht dadurch, dass sich die Applikation wie vom Benutzer beabsichtigt verhält. Freude empfinden Benutzer, wenn die Anwendung ihre persönlichen Bedürfnisse erfüllt, sie unterhält und stimuliert, anstatt zu langweilen. Wohlbefinden bezieht sich auf das körperliche Wohlbefinden des Benutzers, das die Webapplikation z. B. durch hinreichenden Kontrast, geeignete Schriftgrößen etc. unterstützen kann.

Der subjektive Eindruck von Zufriedenheit wird allerdings nicht nur durch die hard- und softwareergonomische Qualität einer Anwendung bestimmt, sondern auch durch viele weitere Faktoren, insbesondere der Einführungsstrategie und dem Erfahrungsstand

der Benutzer. So steigt i. d. R. die Akzeptanz, je stärker die Benutzer an Auswahl und Ausgestaltung eines Systems beteiligt waren, je besser sie auf den Einsatz vorbereitet wurden und je erfahrener sie im Umgang mit der Software sind. Auch im Rahmen eines Entwicklungsprojektes nicht beeinflussbare Faktoren wie die allgemeine Zufriedenheit mit den Lebens- und Arbeitsbedingungen können bei der Beurteilung eine Rolle spielen.

- **Freiheit von Risiken**

Die Risikofreiheit bemisst sich daran, wie stark ein Produkt oder System im beabsichtigten Gebrauchsverlauf potentielle Risiken für den ökonomischen Status (für den finanziellen Status, das effiziente Funktionieren von Geschäftsabläufen, das Eigentum, die Reputation und andere Ressourcen), menschliches Leben, Gesundheit oder Umwelt mindert.

- **Abdeckung des Nutzungskontexts**

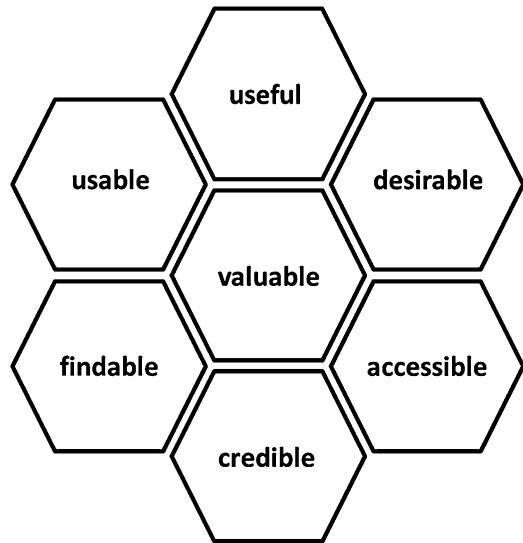
Sie umfasst nicht nur den Grad, zu dem ein Produkt oder System den zuvor genannten Anforderungen im ursprünglich vorgesehenen Nutzungskontext entspricht, sondern auch seine Flexibilität, sich in unvorhergesehem Gebrauchsumfeld sicher verwenden zu lassen. Dies lässt sich z. B. erreichen, indem das Design Möglichkeiten zur Anpassung an weitere Benutzer(gruppen) oder Aufgaben vorsieht.

In konsumentenorientierten Web-Projekten haben dabei emotionale Ansprache und intuitive Interaktion einen höheren Stellenwert als in professionell genutzter Desktopsoftware. Denn für eine freiwillige Verwendung ist das Erzeugen eines Gefühls der Werthaltigkeit und positiver Empfindungen beim Benutzer besonders wichtig. Die Norm (**ISO 9241-210:2010**) definiert dieses **Benutzererlebnis (User Experience, UX)** als die Wahrnehmungen und Reaktionen einer Person, welche aus dem Gebrauch und/oder erwartetem Gebrauch eines Produkts, Systems oder Dienstes resultieren. Es schließt alle Emotionen, Überzeugungen, Präferenzen, physische und psychologische Wahrnehmungen und Reaktionen, Verhaltensweisen und Fertigkeiten ein, die vor, während und nach dem Gebrauch auftreten.

Eine weit verbreitete und anschauliche Definition, welche Eigenschaften einer Applikation zu einem positiven Benutzererlebnis führen, stammt von *Peter Morville*. Morvilles User Experience Honeycomb (Morville 2004) stellt die Facetten des UX Designs in Form einer Bienenwabe vor (Abb. 1.4); darin finden sich ein großer Teil der Erfolgsfaktoren aus Kap. 1.2 und der oben erläuterten Qualitätsanforderungen wieder.

Um solche Benutzererlebnisse zu kreieren, müssen Funktionalität, Interaktionsmöglichkeiten und der Einsatz vielfältiger Medien sinnvoll **konzipiert** und aufeinander abgestimmt werden. Diese Fähigkeit wird normalerweise in der Ausbildung eines Softwareentwicklers bzw. Projektleiters nicht vermittelt, weshalb das Projektteam auf Unterstützung durch User Experience Designer und User Interface Designer und ggf. auch Drehbuchautoren, Regisseure, Arrangeure und Komponisten angewiesen ist. Die Kompetenzen der beiden erstgenannten Berufe sind auch für die Gestaltung flexibler und benutzergerechter Interaktionsmöglichkeiten von elementarer Bedeutung.

Abb. 1.4 Morville's User Experience Honeycomb



Sodann sind Funktionalität und Interaktionsmöglichkeiten zu implementieren und die gewünschten Medienobjekte (Assets) zu **produzieren**, sofern keine geeigneten vorhanden sind oder zugekauft werden können. Bei großen Produktionen kann das Projektteam daher neben Softwareentwicklern auch Darsteller, Sprecher und Musiker sowie Kameraleute, Fotographen, Bühnenbildner, Maskenbildner und Tontechniker umfassen.

Anschließend müssen die Medien in die Anwendung **integriert** werden, was Kenntnisse in medienspezifischen Hardware- und Softwarestandards erfordert.

Für die **Distribution** der Medien – sei es offline auf Speichermedien oder online in Netzwerken – ist i. d. R. eine Kompression der datenintensiven Assets erforderlich; folglich sollte im Team auch Wissen über Kompressionsverfahren vorhanden sein.

Softwareentwicklungsprojekte für das Web sind also nicht nur dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zu den üblichen Software-Entwicklungskompetenzen viel medienspezifische Know-how erforderlich ist, sondern auch durch ein vergleichsweise großes und heterogenes Team. Dies stellt hohe Ansprüche an das Projektmanagement im Hinblick auf Konzeption, Kommunikation, Koordination und Kontrolle.

1.3.2 Softwareentwicklungsmodell für Web-Projekte

Ein strukturiertes Softwareentwicklungsmodell unterteilt den Entwicklungsprozess in überschaubare, zeitlich und inhaltlich begrenzte Phasen, in denen die Software Schritt für Schritt entsteht. Es bietet für jede Phase einen Leitfaden mit den jeweils durchzuführenden Aktivitäten, der Definition der Teilprodukte einschließlich Layout und Inhalt, den Fertigstellungskriterien, den notwendigen Mitarbeiterqualifikationen, Verantwortlichkeiten und

Kompetenzen (Definition von Rollen) und unterstützt die Entwickler mit anzuwendenden Standards, Richtlinien, Methoden und Werkzeugen (Balzert 2008, S. 445 ff.). Es dient primär dazu, Projektrisiken zu reduzieren, indem es die Softwareentwicklung übersichtlicher gestaltet und die Komplexität beherrschbar macht.

Im Laufe der Zeit entwickelten sich verschiedene **Softwareentwicklungsmodelle**, u. a. das klassische Phasenmodell, das (iterative) Wasserfallmodell, das Spiralmodell, der Unified Process (UP) und das V-Modell. Auch wenn die einzelnen Vorgehensmodelle sich in ihrer thematischen Ausrichtung sowie der Anzahl und dem Detaillierungsgrad der einzelnen Phasen unterscheiden, beinhalten sie doch – in der einen oder anderen Weise – die folgenden Schritte des Entwicklungsprozesses:

- Problemanalyse und Planung,
- Anforderungsdefinition (Requirement Engineering),
- System- und Komponentenentwurf,
- Implementierung und Komponententest,
- Integrations-, System- und Abnahmetest,
- Einführung, Betrieb und Wartung.

Je nach Modell können einzelne Entwicklungsobjekte (z. B. Entwicklungsdokumente, Prototypen, Teilprogramme) diese Phasen nur einmal (z. B. im klassischen Phasenmodell) oder mehrmals (z. B. im Spiralmodell oder UP) durchlaufen, wobei sie mit jeder Iteration verfeinert werden.

Das in diesem Buch eingesetzte Softwareentwicklungsmodell baut auf dem Spiralmodell auf und ergänzt dessen umfangreichen Methodenvorrat um spezifische Methoden und Werkzeuge für multimediale Web-Projekte. In jeder Phase sind definierte Meilensteine zu erreichen, auf deren Basis der Auftraggeber bzw. das Review-Board entscheidet, ob das Projekt in der bisher vorgeschlagenen Form verfolgt wird, ob Modifikationen erforderlich sind oder ob das Projekt eingestellt wird. Diese Meilensteinergebnisse gestatten es auch, für jede Phase eine erneute Ausschreibung vorzunehmen.

Am Anfang steht eine Idee, ein Anlass für ein neues Projekt oder eine Problemstellung, welche die Initialisierungsphase auslösen. In ihr entsteht eine **Voruntersuchung (Exposé)**, welche die Ziele, Rahmenbedingungen und die Grundidee des Projektes skizziert. Die zentrale Normenreihe 9241 „Ergonomics of human-system interaction“ – auf die Sie im Laufe der Lektüre immer wieder stoßen werden – schlägt im Teil 210 „Human-centred design for interactive systems“ die in Abb. 1.5 dargestellte Vorgehensweise für die Entwicklung des Benutzererlebnisses in Anlehnung an (ISO 9241–210:2010) vor.

Auf der Basis eines abgenommenen Exposé erfolgt die **grundlegende Konzeption** der Anwendung, welche im **Rohdrehbuch** insbesondere die Inhalte, den prinzipiellen Bildschirmaufbau und die Navigation zwischen den Seiten beschreibt.

Der nächste Schritt ist die **Feinkonzeption**, die im **Drehbuch** festgehalten wird. Es reichert das Rohdrehbuch primär um detaillierte Vorgaben bezüglich der einzusetzenden

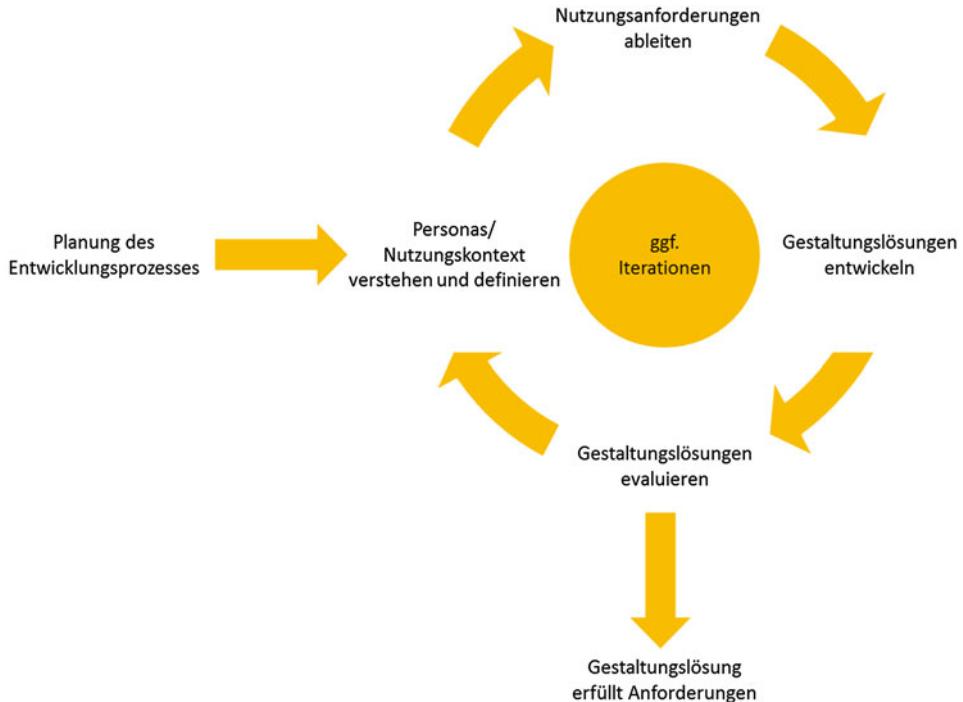


Abb. 1.5 Kernphasen bei der Entwicklung des Benutzererlebnisses

Farben, Formen und Schriften, Medienobjekte, Interaktionselemente, Orientierungshilfen, Suchfunktionen und Navigationsmöglichkeiten an.

Die **Realisierung**, die sich in **Medienobjekten** (Assets) und **Programmcode** (Modulen) niederschlägt, verkörpert die vierte Projektphase. Erst hier wird die modulinterne Logik entworfen, umgesetzt und getestet. Nun steht die **Konfigurierung** der Komponenten zu einer **Anwendung** an, die **Integrationstests** durchlaufen muss, bevor sie zur **Stabilisierung** an **Pilotanwender** ausgeliefert werden kann, die das fast fertige Produkt unter realen Bedingungen erproben.

Bei Webapplikationen ist im anschließenden **Betrieb** neben den üblichen Pflege- und Wartungsarbeiten vor allem eine permanente Analyse von Herkunft und Verhalten der Besucher erforderlich, um Potenziale erschließen und Barrieren abbauen zu können, damit sich möglichst viele Besucher entsprechend den Zielen des Betreibers über die Webseiten bewegen (**Webanalyse, Webcontrolling**). Gerade für die arbeitsteilige Entwicklung in vergleichsweise großen und heterogenen Teams ist dieses strukturierte Softwareentwicklungsmodell hilfreich. Dennoch sollte man nicht vergessen, dass ein Hilfsmittel kein Selbstzweck ist, an dessen Vorgaben man sich in jedem Fall klammern muss.

So lässt sich die Flexibilität erhöhen, wenn fertiggestellte Teilergebnisse einer Phase in die nächste Phase übergehen können, sofern dafür alle eventuellen Vorbedingungen erfüllt sind. Dadurch können solche Systemkomponenten, deren Beitrag zum Gesamtsystem als

besonders hoch oder die als besonders riskant eingeschätzt werden, frühzeitig ausgearbeitet und vom Anwender getestet werden. Auch kann es sinnvoll sein, mit einem agileren Modell (wie etwa Prototyping oder Extreme Programming) zu entwickeln. Dabei durchläuft das Projekt aber auch strukturiert die genannten Phasen, nur sind die Iterationsschritte kleiner und entsprechend häufiger.

Jeder Projektmitarbeiter sollte sich im Klaren sein, dass der Auftraggeber die Leistung am Projekterfolg und nicht an der sklavischen Einhaltung von Modellvorschriften messen wird!

Literatur

- Balzert 2008. Balzert, H., Lehrbuch der Softwaretechnik – Softwaremanagement. 2. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2008.
- Bonsiepe 1996. Bonsiepe, G., Interface-Design neu begreifen, Bollmann Verlag, Mannheim 1996.
- ISO 9241–210:2010. O. V., ISO 9241–210:2010, Ergonomics of human-system interaction -- Part 210: Human-centred design for interactive systems, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52075, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 25010:2011. O. V., ISO/IEC 25010:2011, Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=35733, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Morville 2004. Morville, P., User Experience Design, URL: http://semanticstudios.com/user_experience_design, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Parkinson 2001. Parkinson, C. N., Parkinsons Gesetz und andere Studien über die Verwaltung, 2. erweiterte Aufl., Econ Verlag, München 2001.

Zusammenfassung

Gebrauchstaugliche User Interfaces zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Informationsverarbeitung eines Benutzers in einem bestimmten Nutzungskontext bestmöglich unterstützen. Bei jedem Schritt der Informationsverarbeitung besteht die Gefahr, dass Besucher das Informationsangebot verlassen. Ein tieferes Verständnis des Prozesses der menschlichen Informationsverarbeitung hilft Webdesignern, die Benutzungsschnittstellen auf unterschiedlichste Nutzungsumfelder abstimmen zu können und so die Abbruchquoten zu verringern.

Im Folgenden erfahren Sie,

- wie Informationen aus physiologischer Sicht gestaltet sein müssen, damit Menschen sie wahrnehmen können,
- wie es gelingt, den Benutzer zu einer aktiven Auseinandersetzung mit Ihrem Informationsangebot zu motivieren,
- welche Faktoren den Informationsbedarf und die Informationsbeschaffung des Besuchers beeinflussen,
- was das Aufnehmen, Verarbeiten und Memorieren von Informationen erleichtert und
- wie Sie Benutzer dazu motivieren können, Ihr Informationsangebot weiter zu empfehlen.

Jegliche Umweltreize wie Licht, Schall, Geruch, Geschmack, Druck oder Temperatur werden durch die sensorischen Nervenzellen der jeweiligen Sinnesorgane aufgenommen und mittels elektrischer Impulse über die Nervenfasern weitergegeben. Zunächst erreichen die Signale den Thalamus. Dieser leitet die von den Nervenzellen aufgenommenen

Sinneseindrückungen an spezialisierte Areale des Gehirns. Dort findet dann die eigentliche Verarbeitung der Erregungsmuster statt.

Welche Sinneseindrücke uns dazu veranlassen, unsere Aufmerksamkeit auf sie zu lenken oder sogar aktiv zu werden, ist nur teilweise kognitiv steuerbar. Insbesondere auf Reize oberhalb einer durchschnittlichen Reizbelastung, wie z.B. plötzliche Bewegungen oder laute Geräusche, reagieren wir unwillkürlich. Auch Gerüche können uns unbewusst sehr stark beeinflussen, wie etwa die Wirkung von Pheromonen zeigt.

Um die Aktivierung eines Anwenders zu erreichen, lassen sich die Erkenntnisse der Werbewirkungsforschung übertragen, die den selbst nicht beobachtbaren Entscheidungsprozess der Käufer anhand beobachtbarer Stimuli und Reaktionen untersuchen.

Abb. 2.1 zeigt das **Stimuli-Organismus-Reaktions-Schema** (S-O-R) in Anlehnung an Buzzel (Buzzel 1988). Auf den Anwender wirkt eine Reihe von Reizen ein, die grundsätzlich beobachtbar sind. Diese Anregungen ergeben sich zum einen aus der Person selbst (z.B. deren demografischen Merkmalen wie Alter oder Geschlecht und sozioökonomischen Kennzeichen wie Bildungsstand und Einkommen); zum anderen wirken das soziale Umfeld (bspw. die Stellung und Bezugsgruppen) und die ökonomische Umwelt (etwa durch Preisforderungen des Anbieters) auf den Benutzer ein.

Ebenso wie die Stimuli lässt sich auch die resultierende Handlung, nämlich das (Kauf-)Verhalten, registrieren.

Der eigentliche Entscheidungsprozess im Menschen ist hingegen keiner direkten Beobachtung zugänglich. Werner Kroeber-Riel bezeichnet diese **Blackbox** als intervenierende Variable im Stimuli-Intervenierende Variable-Reaktion-Schema (S-I-R-Schema) (Kroeber-Riel 1990, S. 27). Es lassen sich jedoch Theorien über die Abläufe in ihr und die am Prozess beteiligten Komponenten aufstellen und durch empirische Untersuchungen des Zusammenhangs zwischen Reiz und Reaktion untermauern (siehe z.B. Kuß 1987, S. 27 ff.). Diese Vorgänge werden u.a. nach Axel Bänsch von **aktivierenden und kognitiven Bestandteilen** bestimmt (Bänsch 1989, S. 4).

Neben diesen grundlegenden Faktoren sieht Rainer Tölle in den **situativen Einflüssen** weiteres Beeinflussungspotenzial (Tölle 1987, S. 140). Ihnen rechnet er den Zeitdruck zu, die Art der (Waren-)Präsentation und die (Einkaufs-)Situation im Allgemeinen.



Abb. 2.1 Das S-O-R-Schema der Werbewirkungsforschung

Fasst man die Erkenntnisse der Modelle des Konsumentenverhaltens zusammen, so lässt sich feststellen, dass es mehr oder minder kognitiv geprägte (Kauf-)Entscheidungen gibt. Eine **rationale Reflexion** der Alternativen findet insbesondere dann statt, wenn

- der Anwender neuartigen Angeboten gegenübersteht,
- eine enge Verbindung des Angebots zur Persönlichkeit und Selbsteinschätzung des Verbrauchers besteht,
- die Entscheidungssituation neu oder schwierig ist, insbesondere wenn die Entscheidung deutlich wahrgenommene Risiken beinhaltet und
- bisher keine Präferenzbildung stattgefunden hat.

Generell ist aber vor allem auf die Aktivierung durch gezielten Reizeinsatz zu achten. Dies gilt in besonderem Maße für **nicht-kognitive Urteilsprozesse**, die vor allem dann auftreten, wenn

- der Anwender bereits Erfahrungen in der nachgefragten Angebotsklasse gemacht hat oder es sich gar um alltägliche Entscheidungen handelt, bei denen er die Kaufsituation gewohnt ist,
- die Angebote stärker auf die Neugier und den Wunsch nach Abwechslung abzielen,
- die Entscheidung kaum mit der Persönlichkeit oder Selbsteinschätzung des Kunden zusammenhängt und keine besonderen Risiken beinhaltet oder
- die Möglichkeit besteht, dem Interessenten vom Anbieter formulierte Präferenzen nahe zu bringen.

2.1 Wahrnehmung

Damit eine Aktivierung des Besuchers stattfinden kann, müssen dessen Sinne angesprochen werden. Von besonderer Bedeutung sind dabei die visuelle und die akustische Wahrnehmung, da die differenzierte Stimulation der olfaktorischen, taktilen bzw. haptischen oder gar gustatorischen Sinne technisch weit aufwendiger bzw. noch nicht ausgereift ist.

2.1.1 Visuelle Wahrnehmung

Die visuelle Wahrnehmung ist ein komplexer Prozess, an dem mehrere Organe beteiligt sind. Vereinfachend dargestellt werden Photonen von Nervenzellen in der Netzhaut detektiert und in elektrische Impulse konvertiert, welche über Nervenbahnen an die primäre Sehrinde des Gehirns weitergeleitet werden. Ein Informationsverarbeitungsprozess selektiert die Erregungsmuster unter Berücksichtigung des visuellen Gedächtnisses und erzeugt letztlich die Bilder in unserer bewussten Wahrnehmung.

2.1.1.1 Funktionsweise des Auges

Um einen Gegenstand über das Auge wahrzunehmen, muss er angestrahlt sein oder, wie ein Bildschirm, selbst Licht abstrahlen. Das für Menschen sichtbare Licht liegt mit einer Wellenlänge von knapp unter 400 bis ca. 700 Nanometern (nm) zwischen dem ultravioletten und dem infraroten elektromagnetischen Frequenzband (Bartel 2003, S. 12). Wird ein Gegenstand angeleuchtet, so wird das Licht von diesem eventuell gebrochen, teilweise absorbiert und der Rest reflektiert. Diese reflektierte Strahlung gelangt über die Pupille in unser Auge (Abb. 2.2) und wird über die Linse spiegelverkehrt auf der Netzhaut (Retina) abgebildet.

Die Pigmentschicht der Retina (Abb. 2.3) besitzt etwa 120 Millionen Helligkeitssensoren (Stäbchen), die für das Schwarz-Weiß-Sehen verantwortlich sind, und 6–7 Millionen Farbsensoren (Zapfen), die nur leicht lichtempfindlich sind (Holzinger 2000, S. 128). Dadurch können wir Kontraste viel genauer differenzieren als Farbnuancen. Die Helligkeitssensitivität des menschlichen Auges ist nicht linear: in dunklen Bereichen steigt sie steiler und in hellen weniger steil an. Monitore lassen sich durch die Gammakorrektur an das logarithmische Helligkeitsempfinden des menschlichen Auges anpassen.

Farben sind im Gegensatz zu Wellenlängen keine objektiven äußerlichen Gegebenheiten, sondern entstehen erst durch die individuelle Verarbeitung der von der Retina erzeugten neuronalen Impulse im Gehirn. Unterschiedliche Wellenlängen reizen eine jeweils unterschiedliche Anzahl von Rezeptoren in unserem Auge unterschiedlich stark und im Gehirn wird diese Farbvalenz dann unter Berücksichtigung der mittleren Helligkeit und der Farbkonstanz transformiert in einen Helligkeitswert, einen Rot/Grün-Wert und einen Blau/Gelb-Wert. Die Farbkonstanz ist ein Mechanismus, der automatisch Helligkeitsunterschiede bei der Farbwahrnehmung ausgleicht und uns z. B. eine Wiese sowohl am frühen Morgen als auch am späten Abend in einem fast identischen Grün sehen lässt.

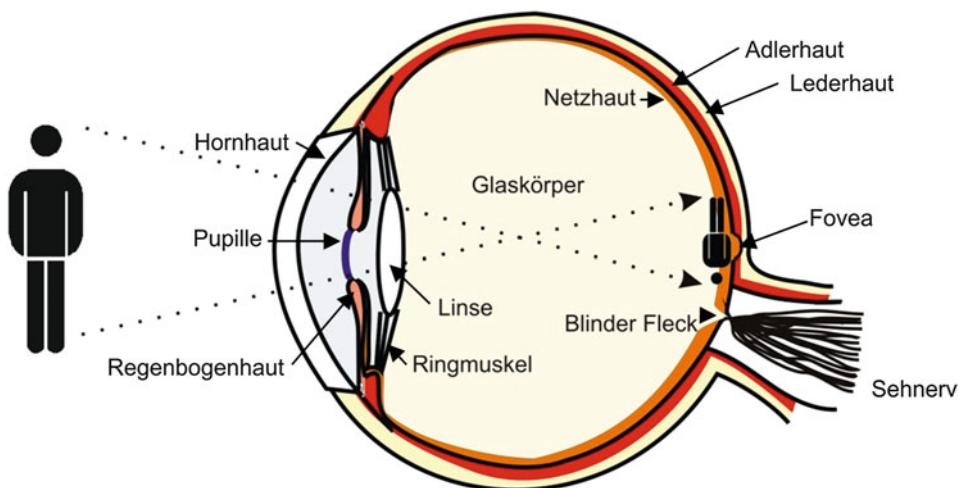


Abb. 2.2 Aufbau des Auges

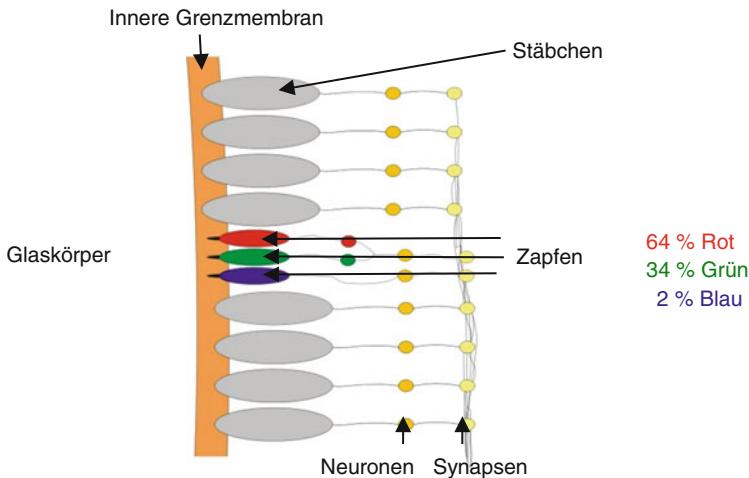


Abb. 2.3 Aufbau der Retina

Die Zapfen sind für die Primärfarben des Lichtes unterschiedlich empfindlich: auf Rot reagieren 64 %, auf Grün 34 % und auf Blau 2 % (Skopek 2004, S. 136).¹ Je mehr Zapfen reagieren, umso größer sind die neuronale Aktivität im Sehapparat und die empfundene Intensität der Farbe. Dies macht z. B. Rot zu einer Signalfarbe.

Zwischen 520 und 580 Nanometern (nm) stehen zwei Zapfen mit jeweils nahezu maximalem Absorptionsvermögen zur Verfügung, wodurch in diesem Bereich eine vergleichsweise geringe Lichtenergie für eine hohe neuronale Aktivität ausreicht und sich bereits geringfügige Farbunterschiede sehr gut wahrnehmen lassen (siehe Kap. 7.4.1.3). Deshalb eignet sich auch Gelb gut als Signalfarbe.

Eine bläuliche Bildschirmgestaltung dagegen wirkt sehr entspannend, da weniger Rezeptoren gereizt werden. Gleichzeitig hemmt blaues Licht zwischen 460 und 480 nm die Ausschüttung von Melatonin und wirkt dadurch Müdigkeit entgegen (Cajochen et al. 2003, S. 432).

Allerdings können ältere Menschen eine blaue Schrift aufgrund von Degenerationserscheinungen im Auge nicht mehr so gut erkennen (Raskin 2000, S. 13).

¹ Aus didaktischem Grund wird die weit verbreitete Einteilung in Rezeptoren für Rot, Grün und Blau beibehalten. Tatsächlich aber existieren Long-, Medium- und Shortwave-Zapfen (Wyszecki und Stiles 1982; Hunt 2004): L-Zapfen reagieren auf längere Wellenlängen (500–700 nm, insbesondere in dem als grünliches Gelb wahrgenommenen Bereich von 560–580 nm), M-Zapfen auf mittlere Wellenlängen (450–630 nm, insbesondere in dem als gelbliches Grün wahrgenommenen Bereich von 534–545 nm) und S-Zapfen auf kürzere Wellenlängen (400–500 nm, insbesondere in dem als Blau wahrgenommenen Bereich von 420–440 nm). Während L- und M-Zapfen ungefähr gleich häufig vorkommen, machen S-Zapfen beim Menschen nur ca. 12 % aller Zapfen aus.

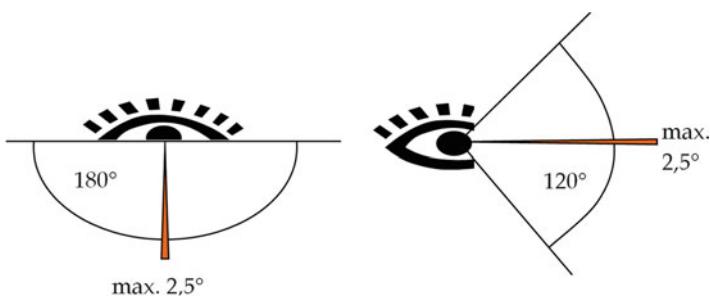


Abb. 2.4 Das Gesichtsfeld

2.1.1.2 Sehvermögen

Das menschliche Gesichtsfeld ist in der Horizontalen auf 180 Grad und in der Vertikalen auf 120 Grad begrenzt (Abb. 2.4).

Scharfes Sehen ist aber ausschließlich in einem Winkel von maximal 2,5 Grad im Bereich der Fovea möglich. Sie ist ein besonders sensitiver Bereich der Netzhaut, auf den fokussierte Punkte projiziert werden. Mit wachsendem Abstand (peripheres Sehen) nehmen Kontur- und Farbwahrnehmung ab, aber die Bewegungswahrnehmung zu. Die Sehschärfe nimmt von Geburt bis ca. zum zwölften Lebensjahr zu, um nach einer Phase der Stagnation etwa ab dem 25. Lebensjahr wieder zu degenerieren (Fischer 1995, S. 210).

Größere Bereiche werden durch schnelle Augenbewegungen und peripheres Sehen grob abgetastet, wobei (durch Vergleich mit bestehenden Schemata; siehe Abschn. 2.3.3) eine Erwartungshaltung aufgebaut wird. Die Wahrnehmung von Bewegung sowie Farb- und Kontrastunterschieden führt zum Fixieren einzelner Punkte, die in das Gesamtbild integriert werden. Um unnötige Augenbewegungen zu vermeiden, sind zusammengehörende Informationen daher räumlich zu gruppieren. Der Schwinkel für eine Gruppierung sollte ca. fünf Grad nicht überschreiten, was einem Bereich von etwa 14 Buchstaben und 7 Zeilen entspricht. Diese Erkenntnis spiegelt sich auch im Gesetz der Nähe wider (siehe Kap. 6.4.1.2).

Das menschliche Auge kann abhängig von Helligkeit, Farbtemperatur, Materialbeschaffenheit, Betrachtungsdauer und anderen Faktoren zwischen 2,4 Millionen und 10 Millionen Farbnuancen unterscheiden – einige Frauen sollen sogar in der Lage sein, bis zu 100 Millionen Farben zu differenzieren. Bei den meisten Menschen geht man von den ca. 2,38 Millionen Farben des CIE-Normalbeobachter von 1931 aus.

Das menschliche Auge ist in der Lage, bis zu ca. 70 Einzelbilder pro Sekunde zu erkennen. Bereits bei Abfolgen von ca. 18 bis 20 Bildern pro Sekunde entsteht der Eindruck einer einheitlichen Bewegung und ab ca. 25 Bildern pro Sekunde scheint diese auch flüssig zu verlaufen (Zglinicki 1979).

Kompressionsverfahren, wie etwa die JPEG-Kompression (siehe Kap. 8.7.2.4), nutzen dieses Wissen, um die Datenmenge bei subjektiv nahezu gleichbleibender Bildqualität zu reduzieren.

2.1.1.3 Signalverarbeitung

Die von Stäbchen und Zapfen erzeugten elektrischen Erregungsmuster werden über die Sehbahnen des rechten und linken Sehnervs, die sich auf ihrem Weg durchs Gehirn überkreuzen, an die seitlichen Kniehöcker transportiert und letztlich zur Verarbeitung an die primäre Sehrinde übergeben. Die primäre Sehrinde steuert auf Basis dieser Informationen die Augenbewegungen, das Fokussieren der Linse und die Adaption der Iris an die Lichtmenge. Ein spezielles visuelles Ultrakurzzeitgedächtnis (ikonisches Gedächtnis) gestattet, die Informationen für wenige Zehntelsekunden in einem sehr hohen Detaillierungsgrad abzurufen. Aus dem ikonischen Gedächtnis können die Informationen direkt in das Langzeitgedächtnis übertragen oder einer bewussten Verarbeitung im Kurzzeitgedächtnis zugeführt werden (Sperling 1960).

Abb. 2.5 zeigt in Anlehnung an (Kommer und Reinke 2001, S. 23), wie sich die Nervenbahnen auf dem Weg zum Gehirn überkreuzen. Dadurch werden Informationen aus dem rechten Sehfeld in der linken Gehirnhälfte und Informationen aus dem linken Sehfeld in der rechten Gehirnhälfte verarbeitet.

In der linken Gehirnhemisphäre liegt das Sprachzentrum, das Textinformationen bearbeitet. Logik, Analyse, Zahlen, Rationalität, Rechnen, Sprache u. Ä. gehören zu den Stärken der linken Hemisphäre. Die rechte Gehirnseite hingegen verarbeitet Bilder und erzeugt eine räumliche Vorstellung (Radtke et al. 2001, S. 13; Mayer 2000, S. 35). Rechts sind auch Intuition, Emotion, Empfindungen, Träume u. Ä. angesiedelt.



Die linke Gehirnhälfte nimmt den Text auf. Logik, Analyse, Zahlen, Rationalität, Rechnen, Sprache u. Ä. gehören zu den Stärken des linken Hemisphärenbereichs.

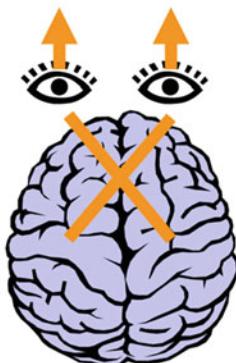


Abb. 2.5 Lateralisierung des menschlichen Hirns

Daher sind Text im rechten Sehfeld (linke Gehirnhemisphäre) und Bilder im linken Sehfeld (rechte Gehirnhemisphäre) auszurichten. Auch für die Anordnung einer Navigationsleiste eignet sich der linke Bildschirmbereich besser, da das räumliche Wahrnehmungsvermögen über das linke Sehfeld in der rechten Gehirnhälfte verarbeitet wird.

Bei schnellen Blickbewegungen generiert das Auge in jeder Sekunde 10 Millionen Bits, die aber auf ihrem Weg in höhere Gehirnareale bereits in der primären Sehrinde reduziert werden: Bei kurzen Zeitspannen zwischen einzelnen Bildwechseln (30 Millisekunden, ms) sehen wir vollständige Bilder, während wir bei Sequenzen mit Zeitabständen über 100 ms ausschließlich neu hinzukommende oder fehlende Elemente wahrnehmen (Nortmann et al. 2013).

Die Folgen der (in Abschn. 2.3.3) geschilderten Strategie zur effizienten Nutzung unserer begrenzten kognitiven Kapazität zeigen sich also auch bei der visuellen Wahrnehmung. Bildinformationen werden bei Sequenzen mit größeren Zeitabständen auf Differenzen zu vorherigen Referenzbildern reduziert. Auf Grund der Selektivität wird ein Gegenstand, dem wir unsere Aufmerksamkeit schenken, schärfer gesehen und besser erinnert (Fischer 1995, S. 289 ff.). Selektivität und Elaboration führen zu Konstanzphänomenen wie Farbkonstanz, Formkonstanz und Bewegungskonstanz (vgl. auch Kap. 6.4.1.4 „Das Gesetz der Kontinuität“). Um eine effiziente Kodierung der Kontrastinformationen zu erreichen, nehmen wir die Helligkeit eines Objektes immer im Vergleich zu seiner Umgebung wahr (vgl. Kap. 7.4.1.2, Abschn. „Kontrastlehre“). Kompressionsverfahren nutzen auch dieses Wissen, um die Datenmenge bei subjektiv gleichbleibend empfundener Qualität zu reduzieren.

2.1.2 Auditive Wahrnehmung

Wie die visuelle Wahrnehmung, so ist auch akustische Wahrnehmung ein komplexer Prozess, an dem mehrerer Organe beteiligt sind. Vereinfachend dargestellt werden Schallwellen vom Ohr detektiert und in elektrische Impulse konvertiert, welche über Nervenbahnen an die primäre Hörrinde im Großhirn weitergeleitet werden. Informationsverarbeitungsprozesse in den sekundären Hörräumen selektieren die Erregungsmuster unter Berücksichtigung des akustischen Gedächtnisses und erzeugen letztlich die Klangbilder in unserer bewussten Wahrnehmung.

2.1.2.1 Funktionsweise des Ohrs

Töne sind Druckwellen, die von Schallerzeugern (z. B. Stimmorganen oder Lautsprechern) über ein Medium (z. B. Luft oder Wasser) an Schallempfänger (z. B. Ohren oder Mikrofone) geleitet werden. Abb. 2.6 skizziert den Aufbau des Ohrs.

Der Hörvorgang beginnt im äußeren Ohr damit, dass Schalldruckwellen durch den Gehörgang gelenkt werden und auf das Trommelfell treffen, welches dadurch in Schwingung versetzt wird. Im Mittelohr übertragen die Gehörknöchelchen in der Paukenhöhle die Auslenkung des Trommelfells auf die Membran des ovalen Fensters im Innenohr,

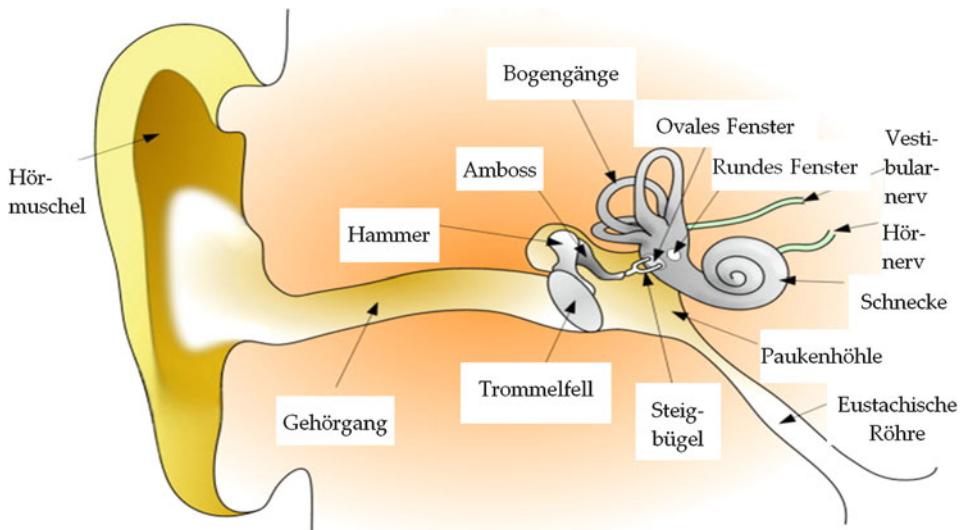


Abb. 2.6 Aufbau des Ohrs

welche wiederum die Lymphflüssigkeit im Innenohr zum Schwingen anregt. Da die Luft im äußeren Ohr auf Grund einer geringeren spezifischen Dichte einen niedrigeren Wellenwiderstand besitzt als die Lymphe im Innenohr, wird das Signal im Mittelohr durch den Größenunterschied zwischen Trommelfell (große Fläche) und ovalem Fenster (kleine Fläche) zunächst verstärkt, um die aus dem unterschiedlichen Wellenwiderstand resultierende Signalabschwächung zu kompensieren (Braun et al. 2006, S. 300 ff.).

Durch die Auslenkung der Membran des ovalen Fensters entsteht eine Welle, die sich durch das Innenohr bewegt (Wanderwelle), und deren Geschwindigkeit und Länge auf dem Weg durch die Schnecke immer kleiner bzw. kürzer werden, während die Amplitude ansteigt. Dadurch hat jede ankommende Schallfrequenz ihre maximale Auslenkung an einem bestimmten Punkt der Schnecke. In den Gängen des Innenohrs trifft die Welle auf Sinneszellen in Form von Haarzellen, deren feine Härchen durch die Wellen bewegt werden und die dabei über eine Synapse mit einem sensorischen Neuron verstärkt Nervenimpulse erzeugen. Der Hörnerv überträgt dieses elektrische Signal an das Gehirn, das die Impulse verarbeitet.

2.1.2.2 Hörvermögen

Die Sensitivität des menschlichen Gehörs ist nicht über das gesamte akustische Frequenzband hinweg gleich stark, sondern hängt vor allem von der Tonfrequenz und dem Schalldruckpegel ab. Der Mensch kann generell Schallwellen im akustischen Frequenzband, also von einer Frequenz ab ca. 20 Hz bis zu ca. 20 kHz, im Maximum 22.050 Hz hören. Frequenzen des Infraschallbands (0 bis 20 Hz) können zwar nicht gehört, aber vom Körper als Vibrationen empfunden werden. Die obere Hörgrenze hingegen ist absolut und nimmt mit zunehmendem Lebensalter ab, sodass Erwachsene durchschnittlich Frequenzen bis ca.

16 kHz und Senioren nur noch bis ca. 8 kHz hören können. Der leiseste wahrnehmbare Schalldruck (Null Dezibel Schalldruckpegel) beträgt etwa 20 Mikropascal und die Schmerzgrenze liegt bei einem Schalldruckpegel über 130 Dezibel (Braun et al. 2006, S. 301 ff.).

Beim Richtungshören nutzt die akustische Informationsverarbeitung Wahrnehmungsunterschiede zwischen beiden Ohren hinsichtlich Laufzeit und Schalldruckpegel eines Signals zur Positionsbestimmung.

Diese und weitere Erkenntnisse der Psychoakustik sind in Kap. 8.7.2.7 „Differenz-Kodierung“ und Kap. 8.7.2.8 „Psychoakustische Kodierung“ beschrieben, weil sie als Grundlage für Kompressionsverfahren interessant sind, welche die Datenmenge durch das Herausfiltern unhörbarer Informationen reduzieren.

2.1.2.3 Signalverarbeitung

Die vom sensorischen Neuron der Haarzelle erzeugten elektrischen Erregungsmuster werden über die Nervenbahnen des rechten und linken Hörnervs an den Hirnstamm und dort an das limbische System und die primäre Hörrinde übergeben. Das limbische System ist für die Verarbeitung von Emotionen und für die körperliche Reaktion auf Emotionen zuständig, während die Hörrinde die Aufmerksamkeitskontrolle für das Hören ausübt, also bestimmt, auf welche Geräusche wir uns konzentrieren. So sind wir bspw. in der Lage, bei zwei ineinander verschachtelten Melodien die Interpretation so gezielt zu steuern, dass wir beide Melodien identifizieren können, wenn nur ein Stück bekannt ist. Ein spezielles sensorisches Ultrakurzzeitgedächtnis (Echogedächtnis) gestattet, die Informationen innerhalb von 3–4 Sekunden abzurufen, selbst wenn die Aufmerksamkeit abgelenkt ist (Cowan 1984). So können Sie auf die Frage Ihres Gegenübers „Was habe ich gerade gesagt?“ antworten, obwohl Sie mit den Gedanken wo anders waren. Dann können die Informationen direkt in das Langzeitgedächtnis transferiert oder der bewussten Verarbeitung im Kurzzeitgedächtnis zugeführt werden. In den für die Analyse zuständigen sekundären Hörrinden existiert wie schon bei der Auswertung visueller Reize eine Arbeitsteilung zwischen den Hirnhälften: beim Musikhören ist die linke eher für den Rhythmus und die rechte eher für Melodie und Klangfarbe zuständig. Im Großhirn sind schließlich die Areale zu finden, die für die langfristige Speicherung von Wissen und Präferenzen in Zusammenhang mit Musik zuständig sind.

Die akustische Wahrnehmung findet in zwei Schritten statt: Zunächst erfolgt die sensorische Wahrnehmung im Ohr, die eine neuronale Aktivität erzeugt, und sodann die Interpretation dieser neuronalen Aktivität im Gehirn, die eine bewusste Wahrnehmung erzeugt.

In beiden Verarbeitungsstufen treten Effekte auf, die letztlich bestimmen, was wir wie hören. Aus der Anatomie des Ohres resultieren physiologisch-akustische Effekte, wie z. B. die nicht linear-logarithmische Sensitivität des Hörapparates und die Spektralbandzerlegung bei der Transformation einer Schalldruckwelle in einen neuronalen Impuls und aus der Verarbeitung im Gehirn psycho(logisch)-akustische Effekte, wie das Ausblenden von

Informationen aus der bewussten Wahrnehmung oder die Elaboration von akustischen Fragmenten zu sinnvollen Mustern (Braun et al. 2006, S. 300 ff.).

Kompressionsverfahren nutzen auch dieses Wissen, um die Datenmenge bei subjektiv gleichbleibend empfundener Hörqualität zu reduzieren.

2.2 Aktivierung

Um Aufmerksamkeit für eine Website zu erregen, ist vor allem der erste Eindruck wichtig. Dieser ist – wie beim Kontakt mit einem Mitmenschen – besonders prägend. Er entscheidet oftmals darüber, ob ein Besucher sich weiter mit dem Webangebot beschäftigt oder nicht, und bleibt den Nutzern im Gedächtnis.

Für den ersten Eindruck können Sie der eigentlichen Startseite **Eingangsseiten** (Jumper- oder Splash-Screens) voranstellen, die den Benutzer aktivieren sollen. Diese dürfen nicht mit Brücken- bzw. Doorway-Pages verwechselt werden, die speziell für Suchmaschinen konzipiert werden und deren Einsatz zum Ausschluss aus dem Index führen kann (siehe Kap. 4.2.2.1). In Abb. 2.7 ist als Beispiel die Eingangsseite für einen Designerofen (www.lupino.info) zu sehen, die auf der Audiospur mit dem behaglichen Knistern eines Kaminfeuers unterlegt ist. Werden diese Seiten eingesetzt, ist auf eine kurze Ladedauer zu achten, damit die Benutzer nicht ungeduldig werden und die Seite verlassen. Sie eignen sich vor allem dann, wenn der Benutzer durch eine schnell geladene Jumper-Seite von einer etwas längeren Ladedauer der Hauptseite abgelenkt werden soll, die währenddessen im Hintergrund



Abb. 2.7 Beispiel einer Eingangsseite

aufgerufen wird. Eingangsseiten sind in der Literatur nicht unumstritten. Eine Fraktion (*Jacob Nielsen* u.a.) ist der Ansicht, dass diese Seiten unnützer Ballast sind, die den Nutzer beim Erreichen der gesuchten Information nur bremsen. Die andere Fraktion (*David Siegel* u.a.) meint, dass Anwender bei guter Gestaltung über die emotionale Ansprache eher zum Bleiben animiert werden.

Ob auf einer Eingangs- oder der Startseite: Die zentrale Frage bei der Gestaltung des ersten Kontakts ist, wie eine Aktivierung ausgelöst werden kann.

Die Aktivierung wird von Reizen gesteuert oder zumindest beeinflusst (Kroeber-Riel 1990, S.66 f.): Man unterscheidet zwischen inneren und äußeren Reizen, die einen Konsumenten aktivieren können. **Innere Reize** sind von Stoffwechselvorgängen gesteuert, welche z.B. durch Koffein, Nikotin oder auch durch Hormonfreisetzung etwa infolge gedanklicher Vorstellung eines guten Essens ausgelöst werden können. **Äußere Reize** sind Töne, Bilder, Texte, Gerüche usw. Durch gezielten Einsatz äußerer Reize kann der Konsument aktiviert und so der Beeinflussungserfolg gesteigert werden. Bei der Aktivierung durch eine äußere Anregung handelt es sich allerdings nicht um eine direkte Stimulation. Kroeber-Riel spricht von einer „Dechiffrierung“ des Reizes, die der eigentlichen Aktivierung noch vorgelagert ist. Dabei werden objektive Reize subjektiv interpretiert (siehe Abschn. 2.3.3). Das ist der Grund, weshalb gleiche Reize bei verschiedenen Individuen unterschiedliche Reaktionen hervorrufen können. Die äußeren Reize, welche sich für eine gezielte Aktivierung eignen, lassen sich ihrer Wirkung nach klassifizieren als

- emotionale Reize,
- kognitive Reize und
- physische Reize.

Durch **emotionale** Reize soll und kann der Konsument für Informationen geöffnet werden (Bänsch 1989, S. 12). Zu diesen klassischen Stimuli der Werbung zählen die Schlüsselreize, die biologisch vorprogrammierte Verhaltensweisen auslösen (Kroeber-Riel 1990, S.69). Diese regen den Empfänger weitgehend automatisch innerlich an, da sie oftmals angeborene Reaktionen und Instinkte auslösen (Kroeber-Riel und Meyer-Hentschel 1982, S.67).

Ein Beispiel für einen solchen Schlüsselreiz ist das häufig verwendete Kindchenschema, bei dem das Gesicht eines Kleinkinds gezeigt wird. Der Begriff geht auf den österreichischen Verhaltensforscher Konrad Lorenz (1903–1989) zurück, der damit die wesentlichen Merkmale des Kleinkindergesichts (vor allem großer Kopf, hohe Stirn, große Augen, kleine Nase, runde Wangen, kleines Kinn) zusammenfasste (Lorenz 1943). Diese Merkmal-kombination signalisiert Hilfs- und Schutzbedürftigkeit und wirkt über die evolutionsbiologische Funktion (aggressionshemmend und Fürsorge auslösend) allgemein „süß“ und „niedlich“. Das Kindchenschema aktiviert bei Frauen (vermutlich auch bei Männern) neben Hirnregionen, die für Aufmerksamkeitssteuerung und Gesichtsverarbeitung zuständig sind, auch das sog. Belohnungszentrum (Nucleus accumbens) (Glockera et al. 2009) und entzieht sich damit weitgehend einer bewussten Steuerung.

Bei der **kognitiven** Reizaktivierung macht man sich die Tatsache zunutze, dass gedankliche Widersprüche und Überraschungen (siehe z.B. Kap. 7.4.2.2) die Informations-

verarbeitung des Betrachters stimulieren können (Kroeber-Riel 1990, S. 70). Die Wahrnehmung wird dabei vor ungewohnte Aufgaben gestellt. Bildmanipulationen, z. B. durch Verfremdungstechniken, sind dazu geeignet, die Erinnerung zu verstärken, doch nutzen sie sich im Gegensatz zu emotionalen Anregungen bei Wiederholungen sehr schnell ab (Kroeber-Riel und Meyer-Hentschel 1982, S. 67).

In die Kategorie **physische** Reize fallen die Einflüsse, welche die Sinnesorgane des Menschen ansprechen, d. h. Farbe, Musik, Oberflächenstruktur, Geruch, Größe etc. Durch sie lässt sich mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Aktivierung erreichen – bspw. werden große Anzeigen häufiger und länger betrachtet als kleine (Kroeber-Riel 1990, S. 71). Sie wirken weniger durch ihren Inhalt, sondern hauptsächlich durch ihre formale Qualität (Kroeber-Riel und Meyer-Hentschel 1982, S. 67). Es ist aber zu beachten, dass physische Stimuli zwar Aufmerksamkeit erregen können, jedoch selten den Betrachter fesseln.

Alle drei genannten Wirkungskategorien lassen sich in Form von Sozialtechniken nutzen, um gezielt zu aktivieren und zu beeinflussen.

Da die Informationsüberlastung in den industrialisierten Ländern die Reizschwelle der Menschen angehoben hat, ist es notwendig, mit einer Webapplikation eine höhere Aktivierung zu erzielen als alternative Angebote.

Einem sinkenden Interesse und der daraus folgenden nachlässiger und bruchstückhafter werdenden Informationsaufnahme (Kroeber-Riel 1979, S. 261) lässt sich dadurch entgegenwirken, dass man die angebotene Information auffälliger präsentiert, damit sie auch bei flüchtiger Betrachtung wirkt. Stand- und insbesondere Bewegtbilder gewinnen an Bedeutung. Sie sind besonders geeignete Medien, da visuelle Reize schneller aufgenommen, leichter verarbeitet und besser behalten werden (Neibcker 1987, S. 356). Texte oder andere visuelle Zeichen übermitteln zwar auch Informationen über einen Tatbestand, im Gegensatz zu Bildern gibt es aber bei der schriftlichen Darstellung keine Ähnlichkeit zwischen den Zeichen und dem dargestellten Sachverhalt (vgl. Kap. 7.4.4), wodurch ihre Erinnerungswerte deutlich steiler abfallen. Abb. 2.8 verdeutlicht in Anlehnung an (Kroeber-Riel

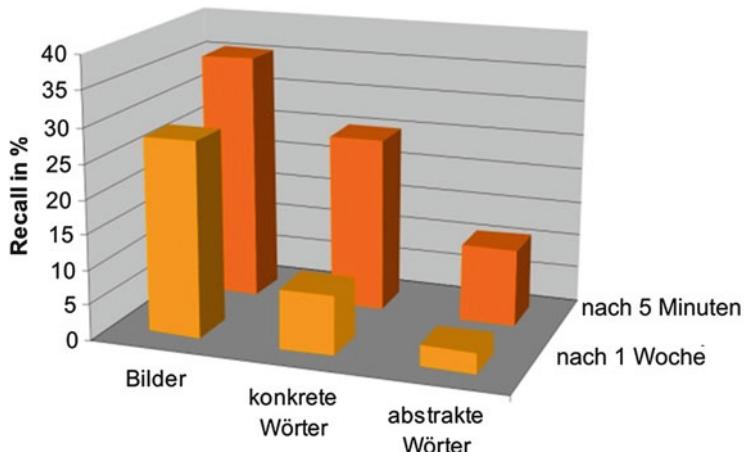


Abb. 2.8 Gedächtnisleistung bei Wörtern und Bildern

1993, S. 27) anhand eines Vergleichs der **Gedächtnisleistungen** (Recall) von Wörtern und Bildern.

Ein Bildinhalt von mittlerer Komplexität lässt sich meist in ein bis zwei Sekunden auffassen. Im gleichen Zeitraum übermittelt Text nur einen Bruchteil der Informationsmenge. Während Geschriebenes im menschlichen Gehirn als Sprache sequenziell und digital verarbeitet wird, geschieht dies bei der Bildverarbeitung ganzheitlich und analog (Kroeber-Riel 1993, S. 63). Deshalb verbessert sich gerade bei eher passiven Konsumenten die Effizienz der Informationsübermittlung durch den Einsatz von Bildern deutlich (Neibecker 1987, S. 358).

Videos und Animationen sind bewegte Bilder, bei denen es durch die Bildfolge möglich ist, komplexe Vorgänge z. T. vereinfacht und leicht verständlich aufzubereiten. Für sie gelten grundsätzlich die gleichen Gestaltungsregeln wie für Einzeldarstellungen. Ihre Fähigkeit, auch akustische Informationen wiederzugeben, gestattet es, mehrere Kommunikationskanäle des Rezipienten simultan anzusprechen. Dadurch erhöht sich die übertragene Informationsmenge pro Zeiteinheit nochmals.

Im Allgemeinen behalten wir 10 % von dem, was wir lesen, 20 % von dem, was wir hören, 30 % von dem, was wir sehen, 50 % von dem, was wir hören und sehen, 70 % von dem, was wir selbst sagen und 90 % von dem, was wir selbst tun (Fuchs und Graichen 1994, S. 112.). Diese einfache Summierung ist allerdings nur ein Anhaltspunkt, da bspw. persönliches Interesse oder emotionaler Bezug einen weit stärkeren Einfluss auf die Erinnerungsleistung haben können als der angesprochene Sinneskanal.

Aufgrund ihrer Multimedialität ist eine Webapplikation in der Lage, alle Darstellungsformen und Aktivierungsmechanismen der konventionellen Medien zu integrieren, z. B. intensive emotionale Bilder, Lichteffekte, Bewegung, Dynamik, schnelle Schnitte, überraschende akustische Reize und eingehende Melodien. Moderne Webseiten setzen daher als Splash-Screens vermehrt bildschirmfüllende Dia-Slideshows oder Videosequenzen ein, über die bereits die wesentlichsten Steuerelemente gelegt sind (zum Beispiel zu sehen auf <https://www.airbnb.de>).

Damit sich Internetpräsenzen in der Informationsflut durchsetzen können, ist es wichtig, bei deren Gestaltung von den Regeln für klassische Werbemedien abgeleitete **Aktivierungsregeln** zu berücksichtigen. Diese werden im Kap. 7.4 vorgestellt.

Nachdem die Aufmerksamkeit des Besuchers gewonnen ist, muss man ihn dazu motivieren, sich näher mit der Website zu beschäftigen. Der Webdesigner hat die Möglichkeit, verschiedene Motivationsobjekte einzusetzen, um den Benutzer an die Website zu binden: Neugier, Nutzen und Klarheit oder Humor (Thissen 2001, S. 177 ff.).

Der Mensch ist von Natur aus **neugierig**, daher ist der Aufbau von Spannung sowie etwas Geheimnisvollem von Vorteil. Die Neugier des Besuchers wird häufig durch den Einsatz eines dunklen Hintergrundes geweckt, der für das Verbogene und Unbekannte steht. Aber auch das Aufwerfen einer Frage hilft dabei, den Benutzer zum Weiterklicken zu motivieren. Einmal Entdecktes verliert allerdings seinen Reiz und eine ständige Aktualisierung ist notwendig, um die Seiten für den Benutzer interessant zu halten.

Motivierend kann für den Benutzer auch sein, wenn man ihm mitteilt, welchen **Nutzen** ihm diese Website bringt. Daher sollten dem Besucher Informationen angeboten werden, die für ihn möglichst rasch zu finden und von großem Wert sind.

Humor als Motivationsobjekt kann die Nutzung einer Website fördern, sollte aber sparsam eingesetzt werden. Vor allem muss die Zielgruppe beachtet werden, denn nicht jeder hat den gleichen Sinn für Humor. Damit man nicht auf Unverständnis beim Benutzer stößt, sollte der Humor Bezug zum Thema haben, sehr persönliche Themen wie bspw. Religion, Politik und Sexualität außen vor lassen und keine negativen Gefühle auslösen.

2.3 Entscheidungsprozesse

Weil das Resultat kognitiv geprägter Entscheidungsprozesse maßgeblich von der Bereitstellung und Nutzung relevanter Informationen abhängt (Silberer 1981, S.27), wird seit den 1970er-Jahren das Informationsverhalten der Konsumenten verstärkt analysiert. Dabei steht die theoriegeleitete Forschung im Mittelpunkt. Vor allem die Arbeiten von *Harald Hagemann* (Hagemann 1988), *Alfred Kuß* (Kuß 1987; Kuß 1991) sowie *Günter Silberer* (Silberer 1981) vermitteln hierzu einen Überblick. Die folgenden Ausführungen lehnen sich an diese Werke an und stellen die in der Literatur dokumentierten Erkenntnisse im Zusammenhang vor.

Das Informationsverhalten in Entscheidungssituationen lässt sich in folgende Schritte einteilen:

- Informationsbedarf
- Informationsbeschaffung
- Informationsaufnahme
- Informationsverarbeitung
- Informationsspeicherung
- Informationsweitergabe

2.3.1 Informationsbedarf

Die Studien zu den Einflussfaktoren des subjektiven Informationsbedarfs lassen sich in die Themenbereiche Sicherheitsbedürfnis, prognostizierte Informationserfolge und Anspruchsniveau sowie motivationale, kognitive und situative Determinanten einteilen.

Sicherheitsbedürfnis

Nach *J. Myron Atkin* (Atkin 1973, S.205 ff.) resultiert der Informationsbedarf aus einer Diskrepanz zwischen der tatsächlich empfundenen Unsicherheit in einer (Kauf-)Entscheidungssituation und dem vom Individuum tolerierten Unsicherheitsgrad. Auf empirischen Untersuchungen aufbauend strukturiert Atkin die nachgefragten Informationsinhalte in vier Klassen: Orientierungshilfen, Entscheidungshilfen, Verhaltensinformationen und Bestätigungsinformationen.

Der Bedarf an Orientierungshilfen entsteht durch den Wunsch des Konsumenten, die für das Wohlbefinden wichtigen Umweltinformationen aufzunehmen und zu verstehen

(Welche Alternativen existieren?). Entscheidungshilfen werden benötigt, um bei einer gegebenen Disposition die richtige Auswahl zu treffen (Welche Alternative ist für meine Bedarfssituation die richtige?). Verhaltens- oder Durchführungsinformationen zielen auf die Art des Informations- und Kaufverhaltens ab (Wie bekomme ich die erforderlichen Daten, wie organisiere ich den Kaufprozess?). Das Bedürfnis nach Bestätigungsinformationen entspringt dem Streben nach Selbstbestätigung.

Prognostizierte Informationserfolge und Anspruchsniveau

Hans Raffée (Raffée 1969, S. 74 ff.) konzentriert seine Analyse des Informationsbedarfs privater Haushalte bei (Kauf-) Entscheidungen auf die Informationspräferenz. Sie ist als spezifischer Güterbedarf definiert und lässt sich wie folgt nuancieren: Wenn eine finale Ausrichtung auf einen Güterkauf besteht, spricht man von einer speziellen Informationspräferenz, im anderen Fall von einer allgemeinen. Hinsichtlich der nachgefragten Informationsart unterscheidet Raffée Suchinformationen (Welche Alternativen existieren?), Dateninformationen (Welche Merkmale weisen die einzelnen Güter auf?) und Entscheidungsinformationen (In welcher Rangfolge sind die Alternativen für die Befriedigung einer Bedarfssituation geordnet?). Bezuglich des erwünschten Vollständigkeitgrads der Informationen lassen sich die Kategorien Partial- und Totalinformationen abgrenzen. Je nachdem wie bedeutsam die Aktualität der Daten ist, lässt sich nach aktuellen und strukturellen Informationen differenzieren. Dieser Ansatz geht von der Annahme aus, dass der Konsument Kosten und Erträge der Informationsbeschaffung *a priori* nicht exakt bestimmen kann und daher keine maximale, sondern eine ihn zufriedenstellende Informationsversorgung anstrebt. Der Informationsbedarf ist also einerseits von subjektiv erwarteten Lösungsbeiträgen durch Informationen und andererseits durch das individuelle Anspruchsniveau determiniert.

Motivationale, kognitive und situative Determinanten

Raffée und *Silberer* unternahmen 1975 einen gemeinsamen Versuch, den subjektiven Informationsbedarf des Konsumenten zu erklären. Sie unterschieden drei Determinantengruppen (Raffée und Silberer 1975, S.37): motivationale, kognitive und situative Faktoren. Die motivationalen Elemente sind vor allem das Streben nach Transparenz, Konsistenz, Sicherheit und Entlastung sowie persönliche Interessen und eine Leistungsmotivation. Zu den kognitiven Determinanten zählen Erfahrungen, Wertvorstellungen, Einstellungen, Erinnerungsfähigkeiten und die individuelle kognitive Komplexität eines Verbrauchers. Die situativen Einflussfaktoren bestehen aus Menge, Inhalt und Zugänglichkeit der Umweltinformationen, Zeitdruck, Delegations- und Imitationsmöglichkeiten und dem Rechtfertigungsdruck von außen.

Der Informationsbedarf ist nach dieser Theorie mit dem Streben nach Befriedigung der motivationalen Einflüsse, den kognitiven Fähigkeiten, der Menge des Informationsangebots und dem Rechtfertigungsdruck positiv und mit dem Umfang der Vorkenntnisse, dem Zeitdruck und den Möglichkeiten zur Delegation oder Imitation negativ korreliert.

2.3.2 Informationsbeschaffung

Die Determinanten der Informationsbeschaffung lassen sich nach dem risikotheoretischen, aktivierungstheoretischen, komplexitätstheoretischen, dissonanztheoretischen und dem Kosten-Nutzen-Ansatz erklären.

Risikotheoretischer Ansatz

Jede (Kauf)-Entscheidung birgt subjektiv wahrgenommene und objektive Risiken finanzieller, funktioneller, gesundheitlicher und psychosozialer Art in sich (Cunningham 1967; Jacoby und Kaplan 1972). Um diese Kaufrisiken zu minimieren, beschafft sich der Konsument Informationen (Bauer 1960; Cox 1967a). Alternative Strategien sind Markentreue, strenge Orientierung am Preis, Imitation des Verhaltens anderer Konsumenten und die Senkung des eigenen Anspruchsniveaus (Roselius 1971, S. 56 ff.). Nach *Donald J. Cox* (Cox 1967b, S. 604 ff.) bevorzugt der Konsument diejenige Form der Risikoreduktion, die das beste Verhältnis des antizipierten Aufwands zum antizipierten Ertrag verspricht. Dazu bedient er sich bspw. bei der Informationsbeschaffung vor allem solcher Quellen, von denen er sich eine im Vergleich zum Beschaffungsaufwand höhere Risikoreduktion erwartet.

Aktivierungstheoretischer Ansatz

Nach dem u.a. von *Kroeber-Riel* (Kroeber-Riel 1979) vertretenen Aktivierungsansatz ist der Mensch bestrebt, ein individuell definiertes, mittleres Anreizniveau zu erreichen bzw. aufrechtzuerhalten. Reizarme Situationen führen demnach zu einer Suche nach kognitiver und emotionaler Anregung. Beispiele hierfür sind Neugier und der Wunsch nach Abwechslung. Liegt das Reizniveau oberhalb des persönlichen Idealbereichs, so versucht der Konsument weitere Stimuli zu meiden. Mittlere Aktivierungspotenziale führen am ehesten zu einer gezielten Orientierung in Form der Beschaffung relevanter Produktinformationen.

Komplexitätstheoretischer Ansatz

Der Komplexitätsansatz (Schroder et al. 1967) ähnelt dem Aktivierungskonzept. Er beleuchtet zusätzlich die strukturelle Beschaffenheit von Umwelt und kognitivem System sowie die Interaktion zwischen diesen Komponenten. Er unterstellt eine inverse U-Funktion zwischen Umweltkomplexität und Informationsbeschaffung: Die Informationsnachfrage steigt also mit der Umweltkomplexität an, um dann ab einem bestimmten Punkt wieder abzufallen. Nicht geklärt ist bisher, ob dieser rückläufige Effekt erst beim Erreichen der kognitiven Kapazitätsgrenze eintritt oder ob der Verbraucher ab einem bestimmten Informationsstand von der weiteren Informationsbeschaffung keinen ausreichend hohen Nutzen mehr erwartet.

Dissonanztheoretischer Ansatz

Die Theorie der kognitiven Dissonanz (Festinger 1957) versucht die Selektivität der menschlichen Informationsbeschaffung und -aufnahme zu erklären. *Leon Festinger* geht davon aus, dass Informationen, die im Gegensatz zu bisherigem Wissen und Einstellungen

stehen, zu einer als unangenehm empfundenen Dissonanz führen. Um diese zu beseitigen, werden widersprechende Informationen gemieden und bestätigende Informationen gesucht. Es besteht also die Tendenz, an Vorurteilen festzuhalten und sie durch gezielte Informationsauswahl zu untermauern. Als weitere Möglichkeiten der Dissonanzreduktion kann auch die Bedeutung des Problems niedriger oder die Quelle der dissonanten Information als weniger kompetent eingeschätzt sowie eine bereits gewählte Alternative unkritisch betrachtet werden. Festinger stellt allerdings selbst heraus, dass die kognitive Dissonanz nur eine von mehreren Determinanten des Informationsbedarfs ist.

Kosten-Nutzen-Ansatz

Dieser besonders flexible Ansatz, der sich auch mit bereits vorgestellten Konzepten (z. B. dem risikotheoretischen und dissonanztheoretischen Ansatz) kombinieren lässt, besagt, dass Informationen dann beschafft werden, wenn sich der Konsument einen im Vergleich zum Beschaffungsaufwand mindestens gleichwertigen Informationsnutzen erwartet. Dieses Kriterium gilt analog auch für die Wahl der Informationsquelle.

Von großer Bedeutung ist dabei die Erwartungshaltung des Verbrauchers. So führt *Eberhard Kuhlmann* die oft nachgewiesene geringe Informationsbeschaffung darauf zurück, dass der Konsument über die Kosten der Konsultation bestimmter Quellen recht genau informiert, bezüglich der durch sie zu erwartenden Nutzensteigerung aber unsicher ist (Kuhlmann 1970).

2.3.3 Informationsaufnahme

Der Kapazitätsengpass des menschlichen Informationsverarbeitungssystems ist das Kurzzeitgedächtnis, das unabhängig von der Informationsaufbereitung (z. B. als Dezimalzahlen, Buchstaben oder Wörter) simultan maximal etwa sieben Begriffe (Chunks) verarbeiten kann (Miller 1956).

Einflussfaktoren für die Informationsaufnahme in Entscheidungsprozesse lassen sich in die fünf Hauptgruppen Person, Aufgabe, Situation, Problembezug und Informationsangebot einteilen (Kuß 1987, S. 123 ff.).

Personale Einflussgrößen wie Alter, Ausbildung, Beruf, Einkommen, kognitiven Fähigkeiten bzw. Eigenschaften und Selbstsicherheit sind für solche Webapplikationen bzw. Internetpräsenzen relevant, die für eine klar abgegrenzte Zielgruppe entwickelt werden. Analog gilt dies für situative Determinanten, bei denen vor allem die Auswirkungen des Zeitdrucks im Vordergrund stehen. Auch die Erkenntnisse über problembezogene Faktoren können nur dann in den Entwurf einfließen, wenn das (Produkt-) Wissen des Anwenders und die Bedeutung des Kaufentscheids für ihn vorab bekannt sind.

Unabhängig von Vorkenntnissen sind Format und mediale Gestaltung von Informationen, Informationsmengen, Schlüsselinformationen und Informationskosten von allgemeiner Gültigkeit.

Format des Informationsangebots

Es wird unterschieden zwischen alternativenweiser (markenweiser), attributweiser (merkmalsweiser) und matrixartiger (Tabelle mit Marken und Attributen wie z. B. bei Übersichten in Warentests) Darbietung. Es hat sich gezeigt, dass die alternativenweise Aufnahme von Daten in der Praxis die größte Bedeutung hat (Olshavsky 1979; Raaij 1976).

Mediale Informationsform

Der Form nach lassen sich die derzeit leicht distributierbaren Informationen in textliche, numerische, akustische und bildliche unterteilen. Numerische Werte und bildliche Darstellungen können im Entscheidungsprozess besonders leicht verarbeitet werden (Holbrook und Moore 1981). Einfache Angaben lassen sich leichter akustisch aufnehmen, komplexe dagegen besser in Schriftform (Hartman 1961).

Informationsmengen

Die Informationsmenge ergibt sich aus der Anzahl von Alternativen und deren Attributen. Mit einer zunehmenden Zahl der Alternativen steigt die absolute Rezeption, während der Anteil der verwendeten Daten sinkt – zur Menge der Attribute steht sie absolut in einem positiven, relativ in einem negativen Zusammenhang (Kuß 1987, S. 133 ff.).

Schlüsselinformationen

Diese Angaben zeichnen sich dadurch aus, dass sie besonders „gehältvoll“, d.h., dass in ihnen mehrere Einzelinformationen zusammengefasst sind (z.B. Markennamen, mit denen Erfahrungen, Wissen etc. verbunden sind, Preis als Qualitätsindikator, Gütesiegel usw.). Durch die verdichtete Form sind sie leicht aufzunehmen und ersparen häufig eine intensivere Suche.

Informationskosten

Unter den Kosten lassen sich alle Aufwendungen für die Informationsaufnahme subsumieren. Diese umfassen den Zeitaufwand (für Beschaffung und Rezeption), die Kosten i. e. S. und psychologische „Kosten“ (Engel et al. 1982). Psychologische Kosten wirken sich in erster Linie auf die genutzte Informationsmenge und die Art der in Anspruch genommenen Quellen aus. Beispiele für psychologische Kosten sind z. B. Frustration durch Wartezeiten oder Belästigung durch Pop-Up-Fenster. Jeder dieser Faktoren für sich kann bereits eine Informationsaufnahme verhindern.

2.3.4 Informationsverarbeitung

Insbesondere vor dem Hintergrund der exponentiell anwachsenden Informationsflut, welcher wir durch Massenmedien und Internet ausgesetzt sind, stellt sich die Frage, wie wir mit der wachsenden Reizüberflutung zureckkommen. Um die Informationsmenge zu reduzieren, ist der Mensch gezwungen, die Informationen zu selektieren, zu klassifizieren und zu interpretieren.

Bis in die 70er-Jahre erklärte die Psychologie die menschliche Informationsverarbeitung als kybernetisches Modell. Im Rahmen der „kognitiven Wende“ entstand das Konzept, das

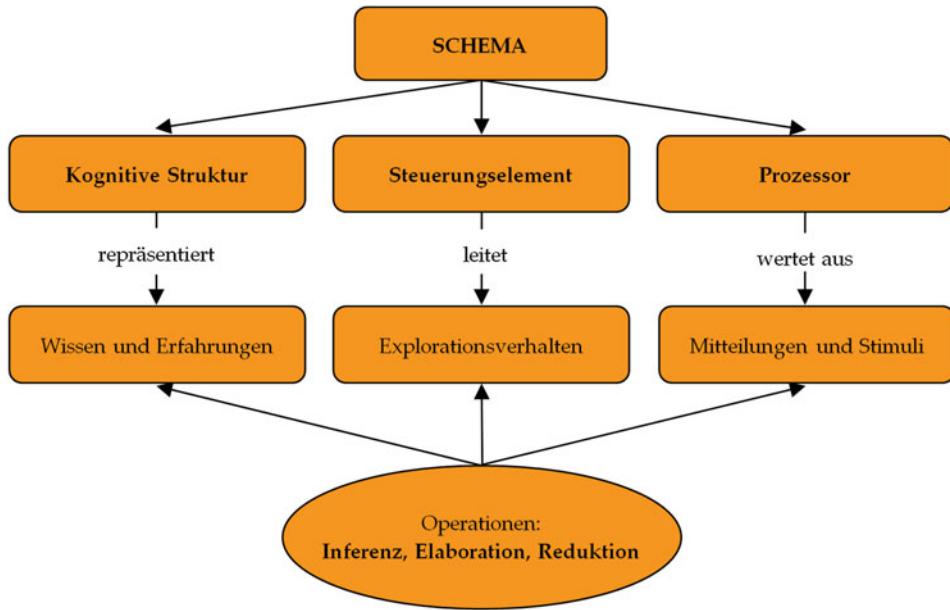


Abb. 2.9 Die Struktur eines mentalen Schemas

Gedächtnis als dynamisches Netzwerk und die menschliche Informationsverarbeitung als einen aktiven Prozess zu verstehen. Menschen können die eingehenden Informationen verarbeiten, weil sie dafür kognitive Strukturen (Schemata) zur Verfügung haben (Sommerfeld 1994, S.47 f.). Nach der **Schema-Theorie** von *Ulric Neisser* (Neisser 1979) besteht das menschliche Informationsverarbeitungssystem aus einem Konglomerat von Schemata, die in einem dynamischen Netzwerk organisiert sind und durch Lernen und Erleben entstehen bzw. modifiziert werden. Diese Schemata beziehen sich z. B. auf Objekte (bspw. Haus-Schema), Handlungen (bspw. Lauf-Schema) und Situationen (bspw. Prüfungs-Schema). Da jedes Individuum eigene Erfahrungen und Ereignisse erlebt hat, sind auch seine Schemata individuell geprägt. Begriffe sind darin als Knoten repräsentiert, Beziehungen als Kanten. Die Relationen können klassifizierend sein (genus proximus), Eigenschaften darstellen (differentia specifica) oder Beispiele in Bezug zum Objekt setzen. Dabei erfolgt die menschliche Informationsverarbeitung durch Modelle, die auf die kognitiven Optionen (Rekodierung etc.) des Rezipienten eingehen.

Abb. 2.9 skizziert den Aufbau dieses Konstrukts nach (Neisser 1979).

Ein Schema hat drei Funktionen:

- Die kognitive Struktur repräsentiert Wissen und Erfahrungen (sie entspricht dem Gedächtnis i. e. S.).
- Das Steuerungselement leitet das Explorationsverhalten.
- Der Prozessor wertet Mitteilungen und Stimuli aus.

Für die Informationsverarbeitung stehen im Schema-Modell drei grundlegende Operationen zur Verfügung: Inferenz (das Schlussfolgern), Elaboration (das Anreichern) und Reduktion (die Verdichtung):

- Die **Inferenz** leitet Erwartungen aus der Verknüpfung von Mitteilungs- und Schemainformationen ab.
- Die **Elaboration** reichert externe Informationen mit internen (also vorhandenem Wissen und bestehenden Erfahrungen) an, wodurch bereits aus kleinen Stimuli große Wirkungen entstehen können und die aufgenommene Information eine persönliche Färbung erhält. Der Extremfall der Elaboration ist die „doppelte Kodierung“, bei der Bilder für sensorische Wahrnehmungen auch noch begrifflich (im Sinne von sprachlich) umkodiert werden. Dies führt zu Déjà-vu-Erlebnissen.
- Die **Reduktion** verdichtet Informationsbestandteile zu Makro-Strukturen. Dies kann entweder über eine Komplexion (Bildung eines Ganzen aus unterschiedlichen Objekten) oder eine Generalisierung (Systematisierung in Klassen und Kategorien anhand gemeinsamer Merkmale von Elementen) erfolgen.

Diese Operationen nehmen also bei ihrer Anwendung im Allgemeinen Einfluss sowohl auf die (eine bestimmte Information) repräsentierende Struktur sowie auf die Information selbst (Sommerfeld 1994, S. 67).

Umgebungsinformationen werden dabei auf der Basis von vorgefertigten Denkmustern hinsichtlich Anforderungen, Bedürfnissen und Zielen des Individuums bewertet und adaptiert (Fitzpatrick 2005). Auf Grund der selektiven und anforderungsorientierten Arbeitsweise sind Umgebungsinformation und interne mentale Repräsentation nicht identisch. So beschreibt beispielsweise *Douglas Adams* in seinem Roman „Hitchhiker’s Guide to the Galaxy“ ein SEP-Feld (Somebody Else’s Problem-Feld, engl. für „Problem-Anderer-Leute-Feld“), mit dem sich mühelos Gegenstände beliebiger Größe tarnen lassen. Es beruht auf dem Prinzip, dass Menschen all das, was sie nicht sehen wollen, nicht erwartet haben oder sich nicht erklären können, unterbewusst zum „Problem anderer Leute“ erklären und aus ihrer Wahrnehmung ausblenden. In der dritten Folge der TV-Dokumentation „Die Macht der Sinne“ (BBC Germany) ist etwa in mehreren Szenen völlig unpassend ein Mensch im Gorillakostüm deutlich zu sehen, wird aber von den meisten Zuschauern nicht wahrgenommen.

Die Informationsverarbeitung beim Verstehen sensorisch erfasster Informationen läuft zweigleisig ab (Ballstaedt et al. 1998, S. 80 ff.). Vom Verarbeiter aus steuern die kognitiven Schemata top-down die Auswertung durch Inferenz und Elaboration. Dabei entstehen durch reduktive Prozesse Makropositionen. Gleichzeitig wirken vom Gegenstand der Betrachtung Stimuli bottom-up auf den Rezipienten ein. Es handelt sich also um einen interaktiven Prozess. Dieser vollzieht sich auf allen vier Ebenen der Semiotik: auf der physikalischen, der syntaktischen, der semantischen und der pragmatischen Ebene. Für jeden Level existieren Schemata, oder sie entstehen während des beschriebenen Prozesses.

Je niedriger die Ebene, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass bereits Schemata vorhanden sind.

Das Vorhandensein von Schemata ist mit anderen Worten **Vorwissen**, das die Inferenzvorgänge und somit den Grad der Redundanz einer Information beeinflusst. Bestehende kognitive Strukturen erleichtern die Einordnung neuer Schemata. Dies ist von besonderer Bedeutung, da das menschliche Informationsverhalten hinsichtlich Suche, Aufnahme, Verarbeitung und auch Weitergabe stark selektiv arbeitet. Diese Selektivität veranlasst Neisser zu der Einschätzung, der Mensch sei ein „cognitive miser“, also ein kognitiver Geizhals (Neisser 1979, S. 79).

Zwar kann das menschliche IV-System simultan nur maximal sieben Begriffe (**Chunks**) verarbeiten. Der spezifische Inhalt einzelner Chunks hat für das Kurzzeitbehalten aber keine Relevanz und ihr Informationsgehalt kann sehr unterschiedlich sein. Ein Tanz bspw. besteht aus mehreren kombinierbaren Figuren, die wiederum aus Schrittfolgen bestehen. Anfänger lernen zunächst lauter einzelne Schritte, die zu einer Grundfigur gehören. Zu diesem Zeitpunkt belegt jeder Schritt einen unserer wenigen verfügbaren Chunks. Nach einer gewissen Übungsphase wird aus einer Folge von Einzelschritten ein zusammengehöriger Bewegungsablauf, den wir als ein Chunk abspeichern und wieder abrufen können, ohne über die Einzelbestandteile nachzudenken. Beim fortgeschrittenen Tänzer enthalten die Chunks also komplette Figuren statt einzelner Schritte – ein Beispiel für Informationsverdichtung durch Komplexion.

Ebenfalls wegen dieses Engpasses nehmen wir nur Bruchstücke der Realität auf und ergänzen sie durch Inferenz und Elaboration. *Neisser* zieht als Vergleich dafür die Arbeit eines Paläontologen heran. Damit stellt sich die Frage, ob der Mensch nicht viel eher als „cognitive optimiser“ zu bezeichnen ist, der seine von Natur aus begrenzte kognitive Kapazität durch eine geschickte Verarbeitungsstrategie erweitert.

Vor allem in der Massenkommunikation spielen Schemata eine große Rolle. Mit ihr können Menschen Nachrichten und Informationen aus den Medien einfacher verarbeiten. Daher bereiten Produzenten die Informationen gleichförmig auf, um so eine schemagesteuerte Verarbeitung seitens des Nutzers zu erleichtern.

Das Vorhandensein von Schemata beim Rezipienten bestimmt auch maßgeblich die **optimale Informationsmenge**. Der Informationsgehalt einer Nachricht lässt sich durch die Entropie beschreiben, die sich aus der Unbestimmtheit, Zufälligkeit, Komplexität oder Unübersichtlichkeit einer Mitteilung ergibt. Ihr Gegenpol ist die Redundanz, welche die Vorhersehbarkeit, Regelmäßigkeit, Struktur und Ordnung einer Mitteilung bezeichnet. Ist die Redundanz zu hoch, sinkt das Interesse des Rezipienten, da er keine Neuigkeiten (keine Beseitigung von Ungewissheit) erfährt (Abb. 2.10). Ist andererseits die Entropie zu hoch, so fehlen dem Rezipienten Vorwissen bzw. Anknüpfungspunkte, um die Information zu verstehen. Auch in diesem Fall sinkt das Interesse. Beide Effekte kennen Sie vielleicht schon aus Vorträgen oder Vorlesungen. Die optimale Informationsmenge hängt von den beim jeweiligen Empfänger vorhandenen Schemata ab und bewegt sich leicht oberhalb der Mittelmarke.

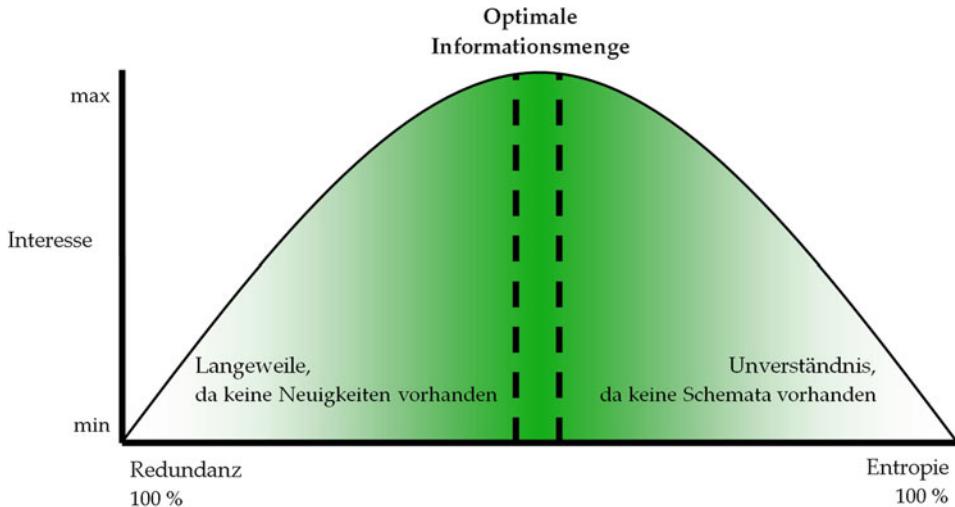


Abb. 2.10 Optimale Informationsmenge

Diese Aussage wird durch folgende Forschungsergebnisse untermauert:

- **Aktivierungstheoretischer Ansatz**

In Bezug auf die Informationsverarbeitung besagt der Aktivierungsansatz im Wesentlichen, dass die Verarbeitungsleistungen mit zunehmendem Reizpotenzial zunächst ansteigen, dann aber ab einem bestimmten Stimulationsniveau wieder abfallen (Kroeber-Riel 1979). Dass dieser Effekt bisher nur teilweise nachgewiesen werden konnte (Silberer 1981), mag daran liegen, dass in der Praxis meist kein entsprechend hohes Niveau vorhanden ist.

- **Komplexitätstheoretischer Ansatz**

Analog zum Aktivierungsansatz stellt dieses Konzept heraus, dass mit zunehmender Kompliziertheit der Informationen die Komplexität ihrer Verarbeitung (bspw. die Anzahl der in die Bewertung einbezogenen Dimensionen und deren Verknüpfungen) zunächst ansteigt und nach dem Erreichen eines individuellen Maximums wieder abfällt. Allerdings ließ sich auch hier die inverse U-Funktion nur zum Teil empirisch belegen (Silberer 1981).

- **Information-Load-Ansatz**

Vertreter des Information-Load-Ansatzes konnten nachweisen, dass die Qualität der Informationsverarbeitung, operationalisiert über die an subjektiven Präferenzen gemessene Qualität der Produktwahlentscheidung, abnimmt, wenn die Datenmenge einen bestimmten Umfang überschreitet (Jacoby et al. 1974a, b). Das Fehlen bzw. die geringe Ausprägung dieses Effekts in anderen Studien lässt sich unter anderem dadurch erklären, dass Konsumenten außer bei extensiven Kaufentscheidungen zur

Produktbeurteilung meist nur wenige Schlüsselinformationen, wie etwa den Preis und den Markennamen, heranziehen (Silberer 1981).

- **Informationsverarbeitungs-Intensität-Ansatz**

Das Konstrukt der Informationsverarbeitungs-Intensität (Burnkrant 1976) resultiert aus der multiplikativen Verknüpfung der Variablen „Informationsbedarf“, „Erwartung bedarfsrelevanter Informationen“ und (subjektive) „Wichtigkeit der Information“. Damit wird u. a. angenommen, dass die Intensität bereits dann gering ausfällt, wenn nur einer der drei Faktoren schwach ausgeprägt ist.

Die Informationsverarbeitung läuft auch bei kognitiven Entscheidungsprozessen nicht vollständig rational, sondern sehr selektiv ab, wie der **Sorting-Rule-Model-Ansatz** zeigt. Das Sorting Rule Model (Cox 1967c) baut auf dem Lens Model von *Brunswic*k auf, nach dem eine falsche Informationsverarbeitung und damit ein fehlerhaftes Urteil bei validen Daten möglich, bei geringer Validität aber zwangsläufig ist. Es bezieht sich aber explizit auf die Produktbewertung durch Konsumenten und soll vor allem die Selektivität und ihre Auswirkung auf die Beurteilung erläutern. Zentrale Ergebnisse der Untersuchungen von Cox sind, dass

- die Angebotsbewertung auf relativ wenigen Kriterien beruht,
- der erwartete Nutzen und somit die Wirkung der Angaben von ihrer Prognosekraft für die Bewertung und ihrer Glaubwürdigkeit abhängt und
- die vom Entscheider angenommene Validität von der realen abweichen kann.

Der Ausnahmefall in Entscheidungsprozessen ist die rationale Bewertung aller in Frage kommender Alternativen hinsichtlich aller relevanten und gewichteten Attribute, die eine finale Auswahl impliziert. Viel häufiger wird eine der folgenden Strategien (oder Kombinationen daraus) gewählt, um trotz der subjektiv zu großen Informationsmenge zu Entscheidungen zu gelangen (Bettman 1979):

- Der einfache Rückgriff auf früher gebildete Produkt-Gesamтурteile, wobei die am positivsten eingeschätzte Alternative ohne Berücksichtigung einzelner Eigenschaften oder neuer Informationen ausgewählt wird.
- Die sukzessive Gegenüberstellung von Alternativen mittels individueller Mindestanforderungen, welche zur Aussonderung untauglicher Optionen führt.
- Der sukzessive Vergleich von Alternativen anhand von herausragend positiven Merkmalen, der zur Selektion gut geeigneter Möglichkeiten dient.

2.3.5 Informationsspeicherung

Unser Gehirn filtert, strukturiert und verknüpft das Wahrgenommene mit den bisherigen Erfahrungen. Das Multi-Store Modell von *Richard Atkinson* und *Richard Shiffrin* (Atkinson und Shiffrin 1968) ist ein leicht zu verstehender Erklärungsansatz für das Gedächtnis, auch wenn es nicht alle Aspekte der Informationsspeicherung erklären kann.

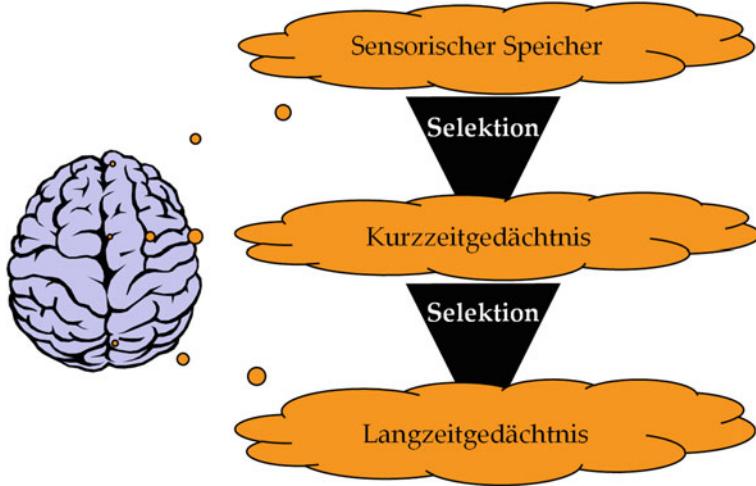


Abb. 2.11 Schematische Darstellung der Gedächtnsstufen

Doch es stößt bei Menschen an Grenzen, die trotz schwerst beschädigtem Kurzzeitgedächtnis z. B. auf prozedurales Wissen aus dem Langzeitgedächtnis zugreifen können oder bei autistischen Savants, die ohne den Mechanismus der Wiederholung extrem detaillierte Informationen langfristig abspeichern und wieder abrufen können. Bei der Informati onsspeicherung lassen sich drei sequenzielle Gedächtnsstufen unterscheiden: Sensorischer Speicher, Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis (Abb. 2.11).

Der **sensorische Speicher** hält für 1 – 3 Sekunden alle Informationen vor, die von unseren Sinnesorganen bereitgestellt werden. Die Informationen werden noch nicht bewusst wahrgenommen, sondern von einer zentralen Aufmerksamkeitssteuerung genutzt, um zu entscheiden, welchen sensorischen Informationen welcher Grad an Aufmerksamkeit zu schenken ist, bspw. auf welche Bildausschnitte die Augen gelenkt werden sollen. Im Zustand besonderer emotionaler Erregung können Informationen das Kurzzeitgedächtnis umgehen und direkt ins Langzeitgedächtnis gelangen (Blitzlichterinnerungen) (Brown und Kulik 1977).

Im **Kurzzeitgedächtnis**, das auf Grund seiner Funktion auch als Arbeitsgedächtnis bezeichnet werden kann (Baddeley und Hitch 1974), nehmen wir Informationen bewusst wahr. Die Speicherdauer liegt im Durchschnitt bei 15 – 30 Sekunden. Das Kurzzeitgedächtnis ist der Kapazitätsengpass der menschlichen Informationsverarbeitung, da es simultan maximal sieben Begriffe verarbeiten kann (Millers „magische Sieben“, (Miller 1956)). Daher werden, wie im Abschn. 2.3.3 geschildert, nur Bruchstücke der Realität aufgenommen, durch Inferenz und Elaboration ergänzt und diese Information dann ggf. durch Reduktion verdichtet. Durch automatische Verarbeitung (z. B. bei Informationen über Raum, Zeit und Häufigkeit) und bewusstes Wiederholen (z. B. Informationen über Struktur und Bedeutung) werden sie in das Langzeitgedächtnis überführt.

Im **Langzeitgedächtnis** werden alle Erfahrungen, Informationen, Emotionen, Fertigkeiten, Regeln und Urteile gespeichert, die man sich im Laufe seines Lebens aus dem sensorischen

Speicher und dem Kurzzeitgedächtnis angeeignet hat. Die Übernahme ins Langzeitgedächtnis funktioniert besser, wenn wahrgenommene Elemente mit bereits Strukturiertem verknüpft werden können. Die Speicherkapazität ist nahezu unbegrenzt (Bredenkamp 1998).

Silberer (Silberer 1981, S. 38) faßt die Erkenntnisse über die **Determinanten einer effektiven Informationsspeicherung** beim Menschen zusammen. Die Einflussfaktoren sind im Einzelnen

- die Eignung der Aufnahmesituation,
- das individuell optimale Aktivierungsniveau,
- die Art der Präsentation, die Gestalt und Prägnanz,
- die Bedürfnis- bzw. Problemrelevanz der Daten,
- der Sinngehalt, die Konsistenz einer Information,
- eine intensive Auseinandersetzung mit der Information,
- die Übereinstimmung einer Information mit kognitiven Strukturen,
- die Absicht, eine Information zu speichern,
- das verteilte Offerieren der Informationsmenge bei großem Umfang,
- und die Frequenz der Darbietung.

2.3.6 Informationsweitergabe

Ob eine Informationsweitergabe bzw. Empfehlung erfolgt, richtet sich nach dem Ergebnis eines individuellen Kosten-/Nutzen-Vergleichs (Silberer 1981, S. 46). Nutzen entsteht vor allem durch finanzielle Vorteile wie Boni und Rabatte, durch die Bestätigung der eigenen Entscheidung, etwa mittels einer Kommentarfunktion und durch die Verbesserung des sozialen Status (Expertenstatus), die z. B. wie in Computerspielen durch die Erfahrungsstufe des Avatars eines Benutzerprofils publik gemacht werden kann. Zu den Kosten zählen der Zeitaufwand, der finanzielle Aufwand und psychologische Kosten wie Frustration, kognitive Dissonanz und das Risiko, durch fehlerhafte Informationen an Status zu verlieren.

2.4 Linkverzeichnis

Sehvermögen (Vertiefung) <http://webvision.med.utah.edu>, <http://photo.stackexchange.com/questions/10208/how-many-colors-and-shades-can-the-human-eye-distinguish-in-a-single-scene>

Literatur

- Atkin 1973. Atkin, C., Instrumental Utilities and Information Seeking, in: Clarke, P. (Hrsg.), New Models for Communication Research, Berly Hills, London 1973, S. 207ff.
- Atkinson/Shiffrin 1968. Atkinson, R. C., Shiffrin, R. M., Human memory: A proposed system and its control processes, in: Spence K. W., Spence, J. T. (Eds.), The psychology of learning and motivation (1968) 8, Academic Press, London 1968.

- Baddeley/Hitch 1974. Baddeley, A. D., Hitch, G., Working memory, in: Bower, G. H. (Ed.), The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory (1974) 8, Academic Press, New York 1974, S. 47ff.
- Bänsch 1989. Bänsch, A., Käuferverhalten, 4. Aufl., R. Oldenbourg Verlag, München und Wien 1989.
- Bartel 2003. Bartel, S., Farben im Webdesign, Springer Verlag, Berlin u. a. 2003.
- Bauer 1960. Bauer, R., Consumer Behavior as Risk Taking, in: Hancock, R. (Hrsg.), Dynamic Marketing for a Changing World, Proceedings of the 43rd Conference of the American Marketing Association, Chicago 1960, S. 389ff.
- Bettman 1979. Bettman, J., An Information Processing Theory of Consumer Choice, Addison-Wesley, Reading u. a. 1979.
- Braun et al. 2006. Braun, T., Röhler, A., Weber, F., Kurzlehrbuch Physiologie, Urban & Fischer Verlag in Elsevier, München 2006.
- Bredenkamp 1998. Bredenkamp, J., Lernen, Erinnern, Vergessen., Verlag CH Beck, München 1998.
- Brown/Kulik 1977. Brown, R., Kulik, J., Flashbulb memories, Cognition (1977) 5, S. 73ff.
- Burnkrant 1976. Burnkrant, R., A Motivational Model of Information Processing Intensity, Journal of Consumer Research 3 (1976), S. 21ff.
- Buzzel 1988. Buzzel, R., Marketing im Zeitalter der Comunication: Neue Chancen durch Computer und Telekommunikation, Gabler Verlag, Wiesbaden 1988.
- Cajochen et al. 2003. Cajochen, C., Kräuchi, K. und Wirz-Justice, A., Role of Melatonin in the Regulation of Human Circadian Rhythms and Sleep, Journal of Neuroendocrinology 2003 (15), S. 432ff.
- Cowan 1984. Cowan, N., On Short And Long Auditory Stores, Psychological Bulletin, 96 (1984) 2, S. 341ff.
- Cox 1967a. Cox, D., The Audience as Communicators, in: Cox, D. (Hrsg.), Risk Taking and Information Handling in Consumer Behavior, Harvard Business, Boston 1967, S. 172ff.
- Cox 1967b. Cox, D., Risk Taking and Information Handling in Consumer Behavior, in: Cox, D. (Hrsg.), Risk Taking and Information Handling in Consumer Behavior, Harvard Business, Boston 1967, S. 604ff.
- Cox 1967c. Cox, D., The Sorting Rule Model of the Consumer Product Evaluation Process, in: Cox, D. (Hrsg.), Risk Taking and Information Handling in Consumer Behavior, Harvard Business, Boston 1967, S. 342ff.
- Cunningham 1967. Cunningham, S., Perceived Risk as a Factor in Informal Consumer Communications, in: Cox, D. (Hrsg.), Risk Taking and Information Handling in Consumer Behavior, Harvard Business, Boston 1967, S. 265ff.
- Engel et al. 1982. Engel, J., Blackwell, R., Minard, P. Consumer Behavior, 4. Ed., South-Western College Pub, Chicago u. a. 1982.
- Festinger 1957. Festinger, L., A Theory of Cognitive Dissonance, Stanford University Press, Stanford 1957.
- Fischer 1995. Fischer, H., Entwicklung der visuellen Wahrnehmung, Julius Beltz Verlag, Weinheim 1995.
- Fitzpatrick 2005. Fitzpatrick, K., Kognitionspsychologische Grundlagen, URL: <http://www.psychologie.uni-oldenburg.de/katharina.fitzpatrick/Veranstaltungen/WS56/PPS%20WS06/MWJ%20Kognitionspsychologische%20Grundlagen311005.pdf>, letztmalig abgerufen am 22.05.2008.
- Fuchs/Graichen 1994. Fuchs, H., Graichen, W. U., Bessere Lernmethoden. Effiziente Techniken, Übungen und Tests, Orbis, München 1994.
- Glockera et al. 2009. Glockera, M. L., Langlebenc, D. D., Ruparela, K. Lougheada, J. W., Valdeza, J. N., Griffina, M. D., Sachserb, N., Gura, R. C., Baby schema modulates the brain reward system in nulliparous women, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2690007>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Hagemann 1988. Hagemann, H., Wahrgenommene Informationsbelastung des Verbrauchers, GBI, München 1988.

- Hartman 1961. Hartman, F., Single and Multiple Channel Communication: A Review of Research and a Proposed Model, *Audio-Visual Communication Review* 9 (1961), S. 235ff.
- Holbrook/Moore 1981. Holbrook, M., Moore, W., Feature Interactions in Consumer Judgements of Verbal Versus Pictoral Presentations, *Journal of Consumer Research* 8 (1981), S. 103ff.
- Holzinger 2000. Holzinger, A., Basiswissen Multimedia, 1. Aufl., Verlag Heinrich Vogel, Würzburg 2000.
- Hunt 2004. Hunt, R. W. G., The Reproduction of Colour, 6th Ed., Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology, Chichester (UK) 2004.
- Jacoby/Kaplan 1972. Jacoby, J., Kaplan, L., The Components of Perceived Risk, in: Ventkatesan, M. (Hrsg.), Proceedings of the 3rd Annual Conference of the Association for Consumer Research, Chicago 1972, S. 382ff.
- Jacoby et al. 1974a. Jacoby, J., Speller, D., Kohn, C., Brand Choice Behavior as a Function of Information Load, *Journal of Marketing Research* 11 (1974), S. 63ff.
- Jacoby et al. 1974b. Jacoby, J., Speller, D., Kohn-Berning, C., Brand Choice Behavior as a Function of Information Load: Replication and Extension, *Journal of Consumer Research* 1 (1974), S. 33ff.
- Kommer/Reinke 2001. Kommer, I., Reinke, H., Mind Mapping am PC. Für Präsentation, Vorträge, Selbstmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2001.
- Kroeber-Riel, W., Activation Research: Psychological Approaches in Consumer Research, *Journal of Consumer Research* 5 (1979), S. 240ff.
- Kroeber-Riel, W., Konsumentenverhalten, 4. Aufl., Verlag Franz Vahlen, München 1990.
- Kroeber-Riel, W., Bildkommunikation: Imagerystrategien für die Werbung, Verlag Franz Vahlen, München 1993.
- Kroeber-Riel, W., Meyer-Hentschel, G., Werbung: Steuerung des Konsumentenverhaltens, Physica Verlag, Würzburg und Wien 1982.
- Kuhlmann 1970. Kuhlmann, E., Das Informationsverhalten der Konsumenten, Rombach Verlag, Freiburg 1970.
- Kuß 1987. Kuß, A., Information und Kaufentscheidung, Verlag Walter de Gruyter, Berlin und New York 1987.
- Kuß 1991. Kuß, A., Käuferverhalten, Gustav Fischer, Stuttgart 1991.
- Lorenz 1943. Lorenz, K., Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung, in: *Zeitschrift für Tierpsychologie* 5 (1943) 2, S. 235ff.
- Mayer 2000. Mayer, H. O., Einführung in die Wahrnehmungs-, Lern- und Werbe-Psychologie, R. Oldenbourg Verlag, München 2000.
- Miller 1956. Miller, G., The Magical Number Seven: Plus or Minus Two: Some Limits of Our Capacity for Processing Information, *Psychological Review* 63 (1956), S. 81ff.
- Neibecker 1987. Neibecker, B., Werben mit Bildern, *Marketing Journal* 20 (1987), S. 356ff.
- Neisser 1979. Neisser, U., Kognition und Wirklichkeit, Klett-Cotta Verlag, Stuttgart 1979.
- Nortmann et al. 2013. Nortmann, N., Rekauzke, S., Onat, S., König, P., Jancke D.: Primary visual cortex represents the difference between past and present, *Cerebral Cortex*, (2013) 12, online unter URL: <http://cercor.oxfordjournals.org/content/early/2013/12/13/cercor.bht318.full>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Olshavsky 1979. Olshavsky, R. W., Task Complexity and Contingent Processing in Decision Making: A Replication and Extension, *Organizational Behavior and Human Performance* 24 (1979), S. 300–316.
- Raaij 1976. Raaij, W., Consumer Choice Behavior: An Information-Processing Approach, Dissertation, Tilburg 1976.
- Radtke et al. 2001. Radtke, S., Pisani, P., Wolters, W., Handbuch Visuelle Mediengestaltung, Cornelsen Verlag, Berlin 2001.
- Raffée 1969. Raffée, H., Konsumenteninformation und Beschaffungsentscheidung des privaten Haushalts, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1969.

- Raffée/Silberer 1975. Raffée, H., Silberer, G., Ein Grundkonzept für die Erfassung und Erklärung des subjektiven Informationsbedarfs bei Kaufentscheidungen des Konsumenten, Arbeitsbericht des Sonderforschungsbereichs 24 der Universität Mannheim „Sozial- und wirtschaftspolitische Entscheidungsforschung“, Mannheim 1975.
- Raskin 2000. Raskin, J., *The Humane Interface. New Directions for Designing Interactive Systems*, Addison-Wesley, Amsterdam 2000.
- Roselius 1971. Roselius, T., Consumer Rankings of Risk Reduction Methods, *Journal of Marketing* 35 (1971) 1, S. 56ff.
- Schroder et al. 1967. Schroder, H., Driver, M., Streufert, S., *Human Information Processing, Individuals and Groups Functioning in Complex Social Situations*, Holt, Rinehart, & Winston, New York 1967.
- Silberer 1981. Silberer, G., Das Informationsverhalten des Konsumenten beim Kaufentscheid: Ein analytisch-theoretischer Bezugsrahmen, in: Raffée, H., Silberer, G. (Hrsg.), *Informationsverhalten des Konsumenten*, Gabler Verlag, Wiesbaden 1981, S. 27ff.
- Skopiec 2004. Skopiec, D., *Layout digital*, Rowohlt Verlag, Reinbek 2004.
- Sommerfeld 1994. Sommerfeld, E., *Kognitive Strukturen*, Waxmann Verlag, Münster u. a. 1994.
- Sperling 1960. Sperling, G., The information available in brief visual presentations, *Psychological Monographs: General and Applied*, 74 (1960) 11, S. 1ff.
- Thissen 2001. Thissen, F., *Screen-Design-Handbuch: Effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia*. 2., überarbeitete und erweiterte Aufl., Springer Verlag, Berlin u. a. 2001.
- Tölle 1987. Tölle, K., *Marktforschung 2000: Konsumentenverhalten in der Entscheidungssituation*, in: Schwarz, C., Sturm, F., Klose, W. (Hrsg.), *Marketing 2000: Perspektiven zwischen Theorie und Praxis*, Gabler Verlag, Wiesbaden 1987, S. 139ff.
- Wyszecki/Stiles 1982. Wyszecki, G., Stiles, W. S., *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, 2nd Ed., Wiley Series in Pure and Applied Optics, New York 1982.
- Zglinicki 1979. Zglinicki, F., *Der Weg des Films*, Olm-Verlag, 1979.

Zusammenfassung

Barrierefreiheit ist zugleich ein ethischer wie auch ein betriebswirtschaftlicher Imperativ. Denn von einer verbesserten Zugänglichkeit profitieren nicht nur Menschen mit Einschränkungen, sondern auch die Informationsanbieter durch die Ansprache von Millionen zusätzlicher potenziellen Benutzer. Als Bonus kommt eine verbesserte Indizierung durch Suchmaschinen und infolgedessen eine bessere Position im Suchmaschinen-Ranking hinzu.

Im Folgenden erfahren Sie,

- welche Einschränkungen dazu führen können, dass Besucher Ihr Informationsangebot nicht oder nicht vollständig nutzen können,
- welche gesetzlichen Rahmenbedingungen Sie beim Entwurf von Benutzerschnittstellen berücksichtigen müssen und
- wie die Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Ihnen helfen, Webseiten barrierefrei zu gestalten.

Oft wird in Deutschland für „barrierefrei“ synonym das Wort „behindertengerecht“ verwendet. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass die maßgebliche Barrierefreie Informationstechnikverordnung (BITV) eine Rechtsverordnung zum Gesetz zur Gleichstellung behinderter Menschen, kurz Behindertengleichstellungsgesetz (BGG), ist.

Und auch wenn viele Menschen mit unterschiedlichsten Einschränkungen (siehe Abschn. 3.1) von einer barrierefreien Gestaltung profitieren können, haben beide Begriffe dennoch im Grundsatz nichts miteinander gemein. Barrieren im Internet können auch

technischer Natur sein und einen gesunden Menschen auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit daran hindern, Internetangebote zu nutzen, bspw. wenn das Webangebot einen schnelleren Netzzugang, eine höhere Bildschirmauflösung oder einen anderen Browser erfordert. Andererseits kann eine schwere Behinderung, wie etwa eine Gehbehinderung, im Umgang mit dem Internet überhaupt keine Einschränkung darstellen.

Aus Sicht eines Unternehmens ermöglicht es Barrierefreiheit, eine weit größere Zielgruppe anzusprechen und Millionen zusätzlichen potenziellen Kunden den Zugang zu Informationen und Angeboten einer Internetpräsenz zu gewähren. Dazu zählen nicht nur Menschen mit schweren und permanenten Einschränkungen, Kranke und Verletzte, funktionale Analphabeten und Legastheniker sowie die steigende Zahl an Senioren („Silver Surfer“), auch veraltete Technik oder aber der allerneueste Stand der Technik (mobile Endgeräte wie etwa Tablet PC oder Smartphone) kann zu Schwierigkeiten führen. Ebenso können Umgebungsbedingungen die Wahrnehmung und Bedienung einer Benutzerschnittstelle einschränken, etwa wenn sie durch einen hohen Lärmpegel (z. B. in einer Fabrikhalle) oder Zwang zur Stille (z. B. in einer Bibliothek) keine akustische Ausgabe gestatten, die Lichtverhältnisse einen besonders hohen Kontrast erfordern (z. B. auf einer Baustelle) oder eine Tastatursteuerung komfortabler ist, da sich keine ebene Fläche für die Maus finden lässt (z. B. auf den Grünflächen eines Campus).

Im Kern geht es also darum, die Webapplikation so zu gestalten, dass sie möglichst für alle Benutzergruppen zugänglich ist. Der Grad an Barrierefreiheit lässt sich leicht mit Browser-Plug-ins oder Serverapplikationen prüfen. Eine verbesserte Zugänglichkeit führt gleichzeitig zu einer vollständigeren Indizierung durch Suchmaschinen, was sich i. d. R. in einer besseren Rankingposition niederschlägt.

Darüber hinaus ist eine barrierefreie Gestaltung von Teilen der Oberfläche (z. B. Links zur Erfüllung gesetzlicher Informationspflichten) für jede gewerbliche Website verpflichtend und in Dienststellen und Einrichtungen der Bundes- und Landesverwaltungen müssen alle grafischen Programmoberflächen, Intranet- und Internetauftritte barrierefrei realisiert werden. Vorhandene Gesetze und Regelwerke (siehe Abschn. 3.2) sollten als Hilfestellung zur zugänglicheren und damit besseren Gestaltung von Webapplikationen verstanden werden.

Bei Neukonzeptionen von Internetpräsenzen empfiehlt es sich, zunächst eine maximal zugängliche Version zu entwerfen und erst im zweiten Schritt Interface-Elemente als zusätzliche Alternative hinzuzufügen, die für die Barrierefreiheit kritische Technologien (AJAX, Adobe Flash etc.) einsetzen (**Progressive Enhancement**, engl. für fortschreitendes Anreichern). Auf diese Weise bleibt der Webauftritt auch ohne diese Technologien grundsätzlich nutzbar, wenn auch vielleicht stellenweise nicht ganz so komfortabel oder in der Präsentation weniger attraktiv.

Um die Zugänglichkeit bestehender Internetangebote zu verbessern, analysiert man den Code auf Hindernisse und realisiert dafür barrierefreie Alternativen (**Graceful Degradation**, engl. für sanfte Herabstufung, schrittweise Verbesserung). Dabei beginnt man mit neu zu erstellenden Seiten des bestehenden Angebots. Danach überarbeitet man zunächst die am häufigsten besuchten und für die Benutzer wichtigsten Seiten (wie

Startseite, Suche, Sitemap, Kontakt, Aktuelles). Schließlich korrigiert man ausnahmslos alle anderen Seiten des Angebots (ggf. inklusive archivierter Dokumente!).

Reengineering-Projekte zur Verbesserung der Zugänglichkeit können relativ aufwendig werden. Sie sind vergleichbar mit dem barrierefreien Umbau eines Hauses. Am günstigsten ist das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen, wenn man die Maßnahmen bereits bei der Konzeption einer Webpräsenz berücksichtigt.

Barrierefreiheit wird bald Standard sein, aber derzeit lässt sich mit einem entsprechend umgesetzten und zertifizierten Webangebot neben einer Vergrößerung der Zielgruppe und einer hohen Kundenzufriedenheit zusätzlich noch ein Imagegewinn erzielen.

Die Mehrkosten für eine BITV-konforme Neuentwicklung einer Internetpräsenz sind i. d. R. gering. Bei bestehenden Internetauftritten ist eine individuelle Prüfung erforderlich, die Kosten sind im Vergleich meist deutlich höher.

Viele Anforderungen der BITV sind selbstverständliche Regeln guten Webdesigns, die auch ohne Gesetzesvorgabe eingehalten werden sollten und daher keine Zusatzkosten verursachen, z.B. das Erstellen von sauberem und validem Code, das Optimieren nach Richtlinien der Benutzbarkeit, das Gestalten einer schlüssigen Navigation, das Trennen von Inhalt und Layout, das Verwenden von Alternativtexten oder der Gebrauch einer verständlichen Sprache. Darüber hinaus führen der Einsatz von Standards und genormten Techniken sowie das Prinzip der Geräteunabhängigkeit zu geringeren Kosten für Beschaffung, Wartung und Pflege.

Zusätzliche Kosten entstehen nur punktuell, können dann aber erheblich sein, wie etwa beim Anreichern eines Films mit Untertiteln bzw. Gebärdensprache oder dem Erstellen von Hörfassungen.

Früher häufig formulierte Bedenken, dass Barrierefreiheit die Gestaltungsmöglichkeiten einschränke, sind heute widerlegt. Moderne Entwicklungswerkzeuge unterstützen die Barrierefreiheit. Und selbst wenn einzelne Ideen sich nicht exakt wie gewünscht umsetzen lassen, sei daran erinnert, dass User Interface Design weit mehr als Ästhetik bedeutet. Seine primäre Aufgabe besteht darin, dem Anwender die für die Bewältigung einer Aufgabe erforderliche Funktionalität eines Werkzeugs auf ergonomische Weise zugänglich zu machen.

3.1 Einschränkungen

Das Statistische Bundesamt geht von einem Anteil schwer behinderter Menschen i. H. v. 9,3% in Deutschland aus (Destatis 2013). Am häufigsten litten schwerbehinderte Menschen unter körperlichen Einschränkungen (61,9%): Bei 24,8 % der Personen waren die inneren Organe bzw. Organsysteme betroffen, bei 13,9 % Arme und Beine und bei weiteren 12 % Wirbelsäule und Rumpf. In 4,7 % der Fälle lag Blindheit oder Sehbehinderung vor. 3,9 % litten unter Schwerhörigkeit, Gleichgewichts- oder Sprachstörungen. Auf geistige oder seelische Behinderungen entfielen zusammen 11,5 % der Fälle, auf zerebrale Störungen 9 %. Bei den übrigen Personen (17,6%) war die Art der schwersten Behinderung nicht ausgewiesen.

Dabei sind Hürden in der realen Welt nicht zwingend mit Barrieren in der virtuellen Welt gleichzusetzen und andererseits kann ein Mensch mit unterschiedlichen Formen eines Tremors vielleicht sein reales Leben sehr gut meistern, ist aber kaum in der Lage, den Computer mit der Maus zu bedienen.

Eine von Microsoft beauftragte Studie der Forrester Research Inc. schätzt, dass über 60 % aller Computernutzer von Barrierefreiheit profitieren können (Microsoft 2003). Die Behinderungen verteilen sich wie folgt:

- 16 % leichte bzw. 11 % starke Sehbehinderungen
- 19 % leichte bzw. 3 % schwere Hörbehinderungen
- 19 % leichte bzw. 7 % schwere Feinmotorikprobleme
- 20 % kognitive Störungen

Für die Kommunikation zwischen Menschen und Computer gibt es verschiedene Hardwarelösungen, die mit dem jeweiligen Betriebssystem zusammenarbeiten. Im Desktop-Bereich besteht die Standardkonfiguration heute aus Tastatur und Maus für die Eingabe sowie Monitor für die Ausgabe der Daten, während bei mobilen Geräten zunehmend Touchscreen und Bildschirmtastatur separate Eingabegeräte ersetzen. Zusätzlich zur visuellen Ausgabe wird meist eine akustische Ausgabe über angeschlossene Boxen oder Kopfhörer unterstützt.

Die meisten Betriebssysteme gestatten es, die Funktion von Hardwareeinheiten zumindest in begrenztem Umfang für Menschen mit Einschränkungen anzupassen, etwa die Anschlaggeschwindigkeit bei Tastaturen, die Belegung einzelner Tasten mit speziellen Funktionen, die Geschwindigkeit und Empfindlichkeit der Maus, die Verzögerungsdauer für den Doppelklick, die Darstellunggröße auf dem Monitor usw.

Auch Anwendungsprogramme wie Adobe Flash, Adobe Acrobat Reader, Microsoft Office oder Open Office bieten meist Einstellmöglichkeiten. Des Weiteren kann der Funktionsumfang vieler Softwareprodukte durch nachträgliches Installieren eines Ergänzungspaketes (Plug-ins) gesteigert werden. Die Anforderungen des BITV gehen allerdings über diese Möglichkeiten hinaus.

Voraussetzung zur Nutzung der Standardkonfiguration bleibt, dass der Benutzer keine gravierenden Einschränkungen im visuellen, auditiven und motorischen Bereich besitzt. Sollte dies nicht der Fall sein, stehen weitere Hard-/Softwarelösungen zur Verfügung, um die Barriere der Mensch-Maschinen-Schnittstelle zu überwinden. Voraussetzung für den Einsatz dieser technischen Lösungen, die zusammen mit den entsprechenden Behinderungen vorgestellt werden, ist, dass Internetauftritte die Informationen (Daten) in einer geräteunabhängigen Form bereitstellen, wie es die BITV verlangt.

3.1.1 Visuelle Wahrnehmung

Es gibt viele Arten der Sehbehinderungen. Diese sind von einfachen Sehschwächen, bei denen sich mit Brillen und Kontaktlinsen Abhilfe schaffen lässt, bis hin zur vollständigen Erblindung breit gefächert. Dazwischen liegen diverse Augenkrankheiten, welche dazu

führen, dass visuelle Inhalte nur eingeschränkt oder schwer wahrgenommen werden. Laut dem DBSV (Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e.V.) sind die häufigsten Augenkrankheiten in Deutschland die altersbedingte Makuladegeneration, die diabetische Retinopathie, die Retinitis Pigmentosa, der Grüne Star, die Netzhautablösung und der Graue Star (DBSV 2016).

Mit rund 5 % der Männer und ca. 1 % der Frauen leidet ein nicht zu vernachlässigender Teil der Bevölkerung an Farbfehlsichtigkeit (Ansorge und Haupt 1997). Die häufigste Variante ist die Rot/Grün-Sehschwäche (Dyschromatopsie), bei der die Betroffenen diese beiden Farben schlechter als Normalsichtige unterscheiden können, gefolgt von Rotblindheit (Protanopie), Grünblindheit (Deutanopie) und Blaublindheit (Tritanopie). Sehr selten kommt eine echte Farbenblindheit (Achromatopsie) vor, bei der gar keine bunten Farben, sondern nur Helligkeitsunterschiede gesehen werden. Zusätzliche PC-Hardware, um Farbfehlsichtigkeit oder Farbblindheit zu kompensieren, existiert nicht. Daher ist bei der Gestaltung des User Interfaces unbedingt auf hinreichenden Kontrast und eine Informationsdarstellung zu achten, die auch ohne Farben eindeutig ist.

Für andere Sehbehinderungen bieten Vergrößerungssysteme, Screenreader und Braillezeile eine Hilfe.

Vergrößerungssysteme

Sehbehinderte Menschen benötigen oft eine vergrößerte Darstellung. Das Vergrößern von Internetseiten stellt höchste Ansprüche an die Skalierbarkeit von Text, weshalb sich Vektorschriften (siehe Kap. 7.4.3.3) besonders eignen. Bis zu einem bestimmten Grad können Vergrößerungen meist durch das Betriebssystem oder durch das jeweilige Anwendungsprogramm erreicht werden. Sollte dies nicht ausreichen, können Vergrößerungssysteme zum Einsatz kommen.

Allerdings stellen diese Systeme nur einen Ausschnitt der vergrößerten Internetseite dar, was zwangsläufig zu einem Verlust an Übersichtlichkeit und Orientierung führt. Der gleiche Effekt tritt auf, wenn zum Anzeigen von Internetseiten kleinere Displays wie bei einem Smartphone benutzt werden. Daher ist die Übersichtlichkeit von Navigationsmechanismen wichtig, wie sie die BITV erwartet.

Screenreader

Ein Screenreader (engl. für Bildschirmvorleser, Bildschirmleseprogramm) ist ein Computerprogramm, das visuelle Informationen interpretiert, die für die Monitoranzeige bestimmt sind, und anschließend mittels Sprachsynthese über Lautsprecher bzw. Kopfhörer und/oder über eine Braillezeile ausgibt. Berücksichtigt werden sämtliche textliche Informationen des Bildschirminhalts sowie dessen struktureller Aufbau, also auch Informationen über die aktuelle Position der Eingabemarke, Möglichkeiten der weiteren Navigation oder die Bedeutung grafischer Symbole. Welche Elemente (Links, Überschriften, Absätze etc.) dargestellt werden sollen, kann der Benutzer einstellen.

Screenreader wurden ursprünglich zur Bedienung des Betriebssystems und der damit gesteuerten Computerhardware entwickelt. Aus diesem Grund sind Screenreader oft tief in den Kern des Betriebssystems eingebunden.

Voraussetzung für die sinnvolle Nutzung von Internetangeboten mit Hilfe von Screenreadern ist die barrierefreie Gestaltung der Internetseiten, insbesondere die korrekte Auszeichnung aller Elemente und die konsequente Belegung von Alternativtexten (siehe Abschn. 3.2.1). Ein weiteres Problem resultiert aus der engen Verzahnung zwischen Betriebssystem und Screenreader, da nicht-barrierefreie Internetseiten zum Absturz des Screenreader-Programms und in Folge dessen des gesamten Betriebssystems führen können.

Braillezeile

Die Braillezeile ist ein Ausgabegerät für Blinde. Abb. 3.1 zeigt ein Beispiel des Braille Net (BrailleNet 2009). Zeichen, die für den Monitor bestimmt sind, werden von einem Screenreader interpretiert, an die Braillezeile geschickt und dort über acht bewegliche Stifte pro Zeichen ausgegeben. Durch Auflegen der Fingerkuppen ertastet der Anwender für jeden der acht Stifte eines Zeichens, ob er herausragt oder nicht. Jeder der $2^8 = 256$ unterschiedlichen Kombinationen ist ein entsprechendes Zeichen des American Standard Code for Information Interchange (ASCII) zugeordnet. Braillezeilen sind in 20, 40 und 80 Zeichen pro Zeile erhältlich. Mit 80 Zeichen pro Zeile entsprechen sie von der Darstellung den typischen Terminals, die ebenfalls 80 Zeichen pro Zeile darstellen, kosten aber weit mehr.

Der Vorteil einer Braillezeile gegenüber der Sprachausgabe liegt darin, dass die Texte Zeichen für Zeichen ausgegeben werden und es damit möglich ist, die Rechtschreibung zu prüfen.

3.1.2 Auditive Wahrnehmung

Wie Sehbehinderungen, so treten auch Hörbehinderungen in unterschiedlichen Ausprägungen auf und lassen sich bis zu einem gewissen Grad der Schädigung durch technische Hilfsmittel wie Hörgeräte kompensieren. Menschen mit schweren Schädigungen des Hörvermögens und gehörlose Menschen hingegen orientieren sich visuell. Sie kommunizieren über die Gebärdensprache, erlernen aber zusätzlich auch die Schrift-

Abb. 3.1 Braillezeile



sprache. Im Web stoßen sie bisher selten auf Barrieren, da Informationen überwiegend durch Text und Bild vermittelt werden. Durch schnellere Netzzugänge nimmt in den letzten Jahren der Einsatz von Audio und Video immer mehr zu. Bei diesen Medien ist an eine adäquate Alternativ- bzw. Zusatzdarstellung der Informationen für gehörge-schädigte Menschen zu denken.

3.1.3 Sprache

Zu den sprachlichen Einschränkungen zählen einerseits Probleme bei der Lautbildung und andererseits Lese- und Schreibschwierigkeiten.

Menschen, die nicht oder nur eingeschränkt artikulieren können, stehen im Internet deutlich seltener vor Hürden. Die Sprachsteuerung von Hard- und Software dient meist nur als ergänzendes Hilfsmittel für Benutzer, die (situationsbedingt oder auch permanent) mit Maus und Tastatur Schwierigkeiten haben.

Lese- und Schreibschwierigkeiten, wie etwa Legasthenie oder funktionaler Analphabetismus, stellen weit häufiger ein Zugangshemmnis dar. Der Bundesverband Alphabetisierung und Grundbildung e.V. geht davon aus, dass in Deutschland ca. 7,5 Millionen Menschen auf Grund von Schichtzugehörigkeit, Bildungsdiskriminierung und Migrationshintergrund funktionale Analphabeten sind, also nicht richtig lesen und schreiben können (BVAG 2011). Inhalte sind daher so leicht verständlich wie möglich anzubieten.

3.1.4 Motorische Störungen

Als motorische Störungen bezeichnet man Krankheiten, die negative Auswirkungen auf die natürlichen Bewegungsabläufe des Menschen haben, also z. B. mit Lähmungen oder Zittern verbunden sind. Unterscheiden kann man hierbei zwischen Grob- und Feinmotorik. Unter Grobmotorik fallen Eigenschaften wie Reaktions- und Koordinationsvermögen. Zur Feinmotorik gehört bspw. Geschicklichkeit. Auch temporäre Einschränkungen der Motorik, etwa in Folge eines Armbruchs oder einer Handverletzung, können zu Problemen bei der Nutzung des Internets führen.

Je nach Grad der Einschränkung in der Motorik kann unterschiedliche Hardware zum Einsatz kommen. Voraussetzung ist eine geräteunabhängige Implementierung der Schnittstellen von Internetauftritten.

Spracherkennung

Die wahrscheinlich am häufigsten anzutreffende Lösung ist die Spracherkennung, denn sie wird auch von vielen nicht behinderten Menschen zur Eingabe von Text verwendet. Für Menschen mit motorischen Einschränkungen ist sie darüber hinaus für die Bedienung des Computers wichtig. Die Spracherkennungssoftware digitalisiert in ein Mikrofon gesprochene Laute und versucht, den Inhalt des Gesprochenen zu erkennen.

Klein- bzw. Großfeldtastatur

Kleinfeldtastaturen unterstützen Menschen mit Bewegungseinschränkungen, die den Computer nur mit einer Hand oder einem Mundstab bedienen. Die Tasten sind kleiner und ihr Abstand ist mit zwei bis fünf Millimeter viel enger als auf der Standard-PC-Tastatur. Außerdem ist für viele Tasten eine Feststellfunktion vorhanden. Abb. 3.2 zeigt links ein Beispiel von Incap (2009).

Auf der rechten Seite der Abb. 3.2 ist eine Großfeldtastatur zu sehen, ebenfalls von Incap (2009). Sie hilft Menschen mit Koordinationsproblemen, den Computer zu steuern. Im Gegensatz zur Standard-PC-Tastatur sind hier die einzelnen Tasten und die Abstände zwischen ihnen deutlich größer, sodass sie z. B. auch mit dem Fuß bedient werden können. Oft befindet sich auch eine Tastaturmaus auf der Tastatur, also spezielle Tasten für die Steuerung des Mauszeigers.

Sip-and-puff-Geräte

Sip-and-puff-Geräte (engl. für Ein- und Ausatmen, Saugen und Pusten) wie die Integramouse (Integramouse 2014) in Abb. 3.3 dienen als Ersatz für Menschen, die eine Maus nicht mit den Händen bedienen können. Das Bewegen des Mundstücks mit dem



Abb. 3.2 Klein- und Großfeldtastatur

Abb. 3.3 Integramouse



Kopf steuert den Mauszeiger auf dem Display und das Saugen bzw. Pusten lösen Links- und Rechtsklicks bzw. das Markieren aus.

Brain-Computer-Interface

Ein Brain-Computer-Interface (BCI, engl. für Gehirn-Computer-Schnittstelle) ist eine einseitige Schnittstelle zwischen Mensch und Computer, die es körperlich schwerbehinderten Menschen gestattet, Rechner ohne Einsatz von Extremitäten zu steuern. Dabei werden die Hirnströme, vor allem im motorischen Kortex, mittels Elektroenzephalografie (EEG) gemessen (EPFL 2011). Anschließend analysiert eine Mustererkennungssoftware die Hirnströme und wandelt sie in Steuersignale um. Allein die Vorstellung, ein bestimmtes Körperteil zu bewegen, führt zu spezifischen Hirnstrommustern, die während einer Trainingsphase bestimmten Kommandos zugeordnet werden.

Mittlerweile sind auch schon kommerzielle BCI-Lösungen für den Massenmarkt vorgestellt worden, wie die beiden Beispiele des Herstellers Emotiv in Abb. 3.4 zeigen (Emotive 2015). Sie richten sich nicht nur an medizinische Anwender (z. B. „EPOC/EPOC+“, Abb. 3.4 links), sondern auch an Computerspieler, denen sie einen hohen Grad an Eintauchen in eine virtuelle Welt (Immersion) beim Dirigieren ihres Avatars versprechen (z. B. „Insight“, Abb. 3.4 rechts). Der Begriff Avatar stammt aus dem Hinduismus, wo er die zur Erde hinunter gekommene Gottheit in der Gestalt eines Menschen bezeichnet, und wird für eine Spielfigur verwendet, die in der virtuellen Welt einen Spielers repräsentiert.

Bilderkennungssysteme

Bilderkennungssysteme werten Videosignale auf bestimmte, willkürlich erzeugte Muster wie Lippen- oder Augenbewegungen aus, um daraus Steuerbefehle für den Computer zu generieren. Lippenlese-Systeme versuchen, gesprochene Worte über Lippenbewegungen zu identifizieren. Sie dienen eher zur Unterstützung von Spracherkennungssystemen, denn am Lippenbild allein kann man nur wenige Laute eindeutig identifizieren. Augenlesesysteme fokussieren die Pupille des Benutzers und gestatten, den Mauszeiger durch



Abb. 3.4 Kommerzielle BCI

Augenbewegungen zu steuern. Das Öffnen und Schließen der Augenlider löst hierbei Links- und Rechtsklicks bzw. das Markieren aus.

3.1.5 Kognitive Störungen

Zu den kognitiven Fähigkeiten gehören Eigenschaften wie Aufmerksamkeit, geistige Wahrnehmung, Abstraktionsfähigkeit, Erfassen komplexer Inhalte und Orientierung. Im virtuellen Raum ist die Orientierung etwa im Gegensatz zum Buch bereits dadurch erschwert, dass man die Seitenzahl schlecht abschätzen kann und sich nicht wie gewohnt sequenziell durch die Seiten bewegt, sondern immer tiefer in die mehrdimensionale Struktur der Seite eintaucht. Daher sind stets Informationen zum Kontext und zur Orientierung bereitzustellen. Erst Recht besteht die Gefahr, die individuellen Fähigkeiten hinsichtlich Aufmerksamkeit und Wahrnehmung zu missachten, wenn dem Benutzer von der Anwendung die Kontrolle über die Abläufe entzogen wird.

3.2 Gesetze und Regelwerke

3.2.1 Web Accessibility Initiative

Das World Wide Web Consortium (W3C) ist eine Vereinigung von über 350 Vertretern der Softwareindustrie. Ihm obliegt die Standardisierung der W3C-Techniken, wie z. B. der Hypertext-Auszeichnungssprache zur Strukturierung von Dokumenten-Inhalten wie Überschriften, Texte, Bilder und Links (HyperText Markup Language, HTML) oder den kaskadierende Stilvorlagen zur Festlegung von Vorgaben für das Erscheinungsbild dieser Elemente (Cascading Style Sheets, CSS). Eine Initiative der W3C ist die Web Accessibility Initiative (WAI). Ziel dieser Initiative ist es, die Zugänglichkeit von Software und Internetseiten zu erhöhen. Dazu hat sie vier Dokumente verfasst:

- Die Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) richten sich an Web-Entwickler, die Internetangebote barrierefrei gestalten wollen oder müssen.
- Die Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) beschreiben, wie Hersteller von Autorenwerkzeugen ihre Software gestalten müssen, damit erstens diese Werkzeuge selbst barrierefrei sind und sich zweitens für die Produktion barrierefreier Informationsangebote eignen.
- Die User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) macht Vorgaben für Entwickler von User Agents (z. B. Browser, E-Mail-Programme, Newsreader), damit diese barrierefreie Inhalte optimal wiedergeben können.
- Die XML Accessibility Guidelines (XAG) sind Empfehlungen, wie Softwareentwickler standardkonforme XML-Anwendungen (Extensible Markup Language, engl. für erweiterbare Auszeichnungssprache) produzieren können.

Von besonderer Bedeutung beim Webdesign sind also die **Web Content Accessibility Guidelines**, deren erste Fassung (**WCAG1**) bereits im Jahr 1999 veröffentlicht wurde. Die aktuellen **Web Content Accessibility Guidelines 2.0 (WCAG2)** fordern die Einhaltung von vier technikunabhängigen **Designprinzipien**:

- Prinzip 1: Wahrnehmbarkeit
- Prinzip 2: Bedienbarkeit.
- Prinzip 3: Verständlichkeit
- Prinzip 3: Robustheit

Die Ziele dieser vier Prinzipien sind durch zwölf **Richtlinien** (Guidelines) genauer spezifiziert. So fordert etwa die erste Richtlinie des Designprinzips „Wahrnehmbarkeit“: „*Für jeden Audio- oder visuellen Inhalt sind geeignete äquivalente Inhalte bereitzustellen, die den gleichen Zweck oder die gleiche Funktion wie der originäre Inhalt erfüllen.*“

Zu jeder Richtlinie geben die WCAG2 testbare **Erfolgskriterien** (Success Criteria) vor, z.B. für das oben genannte Beispiel: „*Für jeden Nicht-Text-Inhalt, der dem Nutzer oder der Nutzerin präsentiert wird, ist eine Text-Alternative bereitzustellen, die den Zweck dieses Inhalts erfüllt. [...]*“ Sie lassen sich als Vorgaben für Ausschreibungen und als Konformitätstests bei der Abnahme nutzen. Je nach ihrer Priorität sind die Kriterien den drei Konformitätsstufen A, AA und AAA zugeordnet:

- Priorität 1 („Muss-Kriterien“): Webauftritte müssen alle A-Anforderungen erfüllen, weil es sonst für eine oder mehrere Benutzergruppen unmöglich wäre, auf die Information im Dokument zuzugreifen.
- Priorität 2 („Soll-Kriterien“): Die Erfüllung der AA-Anforderungen beseitigt signifikante Hindernisse und erleichtert einer oder mehreren Benutzergruppen den Zugriff auf Web-Dokumente.
- Priorität 3 („Kann-Kriterien“): Diese AAA-Anforderungen können erfüllt werden, um den Zugriff auf Web-Dokumente für eine oder mehrere Benutzergruppen zu erleichtern. Sind die Prioritäten 1 bis 3 erfüllt, erhält das Informationsangebot die Konformitätsstufe AAA.

Für jede Richtlinien und alle Erfolgskriterien bieten die WCAG2 ca. 200 **Vorschläge für die Realisierung** (Techniques) an: Solche, die ausreichend sind, um die Erfolgskriterien zu erfüllen (z. B. die Umsetzung der oben genannten Richtlinie in HTML und anderen Umgebungen) und jene, die darüber hinaus empfohlen sind (z. B. Vermeidung von verbreiteten Fehlern und Barrieren, die nicht von den testbaren Erfolgskriterien abgedeckt sind).

Durch diese Struktur sind die WCAG2 technikübergreifend und können durch Anpassung der Techniques auch künftige Technologien abdecken.

3.2.2 Barrierefreie Informationstechnikverordnung

Die WCAG waren die Vorgabe für staatliche Informationsangebote in der Europäischen Union (EU) und wurden in Deutschland mit der am 24. Juli 2002 in Kraft getretenen Verordnung zur Schaffung **barrierefreier Informationstechnik (BITV)** erstmals in nationales Recht umgesetzt und am 22. September 2011 aktualisiert (**BITV 2.0**).

Diese Rechtsverordnung spezifiziert den § 11 „Barrierefreiheit in der Informationstechnologie“ des Gesetzes zur Gleichstellung behinderter Menschen genauer. Sie gilt für folgende Angebote der Behörden der Bundesverwaltung: *1., „Internetauftritte und -angebote, 2. Intranetauftritte und -angebote, die öffentlich zugänglich sind, und 3. mittels Informationstechnik realisierte grafische Programmoberflächen, die öffentlich zugänglich sind“* [§ 1 BITV]. Obwohl die BITV nicht für Privatpersonen oder Unternehmen der Privatwirtschaft gilt, bieten anerkannte Verbände der Behinderten(selbst)hilfe die Möglichkeit, mit privaten Unternehmen oder Unternehmensverbänden über den Abbau von Barrieren zu verhandeln und darüber Zielvereinbarungen abzuschließen. Außerdem können einzelne Anforderungen auf Grund anderer Gesetze oder Verordnungen auch für privatwirtschaftliche Anbieter verpflichtend sein. So haben z. B. das Oberlandesgericht (OLG) Frankfurt a. M. (Beschl. v. 06.11.2006 – Az.: 6 W 203/06) und das Landgericht (LG) Berlin (Beschl. vom 09.10.2007 – Az.: 137 C 293/07) entschieden, dass ein grafischer Link zu einer Widerrufsbelehrung nicht genügt, weil bei der Verwendung einer Grafik nicht gewährleistet sei, dass die Informationen unabhängig vom verwendeten Browsetyp und auch für sehbehinderte Mitglieder abrufbar sind. Vielmehr setze die Verwendung von Links zur Erfüllung gesetzlicher Informationspflichten stets voraus, dass diese klar und eindeutig gekennzeichnet sind und so erkennen lassen, welche Informationen sich dahinter verborgen.

Auf Grund der föderalen Struktur in der Bundesrepublik Deutschland gilt die BITV auf Länderebene nicht, sondern dort finden die jeweiligen **Landesgleichstellungsgesetze** (LGG) Anwendung, die i. d. R. identisch mit der BITV sind oder sich zumindest eng an diese anlehnen.

Inhaltlich entspricht die BITV weitestgehend den WCAG, kennt aber nur die beiden Abstufungen Priorität 1 (sie umfassen alle Muss- und Soll-Kriterien der WCAG und ihre vollständige Einhaltung entspricht dort einer AA-Einstufung) und Priorität 2 (die nicht erfüllt werden müssen, aber zur Barrierefreiheit beitragen und deren zusätzliche Erfüllung einer AAA-Konformität nach WCAG entspricht).

Im Folgenden werden die Prinzipien, Anforderungen (sie entsprechen den WCAG2 Richtlinien) und dazu gehörenden Bedingungen (sie entsprechen den WCAG Erfolgskriterien) der BITV mit einigen Lösungsmöglichkeiten vorgestellt. Weitere Umsetzungstechniken, insbesondere für die Accessible Rich Internet Applications Suite (ARIA) der WAI, Adobe Flash5, Adobe PDF und MS Silverlight finden sich auf den Seiten der WAI.

3.3 Prinzip 1: Wahrnehmbarkeit

„Die Informationen und Komponenten der Benutzerschnittstelle sind so darzustellen, dass sie von den Nutzerinnen und Nutzern wahrgenommen werden können.“

Informationen müssen so dargestellt sein, dass Benutzer sie unabhängig von ihren individuellen Fähigkeiten wahrnehmen können – mit anderen Worten: Sie dürfen nicht für alle verfügbaren Sinne eines Benutzer unsichtbar sein.

3.3.1 Anforderung 1.1: Text-Alternativen

„Für jeden Nicht-Text-Inhalt sind Alternativen in Textform bereitzustellen, die an die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer angepasst werden können.“

Diese Anforderung soll sicherstellen, dass jegliche (multimediale) Information, wie z. B. Audio, Videos und Animationen, auch als einfache, maschinenlesbare **Text-Alternative** vorliegt. Dadurch ist der Text präsentationsneutral vorhanden und lässt sich je nach Bedarf visuell (z. B. auf dem Bildschirm oder Drucker), akustisch (z. B. mit einem Screen- bzw. Web-Reader) und taktil (z. B. mit einer Braillezeile) oder beliebigen Kombinationen davon ausgeben und in Darstellungsgröße, Lautstärke etc. an die Bedürfnisse des Nutzers anpassen.

3.3.1.1 Bedingung 1.1.1: Nicht-Text-Inhalte

„Für jeden Nicht-Text-Inhalt, der dem Nutzer oder der Nutzerin präsentiert wird, ist eine Text-Alternative bereitzustellen, die den Zweck dieses Inhalts erfüllt. Text-Alternativen müssen in den folgenden Fällen nicht bereitgestellt werden:

- *Es handelt sich um ein Kontrollelement oder um ein Element, das Eingaben der Nutzerin oder des Nutzers akzeptiert, und es ist ein Bezeichner vorhanden, der seinen Zweck beschreibt.*
- *Es handelt sich um zeitgesteuerte Medien und Text-Alternativen, die bereits mindestens eine beschreibende Erklärung des Nicht-Text-Inhalts enthalten.*
- *Es handelt sich um Tests oder Übungen, die im Nicht-Text-Format präsentiert werden müssen, und Text-Alternativen, die bereits mindestens eine beschreibende Erklärung des Nicht-Text-Inhalts enthalten, stehen zur Verfügung.*
- *Es sollen bestimmte sensorische Erfahrungen bewirkt werden und Text-Alternativen, die bereits mindestens eine beschreibende Erklärung des Nicht-Text-Inhalts enthalten, stehen zur Verfügung.*
- *Es soll erreicht werden, dass kein Computer, sondern eine Person auf den Inhalt zugreift und der Nicht-Text-Inhalt durch Text-Alternativen erklärt und beschrieben wird und alternative CAPTCHAs mit unterschiedlichem Ausgabemodus für verschiedene Arten der sensorischen Wahrnehmung bereitgestellt werden.*
- *Es handelt sich um rein dekorative Elemente oder um Elemente, die nur der visuellen Gestaltung dienen, oder der Nicht-Text-Inhalt ist für die Nutzerin oder den Nutzer nicht sichtbar und diese Elemente sind so eingerichtet, dass sie von assistiven Technologien ignoriert werden können.“*



```

```

Abb. 3.5 Beispiel für einen BITV-konformen Alternativ-Tag

Diese Bedingung fordert, eine Text-Alternative für alle Informationen anzubieten, die originär nicht in Textform vorliegen. Auf diese Weise kann z. B. eine Person, die ein Bild nicht sehen kann, sich den Bildinhalt dennoch mittels eines Sprachsynthesizers vorlesen lassen oder jemand, der eine Audiodatei nicht hören kann, kann sich den Inhalt am Bildschirm anzeigen lassen und lesen.

HTML verwendet öffnende und schließende Tags (engl. für Etikett, Kennzeichnung) und Attribute um Strukturelemente auszuzeichnen. **Alternativtexte** lassen sich über alt-Attribute mit der Syntax alt=" " definieren. In Abb. 3.5 ist alt beispielhaft dem Image-Tag als Attribut hinzugefügt.

Screenreader teilen dann mit, dass eine Grafik abgebildet ist, und lesen den Alternativtext vor oder geben ihn auf einer Braillezeile aus. Die Länge sollte auf maximal 80 Zeichen beschränkt sein, um auch auf einer Braillezeile Übersichtlichkeit zu bieten. **Längere Beschreibungstexte** werden i. d. R. als normaler Text in der Nähe des Bildes angezeigt; andernfalls lassen sie sich im <longdesc>-Element ablegen oder auf einer separaten Webseite, deren Verlinkung natürlich wieder ein aussagekräftiges alt-Attribut (z. B. „Detaillierte Beschreibung der Abbildung XXX“) enthält.

Die **Kurzbeschreibung** wird auch auf dem Monitor angezeigt, wenn entweder die Bildanzeige im Browser abgestellt ist oder der Benutzer mit der Maus über das Bild fährt. Auch Suchmaschinen werten alt-Attribute aus. Eine konsequente Beschreibung der Grafiken mit Hilfe des alt-Textes wirkt sich daher nicht nur positiv auf die Zugänglichkeit der Seite für Menschen, sondern ebenso auf die Rankingposition bei Suchmaschinen aus.

Besteht das **Bild aus mehreren Elementen**, so sollte die Beschreibung mit dem Gruppennamen beginnen und dann die Elementnamen (ähnlich wie bei Bildunterschriften in Printmedien) angeben, bspw. „Fußball: Torszene, Torhüter hechtet in obere rechte Ecke, Ball trifft unten rechts in Netz.“

Wichtig ist, alt-Attribute tatsächlich nur für **alternative Texte** und nicht für ergänzende einzusetzen. Ein relativ häufiger und zugleich besonders problematischer Fehler ist es, Besucher mit dem Alternativtext „Bitte klicken Sie hier!“ zur Auswahl eines grafisch gestalteten Links animieren zu wollen (Abb. 3.6).

Ein Nutzer mit einem Screenreader weiß dann zwar, dass es sich bei der Grafik um einen Link handeln muss, aber nichts über den Inhalt bzw. was ihn an der Zieladresse

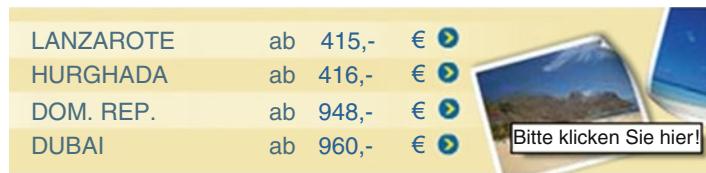


Abb. 3.6 Beispiel für fehlerhafte Belegung des Alternativ-Tags



Abb. 3.7 Anzeige einer Website mit Bilddarstellung

erwartet. Nur wenn der Text tatsächlich eine Alternative zu dem visuellen Inhalt anbietet und keine Ergänzung, kann er Screenreader-Benutzern und Suchmaschinen sinnvolle Informationen liefern.

Die Darstellung von alt-Inhalten anstelle von Bildern bei abgestellter Bildanzeige im Browser kann man sich zunutze machen, um zu prüfen, ob man sich auch ohne Bilder auf der Seite gut zurechtfindet und ob alle Grafikelemente tatsächlich mit alternativen Texten belegt sind.

Wie negativ sich eine fehlende oder fehlerhafte Belegung des alt-Attributs auswirkt, zeigt der Vergleich der Ausschnitte aus den Bildschirmfotos (Screenshots) der Website www.tchibo.de vom 17.11.2014, einmal mit (Abb. 3.7) und einmal ohne Bildanzeige (Abb. 3.8).

Ohne Bilder ist ein Großteil des Seiteninhalts nicht erkennbar (Abb. 3.8).

Im Gegensatz dazu ist der Inhalt der in Abb. 3.9 dargestellten Seite (www.amazon.de) auch ohne Bildanzeige komplett zugänglich.

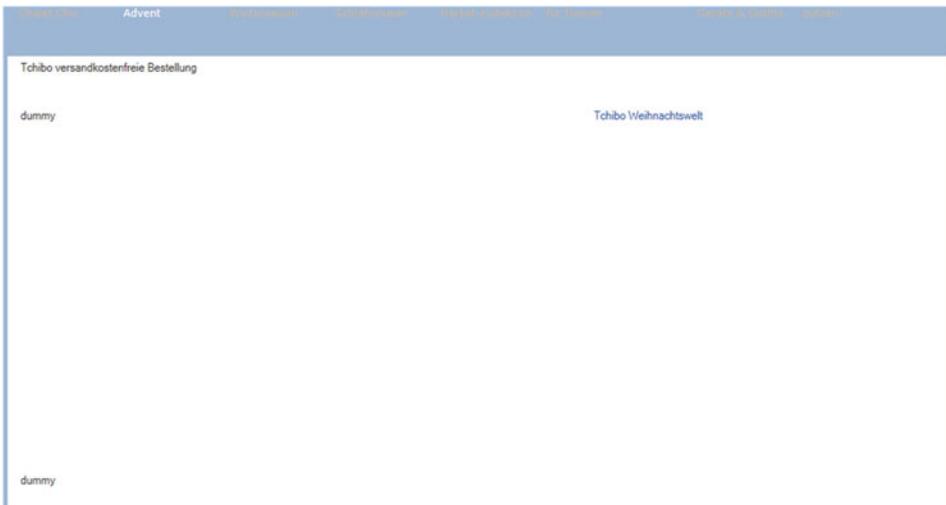


Abb. 3.8 Anzeige einer Website ohne Bilddarstellung

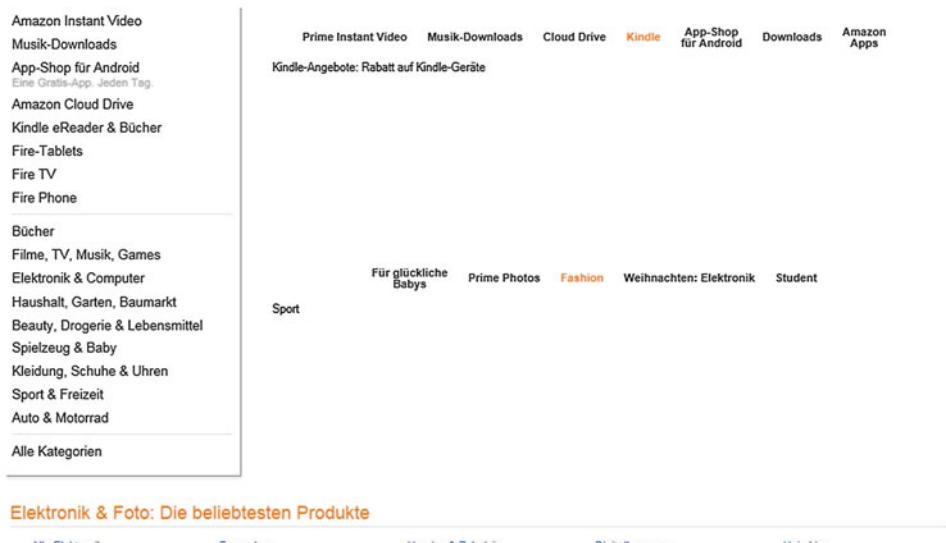


Abb. 3.9 Anzeige einer Website ohne Bilddarstellung mit korrekten alt-Tags

In HTML5 lassen sich darüber hinaus Kombinationen aus Grafik und Text mit Hilfe des `<figure>`-Elements definieren, das Grafik und zugehörige Beschriftung umschließt. Das Attribut `<figcaption>` bietet darin die Möglichkeit, zusätzlich zum `alt`-Attribut Bildunterschriften anzulegen.

In erster Linie dienen Bilder der Informationsvermittlung. Grafiken wie bspw. ein transparentes GIF lassen sich jedoch auch zur **Positionierung** einsetzen. In diesem Fall

```

```

Abb. 3.10 Beispiel für den Einsatz von Grafiken zur Positionierung in HTML

darf kein Alternativtext hinterlegt sein, wodurch Screenreader das Positionierungselement einfach ignorieren (Abb. 3.10).

Barrierefreie Alternativen sind nicht nur für das Informationsangebot selbst wichtig, sondern auch für jeden Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart (CAPTCHA, engl. für vollständig automatisierter, öffentlicher Turing-Test um Computer von Menschen zu unterscheiden). Der Name verweist auf den bedeutenden britischen Informatiker Alan Turing, der 1950 ein Testverfahren vorschlug, um festzustellen, ob eine Maschine über eine dem Menschen gleichwertige Intelligenz verfügt. In Webabgeboten soll der Test sicherstellen, dass bestimmte Funktionen nur von Menschen benutzt und nicht durch Computerprogramme (etwa für das Versenden von Spam oder Überlast-Angriffe) mißbraucht werden. Meist kommen Audio-CAPTCHAs zum Einsatz oder Text-Alternativen, die aus einfachen Denk-Aufgaben bestehen (z. B. Addition von zwei einstelligen Zahlen). Darüber hinaus sollte die Umgehung des CAPTCHA mit Hilfe eines Kundendienstmitarbeiters möglich sein und bei registrierten Benutzern kann das CAPTCHA komplett entfallen, sobald sie eingeloggt sind.

3.3.2 Anforderung 1.2: Zeitbasierte Medien

„Für zeitgesteuerte Medien sind Alternativen bereitzustellen.“

Der Zweck dieser Richtlinie ist, den Zugang zu Informationen zu gewährleisten, die als synchronisierte oder **zeitbasierte Medien** vorliegen. Dazu zählen Audiodaten, Videodaten (inklusive Animationen und automatisch ablaufende Bildersequenzen bzw. Diashows) sowie die Kombination von Audio und Video, sowohl mit als auch ohne Interaktionsmöglichkeiten für den Nutzer. Diese Medien sind synchronisiert, wenn die Information inhaltlich miteinander (z. B. Video, Audio und Untertitel in einer Fernsehsendung) oder mit Nutzeraktionen (z. B. Benutzerinteraktion, Audioanleitung und Bildschirminhalt in einer Schulungssoftware) zeitlich aufeinander abgestimmt sind.

3.3.2.1 Bedingung 1.2.1: Aufgezeichnete Audio- und Video-Dateien

„Für aufgezeichnete reine Audio- und reine Video-Dateien, die nicht bereits selbst eine Medien-Alternative für Text sind und als solche klar gekennzeichnet sind, muss Folgendes bereitgestellt werden:

- Für Inhalte der aufgezeichneten Audio-Dateien: Text-Alternativen mit gleichwertigen Informationen,
- für Inhalte der aufgezeichneten Video-Dateien: Text-Alternativen oder eine Tonspur mit gleichwertigen Informationen.“

Viele Gründe können dazu führen, dass **Audioinformationen** vom Benutzer nicht wahrgenommen werden können, z.B. Schwerhörigkeit bzw. Taubheit, aber auch technische Einschränkungen (z.B. fehlende/defekte Lautsprecher oder fehlende Audiotreiber) und Umgebungsbedingungen (z.B. Lärm oder Zwang zur Ruhe). Deshalb müssen diese Informationen bei aufgezeichneten Audiodateien als Volltext-Alternative vorhanden sein. Diese kann entweder im HTML-Code der Webseite integriert oder als barrierefrei gestaltetes, externes Dokument bereitgestellt werden. Abb. 3.11 zeigt einen Screenshot der aufgezeichneten Neujahrsansprache von Frau Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel am 31.12.2012 (Bundeskanzlerin 2012). Unterhalb der Video-Steuerelemente sind alternative Darstellungen verlinkt, u.a. als zweite Option auf der linken Seite eine vollständige Textversion in Form eines barrierefreien PDFs.

Häufig werden Töne auch als **akustische Rückmeldung** eingesetzt, dass eine Benutzeraktion vom System verstanden, eine Aktion ausgelöst respektive beendet oder ein Fehler entdeckt wurde. Da Gehörlose und Benutzer ohne Audioausgabe diese Zeichen nicht wahrnehmen können, müssen sie auch auf optischem Wege kenntlich gemacht werden. Wählt man etwa einen Link aus, so wird diese Benutzeraktion z.B. durch eine Änderung der Schriftfarbe und/oder des Schriftschnittes quittiert (Abb. 3.11). Dazu lassen sich im Kopfteil eines HTML-Dokuments oder besser noch in einer ausgelagerten Stylesheet-Datei Vorgaben für die Standardfarbe und Schriftgestaltung für Textlinks (`a:link`), für Textlinks, die den Fokus über die Tastatur (`a:focus`) erhalten oder mit der Maus überfahren werden (`a:hover`), sowie für gerade aktivierte (`a:active`) und bereits besuchte (`a:visited`) Textlinks definieren (Abb. 3.12). Die Verwendung der Pseudoklasse `:hover` sollten Sie im Hinblick auf Bedienung ohne Zeigegerät (z.B. Tastatur, Tablet PC oder

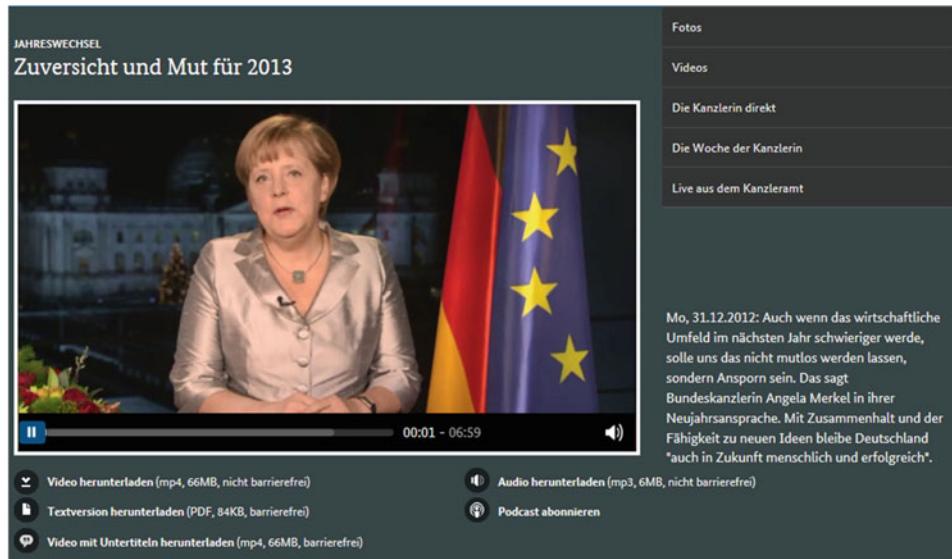


Abb.3.11 Beispiel für die Ergänzung von aufgezeichneten Videos mit alternativen Darstellungsformen

```
<style type="text/css">
a:link { color: #0000FF; text-decoration: none; }
a:focus { color: #FFA500; }
a:hover { color: #0000FF; }
a:active { color: #FF0000; font-weight: bold; }
a:visited { color: #800080; font-style: italics; text-decoration: none; }
```

Abb. 3.12 Beispiel für die Änderung von Schriftfarbe und -gestaltung von aktivierten Links

Smartphone) kritisch überprüfen. Tablet PCs oder Smartphones übersetzen ein :hover über einem Link direkt in einen Mausklick.

Die **Farbe** (color:) kann als hexadezimal notierte RGB-Farbe (z. B. #0000FF) mit einem der 20 VGA-Farbnamen (z. B. blue) angegeben werden, oder mit einem der 140 Farbnamen, die vom W3C für die Cascading Style Sheets in der Version 3 standardisiert wurden. Mit font-weight: legen Sie fest, ob das Ausgabegerät den Text fett (bold) oder in normaler Strichstärke (normal) anzeigt, und font-style: definiert, ob die Schriftanzeige kursiv (italics) oder nicht (normal) erfolgt. Mit der Angabe text-decoration: none lässt sich der voreingestellte Wert (underline) unterdrücken, also das Unterstreichen von Verweistexten verhindern.

Dient die Tonspur nicht als primärer Informationsträger, sondern lediglich als zusätzliche Rückkopplung bzw. als Hilfsmittel für visuell eingeschränkte Benutzer oder enthält nur nebensächliche Geräusche, muss sie nicht zusätzlich visualisiert werden.

Videos wecken bei Besuchern einer Internetpräsenz Aufmerksamkeit und erleichtern häufig das Verständnis komplexer Sachverhalte. Aber sie können für Benutzer nicht zugänglich sein, sei es auf Grund von Sehbehinderung bzw. Blindheit, technischen Restriktionen (z.B. fehlendem/defektem Videocodec oder mangelnder Datentransferrate insb. bei mobilem Zugriff) oder Umgebungsbedingungen (z. B. starke Reflektion auf dem Bildschirm bei Sonneneinstrahlung). Text-Alternativen lassen sich dann auf einer Braillezeile ausgeben oder mit Hilfe eines Sprachsynthesizers vorlesen.

Allerdings kann das Zuhören bei der computergenerierten Stimme eines Screenreaders bei längeren Texten ermüdend und unangenehm sein. In diesen Fällen kann man (zusätzlich zur Text-Alternative!) eine von professionellen Sprechern vorgetragene akustische Wiedergabe der visuell übermittelten Inhalte bereitstellen. Abb. 3.13 zeigt beispielhaft die Einbindung der Audio-Beschreibung im Inklusionsportals der Landesinitiative NRW inklusiv (LMAGS-NRW 2009).

Links, die auf alternative Darstellungen verweisen, müssen sich immer unmittelbar vor oder nach dem zeitgesteuerten Medienelement befinden und direkt auf das zugeordnete alternative Dokument verweisen. In der alternativen Darstellung muss eine Rücksprungmöglichkeit zu dem zugeordneten zeitgesteuerten Medienelement verfügbar sein.

Audio-Dateien

Die Audio-Dateien liegen im MP3-Format vor. Sie können mit jeder gängigen Abspiel-Software genutzt werden.

Download-Adressen von aktueller Abspiel-Software haben wir für Sie unter Hilfe + Hinweise > Aktuelle Software gesammelt.

-  [BGG NRW / Vorspruch / Gesetz](#)
(MP3, 0:57 Minuten)
-  [Inhaltsübersicht](#)
(MP3, 1:40 Minuten)

-  [Abschnitt 1](#)
(MP3, 0:04 Minuten)
 -  [§ 1 Ziel des Gesetzes/Geltungsbereich](#)
(MP3, 2:12 Minuten)
 -  [§ 2 Frauen mit Behinderung](#)
(MP3, 0:24 Minuten)

Abb. 3.13 Beispiel für zusätzliche Audio-Beschreibung

3.3.2.2 Bedingung 1.2.2: Erweiterte Untertitel (Captions)

„Für aufgezeichnete Audio-Inhalte von synchronisierten Medien sind erweiterte Untertitel (Captions) bereitzustellen. Dies gilt nicht für Medien-Alternativen für Text, die klar als solche gekennzeichnet sind.“

Untertitel geben den Teil der Informationen wieder, der dem Zuhörer über die Audiospur vermittelt wird. Abb. 3.14 zeigt als Beispiel eine Neujahrsansprache der Bundeskanzlerin (Bundeskanzlerin 2012). Sie enthalten daher nicht nur Dialoge und erlauben die Identifikation des Sprecher, sondern geben auch nicht-sprachliche Informationen der Tonspur wieder (z. B. Dramatische Klaviermusik, Gelächter).

Die **Synchronisierung** der Audio-, Video- und Untertitelspuren können Sie z. B. im Videostream selbst mittels des `<track>`-Elements in HTML5 in unterschiedlichen Containerformaten (siehe Kap. 8.4) oder bei verteilten Ressourcen über die Synchronized Multimedia Integration Language (siehe Kap. 8.5.2) erzielen. Abb. 3.15 zeigt am Beispiel von HTML5 die Einbindung von englischsprachigen Untertiteln im WebVTT-Format.



Abb. 3.14 Beispiel für die Ergänzung von aufgezeichneten Videos mit Untertiteln

```
<video poster="video.png" controls>
    <source src="video.mp4" srclang="en" type="video/mp4">
    <track src="video_en.vtt" kind="captions"
           srclang="en" label="English">
</video>
```

Abb. 3.15 Beispiel für das Einbinden von Untertiteln in HTML5

3.3.2.3 Bedingung 1.2.3: Audio-Deskription oder Volltext-Alternative

„Für aufgezeichnete synchronisierte Medien ist eine Volltext-Alternative einschließlich aller Interaktionen oder eine Audio-Deskription bereitzustellen. Dies gilt nicht für Medien-Alternativen für Text, die klar als solche gekennzeichnet sind.“

Für Benutzer, die visuelle Inhalte nicht oder nur eingeschränkt wahrnehmen können, müssen diese Informationen alternativ als Volltext oder Audiobeschreibungen vorhanden sein. In Audiodeskriptionen reichert ein Erzähler die originäre Tonspur während Dialogpausen um alle zum Verständnis wichtigen visuellen Informationen an, z. B. um Beschreibungen der Szenen, Charaktere, deren Handlungen und nur im Video zu sehende Texte.

Sie werden als zusätzliche Tonspur angeboten. Text-Alternativen enthalten darüber hinaus auch nicht-sprachliche Informationen der Tonspur (z. B. Erzähler: Gelächter aus dem Publikum.). Im Gegensatz zu Audiobeschreibungen können sie die Informationen ohne Rücksicht auf Pausen in der originären Reihenfolge präsentieren. Abb. 3.16 zeigt beispielhaft die Einbindung einer Volltext-Alternative in HTML.

Falls eine **Interaktion** Bestandteil des Medienobjekts ist (z. B. „Drücken Sie eine beliebige Taste um fortzufahren“), muss die alternative Darstellung einen Link oder ggf. andere benötigte Funktionalität barrierefrei bereitstellen.

3.3.2.4 Bedingung 1.2.4: Live-Untertitel

„Bei Liveübertragungen synchronisierter Medien sind alle Audio-Inhalte als erweiterte Untertitel (Captions) bereitzustellen.“

Diese Bedingung wendet die Erfolgskriterien der Bedingung 1.2.2 auf **Echtzeitübertragungen** wie (Internet-) TV an (Abb. 3.17, WDR 2016). Verantwortlich sind Sendeanstalten bzw. Webcaster (Neologismus von engl. web – WWW und engl. broadcaster – Sender). Für Audio- und Videotelefonate werden keine Untertitel erwartet.

```
<a name="Neujahrsansprache"></a>
<p> <a href="http://www.domain.com/movies/Neujahrsansprache.mov">
  Neujahrsansprache</a>,
  <a href="http://www.domain.com/transcripts/Neujahrsansprache
  _transcript.htm">Transkription der Neujahrsansprache</a>
</p>
```

Abb. 3.16 Beispiel für das Einbinden einer Volltext-Alternative in HTML



Abb. 3.17 Beispiel für die Ergänzung von Live-Videos mit Untertiteln

3.3.2.5 Bedingung 1.2.5: Audio-Deskription

„Für alle vorab aufgezeichneten Video-Inhalte synchronisierter Medien ist eine Audio-Deskription bereitzustellen. Dies gilt nicht für Medien-Alternativen für Text, die klar als solche gekennzeichnet sind.“

Im Gegensatz zu Live-Medien ist für alle vorab aufgezeichneten Video-Inhalte synchronisierter Medien Text als alleinige Alternative nicht ausreichend, sondern Sie müssen zusätzlich Audio-Deskription bereitzustellen.

3.3.2.6 Bedingung 1.2.6: Gebärdensprache

„Für vorab aufgezeichnete Audio-Inhalte in synchronisierten Medien sind Übersetzungen in Deutscher Gebärdensprache bereitzustellen.“ (Priorität 2)

Das Lesen von Alternativtexten für auditive Informationen ist anstrengend und viele Informationen können – insbesondere in Untertiteln – nur verkürzt oder unzureichend wiedergegeben werden. Auch haben viele Gehörlose Mühe mit der Schriftsprache. Die **Gebärdensprache** hingegen ist für diejenigen, die sie beherrschen, eine natürlichere und schnellere Form der Kommunikation. Abb. 3.18 zeigt eine Umsetzung auf der Webseite des Deutschen Bundestags (Bundestag 2014).

Sie eröffnet die Möglichkeit, auch Intonationen, Emotionen und andere Audioinformationen zu transportieren, die beim Untertiteln verloren gehen. Videos mit Deutscher Gebärdensprache sind mit dem entsprechenden Logo und Angaben zur Größe der Datei sowie zur Abspieldauer zu versehen und nicht nur zum Streamen, sondern auch zum Herunterladen bereitzustellen.



Abb. 3.18 Beispiel für die Ergänzung von Videos mit alternativen Darstellungsformen (hier: Gebärdensprache)

3.3.2.7 Bedingung 1.2.7: Erweiterte Audio-Deskription

„Für vorab aufgezeichnete Video-Inhalte in synchronisierten Medien ist eine erweiterte Audio-Deskription bereitzustellen.“ (Priorität 2)

Erweiterte Audiodeskriptionen enthalten mehr und detailliertere Informationen als einfache Audiobeschreibungen und erfordern daher mehr Zeit. Das Video von Ufive (Ufive 2007) in Abb. 3.19 dauert z. B. 22 statt 17 Minuten bei der Standardversion. Dehalb wird das zeitabhängige Medium periodisch angehalten, die Audiobeschreibung gestartet und das Standbild zeigt währenddessen im Untertitel das Abspielen der Audiodeskription an. Danach wird das Video fortgesetzt.

Diese Technik setzen Sie dann ein, wenn das Verständnis des Videos ohne die umfangreichere Audiobeschreibung eingeschränkt wäre und die Dialogpausen zu kurz sind. Da die Unterbrechungen im Handlungsfluss störend wirken können, sollte diese Option an- und abschaltbar sein bzw. alternativ eine einfache Audiodeskription zur Auswahl stehen.

3.3.2.8 Bedingung 1.2.8: Volltext-Alternative

„Für aufgezeichnete synchronisierte Medien ist eine Volltext-Alternative einschließlich aller Interaktionen bereitzustellen. Für aufgezeichnete Video-Dateien ist eine Text-Alternative mit gleichwertigen Informationen bereitzustellen.“ (Priorität 2)

Für Menschen, deren Sehvermögen nicht ausreicht, um Untertitel zuverlässig lesen zu können und die gleichzeitig zu schlecht hören können, um Dialoge oder Audiodeskriptionen verstehen zu können, müssen **Volltext-Alternativen** für aufgezeichnete synchronisierte Medien vorhanden sein.



Abb. 3.19 Beispiel für die Ergänzung von aufgezeichneten Videos mit Untertiteln

Bei Videos bedeutet das, dass alle Informationen sowohl der Video- als auch der Audiospur in Textform vorliegen sollen. Es ähnelt damit einem Drehbuch, das alle visuellen Information (Szene/visueller Kontext, Charaktere, deren Handlungen, Mimik und Gestik usw.), Transkriptionen der Dialoge und nicht-sprachliche Geräusche (Gelächter, handlungstragende Hintergrundgeräusche etc.) in der originären Abfolge vereint.

3.3.2.9 Bedingung 1.2.9: Live-Audio-Inhalte

„Bei Liveübertragungen von Audio-Inhalten ist eine Text-Alternative mit gleichwertigen Informationen bereitzustellen.“ (Priorität 2)

Information aus **Live-Audioübertragungen**, wie z.B. Videokonferenzen, Presseerklärungen/Reden oder Internetradio, sollen durch Text-Alternativen in Form von Echtzeit-Untertiteln auch für Menschen zugänglich werden, die akustische Informationen nicht wahrnehmen können. Dazu muss – solange Spracherkennungssoftware noch nicht dazu in der Lage ist – ein Mensch das Gesprochene mit Hilfe einer Spezialtastatur möglichst zeitnah erfassen. Eine spätere Bereitstellung von Transkriptionen wird als minderwertige Alternative angesehen.

3.3.3 Anforderung 1.3: Anpassbarkeit

„Inhalte sind so zu gestalten, dass sie ohne Informations- oder Strukturverlust in unterschiedlicher Weise präsentiert werden können.“

Damit alle Informationen entsprechend den Wünschen und Bedürfnissen eines Nutzers (visuell, auditiv, taktil) präsentiert werden können, ist eine **Trennung des Inhalts und der Struktur von der Präsentation** erforderlich. Nur auf diese Weise ist die nötige Flexibilität und maschinelle Darstellung der Inhalte in unterschiedlichen Formen möglich.

3.3.3.1 Bedingung 1.3.1: Informationen und Beziehungen

„Alle Informationen, Strukturen und Beziehungen, die durch Layout und Präsentation vermittelt werden, sind durch Programme erkennbar oder im Text verfügbar.“

Diese Bedingung soll sicherstellen, dass jegliche **Informationen und Beziehungen**, die durch eine visuelle oder akustische Formatierung ausgedrückt werden, auch bei einem Wechsel der Darstellungsform (z.B. Ausgabe mittels Screenreader oder Braillezeile) erhalten bleiben.

Einige Beispiele solcher **sinnvermittelnden Formatierungen** sind:

- Eine höhere Schriftgröße (ggf. auch Variation des Schriftschnitts) vermittelt dem Betrachter, dass es sich um eine Überschrift handelt.
- Die Variation des Schriftschnitts (fett, kursiv, unterstrichen) signalisiert eine besondere Bedeutung bestimmter Wörter im Text.
- Größere Zeilenabstände verdeutlichen einen Wechsel zwischen Absätzen.
- Spiegelstriche kennzeichnen den Beginn eines neuen Elements in Aufzählungen.
- Eine Anordnung in Tabellenform deutet auf einen Vergleich von Elementen hin.
- Rot dargestellte Zahlen in einer Gewinn- und Verlustrechnung stehen für Verluste.
- Die Positionierung von Elementen in Gruppen, eine gemeinsame (Hintergrund-) Farbe etc. drücken deren Zusammengehörigkeit aus.
- Ein Wechsel der Stimmhöhe oder Sprechgeschwindigkeit kann besonders wichtige Informationen betonen oder anzeigen, dass es sich um ein Zitat handelt.

Deshalb muss sichergestellt sein, die gleiche Information auch durch eine **semantische Auszeichnung** ausgedrückt ist. So sind in einem Formular die Pflichtfelder nicht nur in einer anderen Farbe (z. B. Rot) darzustellen, sondern es muss sich darüber hinaus auch ein Hinweistext oder ein Asterisk (*) am Ende jeder Feldbeschriftung (label) befinden. Die Ausfüllanleitung enthält dann einen Hinweis, dass alle Pflichtfelder in Rot dargestellt und mit einem Sternchensymbol bzw. dem Kommentar „Pflichtfeld“ markiert sind sowie ein Ausfüllbeispiel für jedes Feld.

Eine **geräteunabhängige Wiedergabe** des vollständigen Inhalts lässt sich nur durch eine strikte Trennung zwischen einerseits der Struktur und dem Inhalt der Daten und andererseits der Präsentationsvorgaben erreichen. Auf diese Weise können z. B. Screenreader (die meistens für die visuelle Anzeige definierten) Stylesheets ignorieren und nur Struktur und Inhalt beachten (bei der Linearisierung des Inhalts ist alleine die Struktur ausschlaggebend für die Ausgabereihenfolge.) Web-Browser geben dadurch den Inhalt auch dann korrekt wieder, wenn Benutzer die Option wählen, die Ausführung von Stylesheets komplett zu unterbinden oder das Stylesheet durch ein vom Benutzer gewähltes Stylesheet zu ersetzen.

Die Trennung von (strukturiertem) Inhalt und Präsentationsvorgaben erfolgt durch die **Strukturierung des Dokumentes in der HTML-Datei** und das **Auslagern aller Formatierebefehle** in externe **Stylesheet-Dateien**, auf welche die einzelnen Internetseiten

Abb. 3.20 Ausschnitt aus einer CSS-Datei

```
<style>
h1 {
    font-size:250%;
}
h2 {
    font-size:200%;
}
p {
    font-size:100%;
}
</style>
```

der Webpräsenz Bezug nehmen. Abb. 3.20 zeigt die **Formatierung** exemplarisch an einem Ausschnitt aus einer solchen CSS-Datei: Hier werden die Schriftgröße (`font-size`) für Überschriften der Ebene 1 (`h1`), Überschriften der Ebene 2 (`h2`) und Absatztexte (`p`) festlegt.

Formatierungen innerhalb des HTML5-Codes, wie ``, `<size>` oder `<color>`, sind nicht zulässig. Stattdessen verweist der `<link>`-Tag im Header eines HTML-Dokuments auf eine **CSS-Datei**, welche die Formatdefinitionen enthält. Innerhalb des Tags müssen der Bezug (`rel="stylesheet"`) und der MIME-Typ (Multipurpose Internet Mail Extension, engl. für Mehrzweckerweiterung bei Internetnachrichten) (`type="text/css"`) definiert sein.

Zusätzlich lassen sich Klassen von Ausgabegeräten (`media=`) anweisen, spezielle Formatierungsdateien zu verwenden. Das Attribut `href` verweist – ggf. mit Pfadangabe oder absoluter URI (Universal Resource Identifier, engl. für universelle Quellenbezeichnung) – auf die CSS-Datei (Abb. 3.21).

Alternativ zur separaten CSS-Datei für bestimmte Ausgabemedien können Sie auch innerhalb des `style`-Bereichs einer zentralen CSS-Datei medienspezifische Formatdefinitionen mit `@media` hinterlegen.

Durch die medienspezifische Formatierung lässt sich ein Höchstmaß an Zugänglichkeit unabhängig vom Anzeigegerät erreichen. Außerdem sorgt die zentrale Definition für eine konsistente Präsentation und eine einfache Wartbarkeit. Darüber hinaus verkürzen sich durch das Auslagern der Speicherbedarf des Internetauftritts und die Ladezeiten, da die Formatierungsdefinitionen nur noch einmal gespeichert und übertragen werden müssen. Auch können Suchmaschinen, die nur den Beginn eines Dokumentes indizieren, mehr vom Inhalt erfassen, wenn im Dateikopf statt langer Formatierungsangaben lediglich ein kurzer Verweis auf diese steht.

```
<head>
<title>Mein Seitentitel</title>
<style>
<link rel="stylesheet" type="text/css" href="Normal.css">
<link rel="stylesheet" type="text/css" media="handheld"
ref="mobile.css">
<link rel="stylesheet" type="text/css" media="speech"
href="Sprachausgabe.css">
<link rel="stylesheet" type="text/css" media="braille"
href="Braillezeile.css">
<link rel="stylesheet" type="text/css" media="print"
href="Drucker.css">
...
</style>
</head>
```

Abb. 3.21 CSS in HTML einbinden

Hilfreiche Werkzeuge bei der CSS Entwicklung sind Erweiterungen (Add-ons) des Browser Mozialla Firefox, wie Web Developer Toolbar, FireBug und ColorZilla.

Während Formatierungsinformationen in eine Stylesheet-Datei ausgelagert werden, ist die **Struktur eines Dokumentes** in Markup-Sprachen (Auszeichnungssprachen) wie HTML definiert. HTML-Dateien beschreiben Daten, d.h. sie werden verwendet, um Datenelemente mit Hilfe von Tags zu definieren und mit Eigenschaften auszuzeichnen. Diese Informationen über die Datenelemente können ihre Klassifikation in der Datenstruktur betreffen, Angaben über die Daten selbst (Metadaten) liefern oder Vorgaben für ihre Darstellung und anzuwendende Verfahren machen. Formatauszeichnungen könnten also aus technischer Sicht zwar direkt in HTML vorgenommen werden, allerdings ist dann keine strikte Trennung des strukturierten Inhalts von der Formatierung gegeben.

Die Elemente innerhalb eines HTML-Dokumentes sind strukturiert verschachtelt. Die äußere Schachtelung wird eingeleitet durch `<html>` und endet mit `</html>`. Auf der nächst tieferen Ebene befinden sich zwei Schachtelungen, nämlich die `<head>` – und die `<body>` – Schachteln, innerhalb derer sich weitere Elemente strukturiert anlegen lassen.

Die am weitest gehenden Möglichkeiten zur Strukturierung einer Seite bietet HTML5. Damit lassen der Kopfbereich mit einer Navigation und der Inhaltsbereich mit einer weiteren Navigation definieren, im Inhaltsbereich zusammengehörende Elemente als Artikel zusammenfassen und Nebenbereiche sowie ein Fußbereich anlegen (Abb. 3.22).

Die am häufigsten verwendeten **strukturierten Elemente** sind:

- Überschriften (`<h1>` bis `<h6>`) mit Textabsätzen (`<p>`)
- Hervorhebungen mit ``, `` und anderen Elementen
- Unnummerierte (``) und nummerierte Listen (``) mit Einträgen ``
- Tabellen (`<table>`) mit Tabellenzeilen (`<tr>`) und Kopfzeilen (`<th>`) bzw. einfachen Datenzellen (`<td>`)
- Formulare (`<form>`) mit Gruppen (`<fieldset>`) von Formularelementen.

Das HTML-Dokument besitzt somit eine interne Struktur, die der Browser für die Darstellung interpretiert. Zwischen den einzelnen öffnenden (`<tag>`) und schließenden (`</tag>`) Tags stehen die Daten, die den Inhalt repräsentieren. In XHTML sind leere Elemente immer mit `<tag/>` zu beenden.

In erster Linie spiegeln **Überschriften** die Struktur eines Dokumentes wider. Durch die Auszeichnung der Überschriftenebenen mit den Tags `<h1>` bis `<h6>` bleiben Überschriften mit ihrer Bedeutung maschinenlesbar und die Benutzer von Screenreadern können sich – insbesondere bei tiefen Navigationsstrukturen – für eine leichtere Orientierung nur Überschriften bis zu einer von ihnen gewünschten Ebene ausgeben lassen. Auch Suchmaschinen können erkennen, dass es sich bei den entsprechenden Inhalten um Überschriften einer bestimmten Ebene handelt, und bewerten die dort gefundenen Begriffe höher als Wörter in normalen, mit `<p>` ausgezeichneten Absatztexten.

Hervorhebungen lassen sich je nach Bedeutung durch `` für eine leichte Betonung und `` für eine starke Betonung festlegen. Auf diese Weise lassen sie sich, je nach Zugangsgerät, etwa durch veränderte Schriftschnitte oder Betonungen für jeden

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="de">
<head>
    <title>Titel der Datei</title>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta ...>
</head>
<body>
    <!-- Kopfbereich -->
    <header>
        <h1>Überschrift der gesamten Seite</h1>
        <nav>Navigation im Kopfbereich</nav>
    </header>
    <!-- Inhaltsbereich -->
    <article>
        <h1>Überschrift des Artikelbereiches</h1>
        <!-- Navigationsbereich -->
        <nav>Weiterer Navigationsbereich</nav>
        <!-- Weitere Inhalte -->
        [... Absätze, Listen, Bilder usw. ...]
        <!-- Unterbereich -->
        <section>
            <h1>Überschrift des Artikelbereiches</h1>
            <!-- Weitere Inhalte -->
            [... Absätze, Listen, Bilder usw. ...]
        </section>
    </article>
    <!-- Nebenbereich -->
    <aside>
        [... weitere Inhalte ...]
    </aside>
    <!-- Fußbereich -->
    <footer>
        <h1>Überschrift des Fußbereiches</h1>
        <nav>Navigation im Fußbereich</nav>
    </footer>
</body>
</html>
```

Abb. 3.22 Abbilden der Seitenstruktur in HTML5

```
<blockquote cite="http://elearning.hs-pforzheim.de">
<p>E-Learning an der Hochschule Pforzheim</p>
</blockquote>
```

Abb. 3.23 Zitate in HTML

Nutzer erfahrbar machen. Weitere Beispiele sind `<cite>` für kurze **Zitate**, `<blockquote>` für lange Zitate, zum Hochstellen und zum Tiefstellen von Zeichen.

Das `<blockquote>`-Element erlaubt es etwa, Zitate deutlich kenntlich zu machen und ggf. mit dem darin befindlichen Attribut `cite=`(nicht zu verwechseln mit dem `<cite>`-Tag!) eine online verfügbare Quelle zu referenzieren (Abb. 3.23).

Dadurch wird der eingeschlossene Inhalt automatisch vom Browser in herausgehobener Form dargestellt, oft als Einrückung oder zentriert. Manche Web-Entwickler setzen das Tag wegen dieser Eigenschaft missbräuchlich ein, aber nur eine standardkonforme Verwendung des Tags trägt zur Suchmaschinenoptimierung bei und lässt Benutzer von Screenreadern erkennen, wann es sich um ein Zitat handelt und wann nicht.

In **Aufzählungen** bekommt jeder Listeneintrag einen eigenen Absatz. Die Einträge können als unnummerierte Listen (``) deklariert werden, bei denen alle Listeneinträge (``) mit dem gleichen Aufzählungszeichen (Asterisk, Spiegelstrich oder Bullet) beginnen, wobei der jeweilige Browser das Aussehen der Aufzählungszeichen bestimmt. Falls der Reihenfolge der Einträge, wie etwa bei Prozessschritten, eine besondere Bedeutung zukommt, bietet sich eine automatische Auszeichnung als durchnummerierte Liste (``) an. Als Aufzählungszeichen kommen dann aufsteigende Zahlen oder Buchstaben in Frage, gefolgt von einem Punkt oder einer schließenden runden Klammer. Listen mit **Definitionen** leitet das `<dl>`-Element ein; die einzelnen Begriffe darin sind mit `<dt>` ausgezeichnet und deren Beschreibung mit `<dd>`.

Generell interpretieren Screenreader einen Text von links nach rechts, bei **Tabellen** (`<table>`) geben sie Zelle für Zelle aus. Um den Zugriff auf einzelne Strukturelemente besser steuern zu können, ist die Definition einer vom Inhalt unabhängigen Tabellenstruktur erforderlich. **Tabellenüberschriften** lassen sich dann gezielt auswählen, z.B. für die Ausgabe (Screenreader-Nutzer können sich zur Orientierung – insbesondere in großen Tabellen – nur die Inhalte der Überschriftenzellen anzeigen lassen) oder um ihr Erscheinungsbild per Stylesheet zu bestimmen.

HTML bietet folgende Tags zum Auszeichnen von Tabellenelementen an (Abb. 3.24): Das Tag `<caption>` kennzeichnet die Überschrift einer Tabelle, mit `<th>` werden die Spalten- und Zeilenüberschriften ausgezeichnet und `<td>` macht normale Zellenwerte kenntlich. Darüber hinaus müssen Bezeichnungen und Inhalte der Zellen einander zugeordnet werden. Überschriften erhalten die zusätzliche Metainformation `id`. Diese `id` wird den zugehörigen Zellen mittels des `header`-Attributs übergeben. Bereits ohne Formatvorgaben durch ein CSS ist eine optische Hervorhebung gegeben (Abb. 3.25).

Bei komplexen Tabellen bietet es sich zudem an, dem Nutzern von Screenreadern zusätzlich eine kurze **Zusammenfassung** von Inhalt und Navigationsmöglichkeiten der

```

<table>
  <caption>Mittagstisch in der Cafeteria</caption>
  <tr>
    <td> </td>
    <th id="studi">Studierende</th>
    <th id="mitarb">Mitarbeiter</th>
  </tr>
  <tr>
    <th id="suppe">Tagessuppe</th>
    <td headers="suppe studi">0,80 Euro </td>
    <td headers="suppe mitarb">1,20 Euro </td>
  </tr>
  <tr>
    <th id="stamm1">Stammessen 1</th>
    <td headers="stamm1 studi">3,50 Euro </td>
    <td headers="stamm1 mitarb">5,00 Euro </td>
  </tr>
  <tr>
    <th id="stamm2">Stammessen 2</th>
    <td headers="stamm2 studi">4,50 Euro </td>
    <td headers="stamm2 mitarb">6,00 Euro </td>
  </tr>
  ...
</table>

```

Abb. 3.24 Tabellenaufbau in HTML**Abb. 3.25** Anzeige der Beispieldtabelle im Browser (MS Internet Explorer)

Mittagstisch in der Cafeteria		
	Studierende	Mitarbeiter
Tagessuppe	0,80 Euro	1,20 Euro
Stammessen	13,50 Euro	5,00 Euro
Stammessen	24,50 Euro	6,00 Euro
Veg.Essen	3,50 Euro	5,00 Euro
Nachspeise	0,80 Euro	1,20 Euro

Tabelle mit Hilfe des Attributs `summary=""` zu geben. Browser zeigen diese Zusammenfassung nicht an.

Falls der **Einsatz von Tabellen zu Layoutzwecken** zwingend notwendig sein sollte, dürfen darin keine weiteren HTML-Strukturelemente (wie etwa Aufzählungszeichen zur Layoutformatierung) vorkommen. Eine logische Unterteilung lässt sich mit den Tags `<thead>`, `<tbody>` und `<tfoot>` erreichen.

Auch bei allen **Formular-Kontrollelementen** (z. B. Abb. 3.26) mit implizit zugeordneten Beschriftungen müssen die Beschriftungen korrekt positioniert sein.

Damit beim Auslesen durch einen Screenreader eine logische Informationsreihenfolge entsteht, sind zu einem Eingabefeld gehörende Erläuterungen deshalb in der gleichen Zeile vor das Eingabefeld zu setzen und Auswahlknopf dahinter (Abb. 3.27).

Beschriftungen und Kontrollelemente werden verknüpft, damit ein logischer Zusammenhang besteht und eine korrekte Linearisierung möglich ist. Dies lässt sich über das am Bildschirm nicht sichtbare Tag <label> erreichen (Abb. 3.28).

Es wird vor allem für die Elemente `input type="text"`, `input type="checkbox"`, `input type="radio"`, `input type="file"`, `input type="password"`, `textarea` und `select` benutzt. Innerhalb des Tags kann mit dem Attribut `for` eine logische Beziehung zu einem durch das Universalattribut `id` eindeutig benanntes Eingabeelement hergestellt werden. Der Wert des `for`-Attributs muss dann

```
<form>
  <label for="thema">Wählen Sie Ihr Thema:</label>
  <select id="thema">
    <option>E-Learning</option>
    <option>E-Mail</option>
    <option>Mensa</option>
    <option>Vorlesungsverzeichnis</option>
  </select>
</form>
```

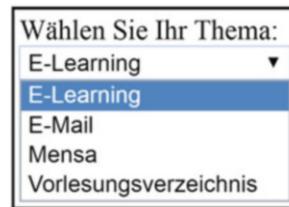


Abb. 3.26 Beispiel für Aufbau und Anzeige eines Formularelements

Wählen Sie ihr Mensaessen für morgen aus!

Ihre Daten	
Matrikelnummer:	<input type="text" value="Ihre Matrikelnummer"/>
Vorname:	<input type="text" value="Ihr Vorname"/>
Nachname:	<input type="text" value="Ihr Nachname"/>
Ihre Auswahl	
Tagessuppe	<input type="checkbox"/>
Stammessen 1	<input type="checkbox"/>
Stammessen 2	<input type="checkbox"/>
Veg. Essen	<input type="checkbox"/>
Nachspeise	<input type="checkbox"/>
Absendeoptionen	
<input type="button" value="Absenden"/>	<input type="button" value="Abbrechen"/>

Abb. 3.27 Anzeige des Beispiels zur logischen Zuordnung von Beschriftungen zu Kontrollelementen in HTML

```
<h1>Wählen Sie ihr Mensaessen für morgen aus!</h1>
<form action="vorbestellung_mensaessen.htm">
<fieldset>
    <legend>Ihre Daten</legend>
    <table>
        <tr>
            <td><label for="matrikel">Matrikelnummer:</label></td>
            <td><input type="text" id="matrikel" name="Matrikel" value="Ihre
                Matrikelnummer"></td>
        </tr>
    ...
    </table>
</fieldset>
<fieldset>
    <legend>Ihre Auswahl</legend>
    <table>
        <tr>
            <td><label for="tagessuppe">Tagessuppe</label></td>
            <td><input type="checkbox" id="tagessuppe"
                name="Tagessuppe"></td>
        </tr>
    ...
    </table>
</fieldset>
<fieldset>
    <legend>Absendeoptionen</legend>
    <table>
        <tr>
            <td>
                <input type="submit" value="Absenden">
                <input type="reset" value="Abbrechen">
            </td>
        </tr>
    </table>
</fieldset>
</form>
```

Abb. 3.28 Logische Zuordnung von Beschriftungen zu Kontrollelementen in HTML

gleich dem Wert des eindeutigen `id`-Attributs sein. Für jedes Eingabeelement müssen die Attribute `id` und `name` bereitgestellt werden; sie dürfen aber einen identischen Wert aufweisen. Diese Vorgehensweise verbessert allgemein die Benutzerfreundlichkeit, da bei einem Klick auf das Label die Eingabemarke sofort in das dazugehörige Eingabeelement springt.

Statt des Tags `<label>` verwendet man

- (bei Absenden- und Zurücksetzen-Schaltflächen (`input type="submit"` bzw. `input type="reset"`) das value-Attribut),
- (bei Bild-Schaltflächen (`input type="image"`) das alt-Attribut) oder
- bei versteckten Eingabefeldern (`input type="hidden"`) und Skript-Schaltflächen (button-Elemente oder `<input type="button">`) die Inhalte des Elements (Beschriftung der Schaltfläche) selber.

3.3.3.2 Bedingung 1.3.2: Aussagekräftige Reihenfolge

„Wenn die Reihenfolge, in der der Inhalt präsentiert wird, Auswirkungen auf dessen Bedeutung hat, ist die richtige Lese-Reihenfolge durch Programme erkennbar.“

Diese Forderung betrifft die Webseite in Gänze und einzelne Elemente darin, vor allem Tabellen und Texte. Da unterschiedliche Browser CSS-Formatierungen nicht immer identisch anzeigen, wurden insbesondere in den frühen Tagen des Webdesigns häufig **Tabellen** zur Layoutdefinition benutzt, da diese eine weitgehend einheitliche Darstellung gewährleisten. Screenreader geben als Tabellen ausgezeichnete Inhalte standardmäßig Zeile für Zeile von links nach rechts aus. Bei missbräuchlicher Verwendung des Tags kann dies zur Folge haben, dass die Ausgabereihenfolge nicht der logischen Gliederung der Inhalte entspricht, etwa weil eine Bildunterschrift in der Zeile unter dem Bild platziert wurde. Daher ist darauf zu achten, dass Tabellen in der richtigen **Reihenfolge** linearisiert und zusammenhängende Informationen dabei nicht getrennt werden.

Die Leserichtung kann auf der gesamten Webseite oder in einzelnen Bereichen von der für uns gewohnten abweichen, etwa in einem arabischen oder hebräischen **Text**. Die **Leserichtung** lässt sich mit dem `dir`-Attribut und der Wertzuweisung „`rtl`“ für „right-to-left“ (Rechts-nach-Links) bzw. „`ltr`“ für left-to-right (Links-nach-Rechts) definieren.

3.3.3.3 Bedingung 1.3.3: Sensorische Merkmale

„Anweisungen zum Verständnis und zur Nutzung des Inhalts stützen sich nicht ausschließlich auf sensorische Merkmale der Elemente wie z.B. Form, Größe, visuelle Platzierung, Orientierung oder Ton.“

Sensorische Merkmale wie z.B. Form, Größe, visuelle Platzierung, räumliche Orientierung oder Ton sind nicht für alle Nutzer bzw. deren assistive Technologien wahrnehmbar (z.B. „Benutzen Sie die runde Schaltfläche“ oder „Ziehen Sie den Hebel unten“). Besonders viele Menschen wären von einer ausschließlichen Informationskodierung durch Farbe betroffen; diesem Thema ist eine eigene Bedingung (siehe Abschn. 3.4.4.1) gewidmet. Damit die Webseite überhaupt bedient werden kann, müssen Informationen und Interaktionselemente, die sich auf sensorische Merkmale beziehen, also zusätzlich auf einem weiteren, barrierefreien Weg verfügbar sein. Der einfachste Weg dafür ist ein korrekt gestalteter Textlink (siehe Abschn. 3.4.4.4).

Diese Anforderung gilt nicht, wenn eine spezielle Hardware jedem Nutzer die sensorische Erfahrung zugänglich macht.

3.3.4 Anforderung 1.4: Unterscheidbarkeit

„Nutzerinnen und Nutzern ist die Wahrnehmung des Inhalts und die Unterscheidung zwischen Vorder- und Hintergrund so weit wie möglich zu erleichtern.“

Während viele der vorgestellten Richtlinien darauf hinauslaufen, Informationen in einer alternativen Form auszugeben, zeigt die Anforderung 1.4, wie man die **Standardpräsentation** für möglichst weite Benutzerkreise leicht wahrnehmbar machen kann.

Grundvoraussetzung ist, dass die Informationen sich durch **Kontrast** deutlich vom Hintergrund abheben, sei es bei einer visuellen Darstellung über einen hohen **Helligkeitsunterschied** zwischen Vorder- und Hintergrundfarbe oder bei einer akustischen Darstellung über einen großen **Lautstärkeunterschied** zwischen Vordergrund- und Hintergrundgeräuschen. Je stärker der Kontrast ist, umso mehr Menschen können das Webangebot (trotz Einschränkungen der visuellen oder akustischen Wahrnehmung) nutzen. Weitere wichtige Aspekte sind der Einsatz lesbarer Schriftarten, eine hinreichende Schriftgröße (mindestens 14 Punkt) und das auffällige Hervorheben von Links oder Kontrollelementen, wenn diese den Tastaturookus erhalten.

3.3.4.1 Bedingung 1.4.1: Farbe

„Farbe ist nicht als einziges Mittel zu verwenden, um Informationen zu übermitteln, eine Aktion anzudeuten, eine Reaktion zu veranlassen oder ein visuelles Element zu kennzeichnen.“

Bilder, Grafiken oder grafisch dargestellte Texte werden individuell unterschiedlich oder vielleicht sogar überhaupt nicht wahrgenommen, insbesondere wenn ein Nutzer unter **Farbfehlsichtigkeit** oder **Farbenblindheit** leidet. Außerdem können technische Einschränkungen der Ausgabegeräte eine Farbwahrnehmung verhindern, etwa monochrome Displays oder Screenreader. Wird eine Information nur durch die **Farbe** kenntlich gemacht, so ist es für Menschen, die diese Farbe nicht wahrnehmen können, unmöglich, die durch die Farbe transportierte Information zu erhalten. Abb. 3.29 zeigt, wie ähnlich **Schaltflächen** in einer Graustufendarstellung (rechts) aussehen, die in Farbdarstellung (links) leicht zu unterscheiden sind.

In Abb. 3.30 ist auf der rechten Seite der **Tabelle** ohne Wiedergabe der Farbe nicht ersichtlich, dass der Wert im 3. Quartal einen Verlust symbolisiert.

Im Vergleich dazu zeigt Abb. 3.31, dass sich farbkodierte Informationen durch eine semantische Auszeichnung dennoch leicht zugänglich machen lassen.

Auch die Informationen in **Diagramme** dürfen ohne Farbe nicht verloren gehen (Abb. 3.32).



Abb. 3.29 Anzeige farbiger Schaltflächen mit und ohne Farbdarstellung

Ergebnis 2015			Ergebnis 2015		
Quartal	Umsatz	Gewinn/Verlust	Quartal	Umsatz	Gewinn/Verlust
1. Quartal	1.001.965 €	71.965 €	1. Quartal	1.001.965 €	71.965 €
2. Quartal	968.950 €	38.950 €	2. Quartal	968.950 €	38.950 €
3. Quartal	899.653 €	30.347 €	3. Quartal	899.653 €	30.347 €
4. Quartal	1.023.345 €	93.345 €	4. Quartal	1.023.345 €	93.345 €

Abb. 3.30 Anzeige einer Tabelle mit und ohne Farbdarstellung

Ergebnis 2015			Ergebnis 2015		
Gewinne sind in Schwarz dargestellt.			Gewinne sind in Schwarz dargestellt.		
Verluste sind in Rot mit einem Minuszeichen dargestellt.			Verluste sind in Rot mit einem Minuszeichen dargestellt.		
Quartal	Umsatz	Gewinn/Verlust	Quartal	Umsatz	Gewinn/Verlust
1. Quartal	1.001.965 €	71.965 €	1. Quartal	1.001.965 €	71.965 €
2. Quartal	968.950 €	38.950 €	2. Quartal	968.950 €	38.950 €
3. Quartal	899.653 €	- 30.347 €	3. Quartal	899.653 €	- 30.347 €
4. Quartal	1.023.345 €	93.345 €	4. Quartal	1.023.345 €	93.345 €

Abb. 3.31 Anzeige einer BITV-konformen Tabelle mit und ohne Farbdarstellung

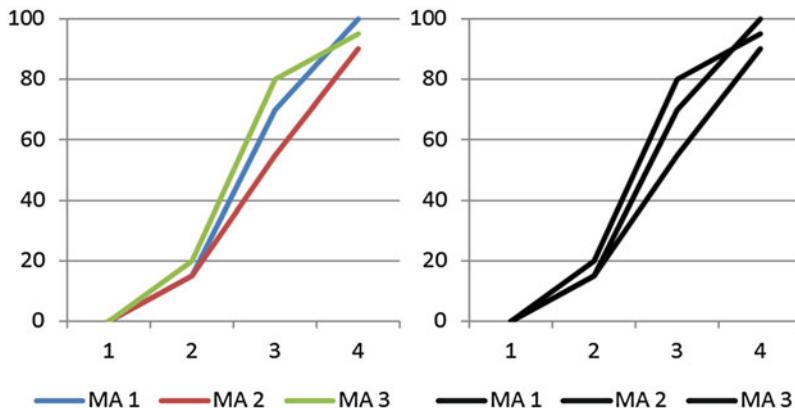


Abb. 3.32 Anzeige eines Diagramms mit und ohne Farbdarstellung

Durch Beschriften und Zuordnen unterschiedlicher Linienformen lässt sich dies leicht erreichen (Abb. 3.33).

Zur Verdeutlichung, dass ein Text mit einer Verlinkung hinterlegt ist, reicht daher die Formatierung in einer Farbe mit einem Kontrastverhältnis von mind. 3:1 zum restlichen Text nicht aus (bei schwarzem Text bevorzugt „color: blue“, da deren Wahrnehmung nur wenig durch die weit verbreitete Rot- und Grün-Schwäche verändert wird). Zusätzlich ist der **Link** durch ein weiteres Merkmal – den Unterstrich – kenntlich zu machen, sobald der den Fokus erhält. Unterstreichungen sollten nur zu diesem Zweck eingesetzt werden und stehen als Gestaltungsmittel für den Text nicht zur Verfügung.

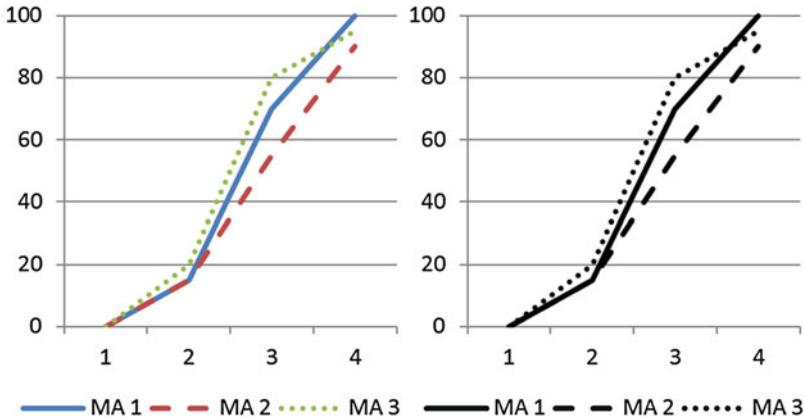


Abb. 3.33 Anzeige einer BITV-konformen Diagramms mit und ohne Farbdarstellung

Diese Bedingung gilt auch für **Formulare** (z. B. sind Pflichtfelder nicht nur in der Farbe Rot darzustellen, sondern auch jeweils mit dem Label „Pflichtfeld“ auszuzeichnen) und andere **Kontrollelemente** (wie etwa ein Hinweis „Drücken Sie den roten Button“ um einen entsprechenden Textlink ergänzt sein muss).

3.3.4.2 Bedingung 1.4.2: Audio-Kontrolle

„Bei Tonelementen, die auf einer Webseite automatisch länger als drei Sekunden abgespielt werden, gibt es

- entweder einen Mechanismus zum Unterbrechen oder Beenden des Tons oder
- einen Mechanismus zur Regelung der Lautstärke unabhängig von der Systemlautstärke.“

Insbesondere für Nutzer von Screenreadern ist es schwer, der **Sprachausgabe** zu folgen, wenn gleichzeitig **Hintergrundsound** abgespielt wird. Wenn die Lautstärke von Screenreadern und von Audioausgaben der Website über die gleichen globalen Einstellungen gesteuert wird, können Benutzer nicht die Sprachausgabe herauf- und die Soundausgabe herunterregeln. Daher sind für Audioausgaben ab einer Länge von 3 Sekunden mindestens Unterbrechungs-/bzw. Beendigungsmöglichkeiten zu implementieren, oder ein Lautstärkeregler, dessen Skala bis Null herunterreicht. Automatisch startende Audioausgaben (etwa beim Betreten einer Landingpage) führen zu Problemen mit Screenreadern und sind zu vermeiden.

3.3.4.3 Bedingung 1.4.3: Kontrast

„Bei der visuellen Präsentation von Text und Schriftgrafiken ist das Kontrastverhältnis zwischen Vordergrund- und Hintergrundfarbe mindestens 4,5:1. Für Großschrift und Schriftgrafiken mit Großschrift gilt ein Kontrastverhältnis von mindestens 3:1. Kein Mindestkontrast ist erforderlich für nebенästhetische Texte und Schriftgrafiken,

- die Teil einer inaktiven Komponente der Benutzerschnittstelle sind,
- die rein dekorativ sind,
- bei denen es sich um nebensächlichen Text in einem Bild handelt oder
- die für den Nutzer oder die Nutzerin nicht sichtbar sind.

Für Text, der Bestandteil eines Logos oder eines Markennamens ist, gelten ebenfalls keine Anforderungen an den Mindestkontrast.“

Ein ausreichend hoher **Kontrast** zwischen Text und Hintergrund ist nicht nur für Menschen mit Sehschwächen oder in hellen Umgebungen wichtig, sondern erleichtert allen Benutzern das Lesen. Die benötigte Kontrastintensität hängt neben der Sehfähigkeit des Betrachters und seiner Umgebung vor allem von der Helligkeit des Monitors, dessen Pixeldichte sowie von Schriftart, Schriftgröße, Schriftschnitt und Laufweite (Zeichenabstand) ab. Der Begriff Pixel bezeichnet den kleinsten ansteuerbaren Bildpunkt und ist ein Neologismus aus „Picture“ (engl. für Bild) und „Element“.

Je klarer die Schriftart, je höher die Schriftgröße, je dicker die Linien und je größer die Laufweite, desto einfacher lesbar ist eine Schrift. Auf Grund der Vielzahl an unterschiedlichen Schriftarten lässt sich in dieser Hinsicht keine testbare Empfehlung geben. Als Faustregel kann man davon ausgehen, dass bei kleinen Schriftgrößen (bis 18 Punkt bzw. 14 Punkt fett) der Kontrast mindestens 4,5:1 betragen muss, während für Großschriften ein Kontrast ab 3:1 ausreicht. Besser (weil skalierbarer) als die Angabe konkreter Punktrößen ist es, die Schriftgröße in „em“ auszudrücken. Ursprünglich gibt „em“ im Druckwesen die Breite eines Zeichens proportional zur Schriftgröße an. Ein em drückt dabei die Breite eines Gevierts aus (damit auch dessen Höhe, also Schriftgröße) und entspricht in etwa der Breite des Großbuchstabens M. CSS definieren ein em als die aktuelle Schriftgröße der Schriftart in Pixel. Großschriften sollten dann zwischen 1,2 und 1,5 em haben, was dem 1,2- bzw. 1,5-fachen Schriftgrads des übergeordneten Containers (i. d. R. des Standardtexts im Body) entspricht.

Der Einsatz von **Schriftgrafiken** sollten Sie möglichst vermeiden (siehe Bedingung Abschn. 3.3.4.5). Ist er unumgänglich, so gelten die oben stehenden Kriterien und es müssen zusätzlich Alternativtexte hinterlegt sein. Text-Alternativen sind ggf. auch für Wortbildmarken, wie etwa in Firmenlogos und Markennamen, entsprechend ihrer Funktion auf der Webseite erforderlich.

3.3.4.4 Bedingung 1.4.4: Veränderbare Textgröße

„Der Text lässt sich ohne assistive Technologie bis auf 200 % vergrößern, ohne dass es zu einem Verlust von Inhalt oder Funktionalität kommt.“

Relative Einheiten passen sich der vorgegeben Auflösung des Ausgabegerätes an und ermöglichen es den Benutzern, die Anzeige nach ihren individuellen Wünschen und Bedürfnissen zu skalieren (Abb. 3.34 links, [www.gmail.com]). Dies ist nicht nur für Menschen mit Sehbehinderungen wichtig, sondern für alle, deren Arbeitsumgebung nicht dem Profil des fiktiven Standardbenutzers entspricht. Bei Texten lässt sich dies einfach realisieren, indem man die gewünschte **Textgröße** für ganze Container oder einzelne

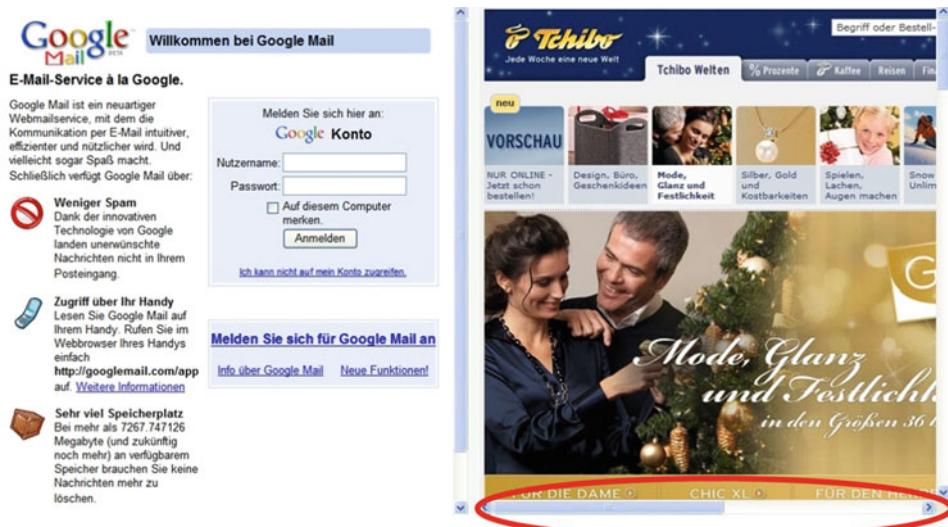


Abb. 3.34 Anzeige von Webseiten bei geringerer Bildschirmauflösung mit relativen (links) und absoluten Werten (rechts)

Elemente in CSS mittels „em“ einstellt (siehe Abschn. 3.3.4.3). Alternativ lässt sich einer relative Schriftgröße auch mit dem Attribut `font-size`: in „%“ zuweisen oder eine in CSS benannte Fontgröße einsetzen, wie z. B. `larger`. Eine Prozentangabe bezieht sich dabei auf die Größe des übergeordneten Elementes. Ist keine absolute Größe für ein übergeordnetes Element angegeben, ist 100 % die vom Benutzer eingestellte Schriftgröße.

Ausgehend von einem fiktiven Standardnutzer und dessen Hardwareausstattung werden aber in der Praxis die Dimensionen von Webseiten und ihren Elementen leider häufig mit festen Größen in Pixel angegeben. Ausgabegeräte, welche diese Anforderungen nicht erfüllen (z. B. Smartphone), zeigen dem Benutzer nur einen Bildschirmausschnitt und zwingen ihn zum horizontalen Scrollen, was zu Orientierungslosigkeit und Informationsverlust führen kann (Abb. 3.34 rechts, [www.tchibo.de]).

Eine vollständig skalierbare Internetseite ist allerdings derzeit noch nicht realisierbar, da verschiedene Browser die CSS-Befehle und feste Größe von Rastergrafiken unterschiedlich interpretieren. Die beste Unterstützung bietet in dieser Hinsicht der Webbrowser Opera.

3.3.4.5 Bedingung 1.4.5: Schriftgrafiken

„Für die Vermittlung von Informationen sind keine Schriftgrafiken zu verwenden, es sei denn,

- diese lassen sich individuell an die visuellen Bedürfnisse der Nutzerin oder des Nutzers anpassen oder
- eine bestimmte Präsentation ist für die Vermittlung der Informationen des Textes wesentlich.“

Browser können zunächst nur diejenigen **Schriften** darstellen, die auf dem Computer des Benutzers installiert sind. Dazu gehören die **Web Safe Fonts**.

Ein bequemer Weg sicherzustellen, dass Internetseiten unabhängig davon auf allen Systemen möglichst identisch dargestellt werden, ist der Einsatz von **Schriftgrafiken**, d.h. Texte werden in Grafikprogrammen erzeugt und als Bilddatei eingebettet. Abgesehen von den genannten Ausnahmen ist dies nicht sinnvoll (siehe Kap. 7.4.3.3).

Stattdessen sollten die Mittel der Markup-Sprache (also ASCII-Text mit Formatangaben im CSS) eingesetzt werden. So lassen sich mit dem globalen Attribut `style="-font-family:"` auch **Alternativschriften** aus weit verbreiteten Schriftarten definieren, die sukzessiv herangezogen werden, sollte der gewünschte Font nicht verfügbar sein. Beispiele hierfür sind: `style="font-family: 'Trebuchet MS', Georgia, 'Times New Roman'"` oder `style="font-family: 'Futura Lt', Verdana, Arial"`.

Möchte man exotischere und insbesondere eigene Schriften verwenden, kann man diese mit einem **@font-face-Kit** für die Schriftdatenbank des Browsers auf dem eigenen Server bereitstellen und über eine @font-face Regel in CSS integrieren. Das Kit enthält die Schriften in den Formaten TrueType (für die Betriebssysteme Windows und Mac OS), OpenType (für Firefox, Safari, Chrome, und Opera), EOT (für Internet Explorer), SVG (für iPhones) und WOFF (für Firefox ab Version 3.6). Auf Webseiten wie Fontsquirrel lassen sich fertige Kits (auch mit „freien“ Fonts) inklusive HTML- und CSS-Snippets finden und individuelle Kits zusammenstellen. Alternativ kann man auch die **Google Web Fonts** nutzen, indem man die benötigten Schriften und Schriftstile über eine Code-Schnipsel (Snippet) einbindet. Die Schriften werden dann vom Google-Server bereitgestellt. Allerdings erlangt Google dann Kenntnisse über die Nutzung Ihrer Webseite.

3.3.4.6 Bedingung 1.4.6: Kontrast

„Bei der visuellen Präsentation von Text und Schriftgrafiken ist das Kontrastverhältnis zwischen Vordergrund- und Hintergrundfarbe mindestens 7:1. Für Großschrift und Schriftgrafiken mit Großschrift gilt ein Kontrastverhältnis von mindestens 4,5:1. Kein Mindestkontrast ist erforderlich für nebensächliche Texte und Schriftgrafiken,

- die Teil einer inaktiven Komponente der Benutzerschnittstelle sind,
- die rein dekorativ sind,
- bei denen es sich um nebensächlichen Text in einem Bild handelt oder
- die für die Nutzerin oder den Nutzer nicht sichtbar sind.

Für Text, der Bestandteil eines Logos oder eines Markennamens ist, gelten ebenfalls keine Anforderungen an den Mindestkontrast.“ (Priorität 2)

Diese Bedingung erhöht die Anforderungen an den visuellen **Kontrast** auf 7:1 bzw. für Großschrift 4,5:1 und ist ansonsten mit der Bedingung 1.4.3: Kontrast inhaltlich identisch.

3.3.4.7 Bedingung 1.4.7: Hintergrundgeräusche

„Aufgezeichnete Audio-Inhalte, die im Vordergrund Sprache enthalten, haben keine oder abschaltbare Hintergrundgeräusche. Hintergrundgeräusche sind mindestens 20 Dezibel leiser als die sprachlichen Inhalte im Vordergrund, sofern es sich nicht um nur gelegentliche Toneffekte handelt, die ein oder zwei Sekunden dauern. Audio-Inhalte, die ein Audio-CAPTCHA oder Audio-Logo sind, sowie Audio-Inhalte, bei denen es vorrangig um den musikalischen Ausdruck geht, sind hiervon ausgenommen.“ (Priorität 2)

Diese Anforderung bezieht sich also hauptsächlich auf die Informationsvermittlung über Sprache im Vordergrund einer **Audiospur**, nicht aber auf Gesang oder gelegentliche, kurze Toneffekte. Zumindest eine der drei Kriterien (keine **Hintergrundgeräusche**, abschaltbare Hintergrundgeräusche oder Hintergrundgeräusche sind mindestens 20 Dezibel leiser) muss erfüllt werden, damit ein hinreichender **Audiokontrast** zwischen dem gesprochenen Wort und Hintergrundgeräuschen sichergestellt ist. Da „Dezibel“ ein logarithmisches Maß zur Beschreibung der Lautstärke ist, bedeuten 20 Dezibel Unterschied, dass Hintergrundgeräusche etwa viermal so leise wie der Sprachinhalt im Vordergrund sein müssen.

3.3.4.8 Bedingung 1.4.8: Visuelle Präsentation

„Bei der visuellen Präsentation von Textblöcken sind Mechanismen verfügbar, die Folgendes ermöglichen:

- Vordergrund- und Hintergrundfarben sind von den Nutzerinnen und Nutzern auswählbar;
- die Zeilenbreite beträgt nicht mehr als 80 Zeichen,
- der Text ist nicht im Blocksatz ausgerichtet,
- der Zeilenabstand beträgt mindestens 1,5 Zeilen innerhalb der Absätze,
- der Abstand zwischen den Absätzen ist größer als der Zeilenabstand und
- der Text kann im Vollbildmodus ohne assistive Technologie bis auf 200 % vergrößert werden, ohne dass die Nutzerinnen oder Nutzer eine Textzeile horizontal scrollen müssen.“ (Priorität 2)

Ziel dieses Erfolgskriterium ist es, visuell dargestellten Text so zu präsentieren, dass das Layout nicht die Wahrnehmbarkeit stört. Besonders wichtig ist dies für Menschen mit Einschränkungen der visuellen Wahrnehmung, der Sprache, der Lernfähigkeit oder der Kognition.

Einige visuelle und kognitive Einschränkungen führen dazu, dass Nutzer Inhalte nur bei sehr spezifischen Farbkombinationen leicht erfassen können. Die **Text- und Texthintergrund-Farbe** selbst einstellen zu können, trägt deshalb erheblich zum Textverständnis bei. Dies lässt sich z. B. umsetzen, indem man in CSS zwar das Layout von Seitenbereichen, deren Rahmenfarben (`border-color:`) sowie Text- und Hintergrundfarbe (`color: bzw. background-color:`) von sekundärem Inhalt (wie Navigation, Funktionen, Banner etc.) spezifiziert, nicht aber Text- und Texthintergrund-Farbe des Inhaltsbereichs. Auf diese Weise kann der Benutzer die

Farbkombinationen von Textblöcken selbst auswählen ohne deren Farbgebung durch ein User-Stylesheet überschreiben zu müssen und die Gestaltung der anderen Elemente bleibt wie vom Autor vorgesehen.

Übermäßig **lange Textzeilen** sind schon für den fiktiven Standardbenutzer schwer zu lesen; für Menschen mit Einschränkungen beim Sehen oder Lesen können sie eine echte Barriere darstellen. Deshalb sollte die Zeilenlänge unabhängig von der Skalierung 80 Zeichen nicht überschreiten. Dazu kann man z. B. HTML-Textcontainern mit Hilfe der CSS-Eigenschaft `max-width` eine Maximalbreite von 70 em oder 90 % zuweisen.

Probleme können auch durch zu geringe **Zeilenabstände** zwischen **Abstände zwischen Absätzen** entstehen. Der Abstand sollte zwischen den Zeilen 150 % und vor einem neuen Absatz 250 % einer Zeilenhöhe betragen. „Eine Möglichkeit ist bspw., in CSS die Zeilenhöhe von Textblöcken relativ zur Schriftgröße (`line-height:`)“ mit „1,5 em“ oder „150 %“ zu definieren. Zusätzliche Außenabstände vor oder nach einem Element lassen sich bei Bedarf mit „`margin-top:`“ bzw. „`margin-bottom:`“ und der Angabe eines relativen Wertes erzeugen.

Blocksatz ist im Web ebenfalls zu vermeiden, denn es können zu große oder ungleichmäßige Leerräume zwischen den Wörtern entstehen, insbesondere wenn Nutzer die Anzeigegröße verändern. Das sieht nicht nur unschön aus, sondern beeinträchtigen die Lesbarkeit. Da sich das Auge beim Zeilenwechsel auch an der Zeilenlänge orientiert, ist linksbündig gesetzter Text (`text-align: left`) i.d.R. die beste Wahl. Nur in Ausnahmefällen sollte Text rechtsbündig gesetzt werden (`text-align: right`), z.B. bei der vorangestellten Beschriftung von Formularfelder oder wenn Benutzer diese Darstellung erwarten (etwa in Speisekarten oder Liedtexten).

Der Text einer Webseite muss sich auch ohne assistive Technologie um bis zu **200 % vergrößern** lassen. Dabei darf in der Vollbilddarstellung kein horizontales Scrollen erforderlich sein, um den Inhalt einer Textzeile vollständig zu lesen. Dies lässt sich sicherstellen, indem man alle Maßangaben relativ zu anderen Maßen des Inhalts definiert und so ein Layout implementiert, das sich flexibel an den verfügbaren Platz anpasst (**Liquid Layout**, engl. für ein flüssiges Layout, bei dem sich die Größe und Abstände der Elemente selbstständig an die Größe des Anzeigebereichs anpassen).

Ein Zeilenumbruch sollte immer möglich sein, sofern Wörter nicht so lang sind, dass ein einzelnes Wort mehr als die Hälfte der Breite eines Vollbildes beansprucht (gilt nicht für URIs). Da horizontales Scrollen in einer Textzeile auch auf mobilen Geräten mit kleinen Displays nicht auftreten darf, sind beim Verfassen des Inhalts sehr lange Wörter (z. B. Dampfschiffahrtskapitänswitwenrente) möglichst zu vermeiden.

3.3.4.9 Bedingung 1.4.9: Schriftgrafiken

„Schriftgrafiken werden ausschließlich zur Dekoration verwendet oder in Fällen, in denen eine bestimmte Textpräsentation eine wesentliche Voraussetzung für die Vermittlung der Informationen ist.“ (Priorität 2)

Die Bedingung 1.4.5 (siehe Abschn. 3.3.4.5) weiter verschärfend, dürfen **Schriftgrafiken** nur noch dann eingesetzt werden, wenn es eine wesentliche Voraussetzung für die Vermittlung der Informationen ist. Dies gilt selbst dann, wenn sie sich individuell an die visuellen Bedürfnisse der Nutzerin oder des Nutzers anpassen lassen.

3.4 Prinzip 2: Bedienbarkeit

„Die Komponenten der Benutzerschnittstelle und die Navigation müssen bedient werden können.“

Das zweite Prinzip verlangt also, dass das User Interface so gestaltet sein muss, dass Benutzer es unabhängig von ihren individuellen Fähigkeiten bedienen können – mit anderen Worten: Es darf keine Interaktionen zwingend erfordern, die ein Nutzer nicht ausführen kann. Dies setzt sowohl für viele mobile Geräte wie auch für assistive Technologien voraus, dass jegliche Interaktion geräteunabhängig implementiert ist und (alternativ) auch per Tastatur erfolgen kann.

3.4.1 Anforderung 2.1: Zugänglichkeit per Tastatur

„Für die gesamte Funktionalität ist Zugänglichkeit über die Tastatur sicherzustellen.“

3.4.1.1 Bedingung 2.1.1: Tastaturbedienbarkeit

„Die gesamte Funktionalität des Inhalts muss über eine Tastaturschnittstelle bedient werden können, ohne dass bestimmte Zeitvorgaben für die einzelnen Tastenanschläge einzuhalten sind. Dies gilt nicht, wenn die zugrunde liegende Funktion Eingaben verlangt, die nicht nur von den Endpunkten, sondern auch vom Verlauf der Benutzerbewegung abhängen.“

Viele Websites waren ursprünglich für die Bedienung mit der Maus konzipiert und einige Funktionen von Applikationen, wie z. B. Drag & Drop, sind sogar ausschließlich mit der Maus sinnvoll nutzbar. Dieses Konzept stößt schon bei der Nutzung eines Internetauftritts mit mobilen Geräten an seine Grenzen. Da insbesondere Besuchern mit Screenreadern die optische Rückmeldung für die sinnvolle Verwendung einer Maus fehlt, muss die Steuerung nur per **Tastatur**, also insbesondere der **Tabulator-Taste** und den **Pfeiltasten**, möglich sein.

Die Forderung nach **Tastaturbedienbarkeit** gilt zunächst für jedes benutzbare Element einer Web-Anwendung. Objekte lassen sich auch per Tastatur bewegen, drehen und skalieren. Selbst regelmäßige grafische Objekte lassen sich auf diese Weise zeichnen. Erst wenn der Verlauf der Benutzerbewegung für die Interaktion mit der zugrunde liegenden Funktion registriert werden muss (z. B. bei Freihandzeichnungen) und/oder Zeitvorgaben unvermeidbar sind (z. B. bei der manuellen Steuerung von Flugzeugsimulationen), stößt die Bedingung nach Geräteunabhängigkeit an ihre Grenzen.

Bei den in HTML spezifizierten Standardelementen (z. B. Textfelder, Links, Schaltflächen) sorgen moderne Browser und Betriebssysteme automatisch für eine Tastaturbedienbarkeit.

Wenn es erforderlich ist, die Standard-Reaktion dieser Elemente auf Benutzerinteraktionen zu modifizieren, so geschieht das normalerweise über **Event-Handler** (engl. für Ereignis-Handhaber, Ereignis-Steuerungsprogramm) im Code. Allgemein formuliert sind Event-Handler Methoden, die beschreiben, mit welcher (Folge von) Aktion(en) ein Computerprogramm auf definierte Ereignisse reagiert. Ereignisse (Events) können prinzipiell von Geräten, Computerprogrammen oder Menschen ausgelöst werden. Typische **Benutzer-Ereignisse (User Events)** sind Mausklicks oder Tastatureingaben. Sie können mit **geräteunabhängigen Event-Handlers** oder **geräteabhängigen Event-Handlers** abgefangen werden.

Beim Scripting bietet es sich an, logische und damit geräteunabhängige Event-Handlers anstelle von geräteabhängigen Event-Handlers (wie etwa `onmouseover`) zu spezifizieren, um Unabhängigkeit vom Eingabegerät zu erreichen. **Logische Event-Handler** sind z. B.

- `Onfocus` – wird ausgeführt, wenn das spezifizierte Objekt den Fokus erhält.
- `Onblur` – wird ausgeführt, wenn das spezifizierte Objekt den Fokus verliert.
- `Onclick` – wird ausgeführt, wenn das spezifizierte Objekt den Fokus hat und die „Eingabe“-Taste gedrückt wird oder es mit der linken Maustaste angeklickt wird.
- `Onchange` – wird ausgeführt, wenn sich der Inhalt des spezifizierten Objekts ändert.

Sollte kein geeigneter, geräteneutraler Handler zur Verfügung stehen, ist für jeden geräteabhängigen Event-Handler der Maus (z. B. `onmousedown` für die Mausbedienung) auch ein entsprechender Event-Handler der Tastatur zu implementieren (in diesem Beispiel `onkeydown`).

Da nicht für alle Maus-Events ein analoger Tastatur-Event existiert, müssen ggf. Funktionen nachgebaut werden. Beispielsweise lässt (zumindest auf vorgegebenen Linien) sich das Verschieben, Drehen oder Skalieren von Objekten nicht nur per Drag & Drop, sondern auch über zusätzliche Schaltflächen realisieren.

Auf diese Weise lassen sich auch alternative Tastaturen, wie Klein- bzw. Großfeldtastatur, sowie andere assistive Technologien, etwa Spracheingabe- oder Sip-and-puff-Geräte einsetzen. Darüber hinaus ist bei der Implementierung darauf zu achten, dass der Benutzer keine bestimmten Zeitvorgaben für die einzelnen Tastenanschläge einhalten muss, etwa wie lange eine Taste gedrückt bleiben muss oder in welchem zeitlichen Abstand Wiederholungen erfolgen müssen.

3.4.1.2 Bedingung 2.1.2: Keine Tastaturfalle

„Kann der Tastaturfokus durch Verwendung einer Tastaturschnittstelle auf ein Element der Seite bewegt werden, muss der Fokus über die Tastaturschnittstelle auch von diesem Element wegbewegt werden können. Sind hierfür mehr als die Standard-, Pfeil- oder Tab-Tasten erforderlich, sind die Nutzerinnen und Nutzer darüber zu informieren, mit welcher Methode der Fokus wegbewegt werden kann.“

Wenn eine Webseite **keine Tastaturfalle** aufweist, können die Nutzer niemals in einem Bereich des Webangebots festsitzen, aus denen sie sich nur mit anderen Eingabegeräten als der Tastatur befreien könnten.

Üblicherweise verlässt ein Benutzer einen Inhaltsbereich automatisch, wenn er mit der Tab-Taste über das letzte Navigationselement dieses Bereich herausnavigiert. Probleme entstehen dann, wenn in einer Webseite Applets oder Plug-ins eingebunden sind, welche die üblichen Tastatureingaben nur innerhalb dieses Elements interpretieren und keinen Mechanismus bieten, den Fokus per Tastatur wieder auf das übergeordnete Seitenelement zu setzen.

Derartige Teilprogramme dürfen nicht verwendet werden, es sei denn, sie werden um einen alternativen Tasturmehanismus ergänzt, dessen Funktionsweise in dem entsprechenden Teilbereich auf barrierefreie Art und Weise dokumentiert ist.

3.4.1.3 Bedingung 2.1.3: Tastaturbedienbarkeit

„Die gesamte Funktionalität des Inhalts muss über eine Tastaturschnittstelle bedient werden können, ohne dass bestimmte Zeitvorgaben für die einzelnen Tastenanschläge einzuhalten sind.“ (Priorität 2)

Mit zweiter Priorität ist eine **vollständige Tastaturbedienbarkeit** ohne Zeitvorgaben erforderlich. Anwendungen, welche zwangsläufig eine analoge oder zeitabhängige Eingabe erfordern (wie etwa die Beispiele zu den Ausnahmen der Bedingung 2.1.1) können also keine AAA-Einstufung nach WCAG erhalten.

3.4.2 Anforderung 2.2: Bereitstellung ausreichender Zeit

„Den Nutzerinnen und Nutzern ist ausreichend Zeit zu geben, um Inhalte zu lesen und zu verwenden.“

Unter Umständen benötigen einige Besucher einer Webseite mehr Zeit, um sich auf einer Seite zu orientieren und Inhalte wahrzunehmen (z. B. unerfahrene Benutzer, Menschen mit visuellen Einschränkungen), um den Inhalt zu verstehen (z. B. funktionale Analphabeten, Menschen mit kognitiven Einschränkungen) oder Eingaben zu tätigen (z. B. unerfahrene Benutzer, Menschen mit körperlichen Einschränkungen). Wenn aber die folgenden Bedingungen erfüllt sind, ist das Internetangebot auch für diese Personen weitestgehend zugänglich.

3.4.2.1 Bedingung 2.2.1: Zeitbezogene Anforderungen

„Für jede Zeitbegrenzung, die durch Inhalte vorgegeben ist, muss mindestens eine der folgenden Möglichkeiten gegeben sein:

- *Die Zeitbegrenzung muss ausschaltbar sein, bevor die Zeit abläuft.*
- *Die Zeitbegrenzung kann innerhalb eines Zeitrahmens, der mindestens das Zehnfache der Standardeinstellung beträgt, verändert werden.*

- *Die Nutzerin oder der Nutzer wird vorgewarnt, dass die Zeit abläuft, und hat dann mindestens 20 Sekunden Zeit, die Dauer durch eine einfache Aktion (z. B. durch Drücken der Leertaste) zu verlängern. Diese Möglichkeit erhält die Nutzerin oder der Nutzer mindestens zehnmal.*

Es ist nicht erforderlich, die Zeitbegrenzung anzupassen, wenn

- *die Zeitbegrenzung ein notwendiger Bestandteil eines Echtzeit-Ereignisses (z. B. einer Auktion) ist und es keine Alternative zur vorgesehenen Zeitbegrenzung gibt,*
- *die Zeitbegrenzung notwendig ist und durch Verlängerung die Aktivität ungültig werden würde oder*
- *der zeitliche Rahmen mehr als 20 Stunden beträgt.“*

Anwendungen, die eine Benutzerauthentifikation erfordern, etablieren häufig eine **Sitzung (Session)**, um mehrere zusammengehörige Aktionen eines Benutzers zu erkennen und zu autorisieren. Aus Sicherheitsgründen ist die Dauer der Session (vor allem bei Inaktivität des Benutzers) zeitlich begrenzt, damit niemand unbefugt Zugriff erhält, wenn der Benutzer den Rechner verlässt, ohne die Sitzung beendet zu haben. Führen kurze Zeitspannen der Inaktivität zum Abbruch der Session, so erhöht das die Sicherheit, aber evtl. können nicht alle Benutzer ihre Aufgaben in dieser Zeit erledigen. Deshalb kann man, z. B. in längeren Formularen, zusätzliche Checkboxen im oberen Bereich der Webseite anbieten, um die **Zeitbegrenzung** um 15 Minuten oder das Zehnfache des Standardlimits anzuheben bzw. völlig abzuschalten. Im letzten Fall ist es wichtig, den Benutzer vorher darüber aufzuklären, dass er den Browser schließen (und ggf. den Browserverlauf löschen) muss, falls er die Bearbeitung vor dem regulären Beenden der Applikation abbricht. Alternativ kann man den Benutzer auch (mindestens zehnmal hintereinander) spätestens 20 Sekunden **vor dem Ablauf warnen** und einen einfach zu bedienenden Mechanismus anbieten, mit dessen Hilfe sich der Timer auf null zurückstellen lässt. Besonders komfortabel ist es, wenn Benutzer ihre Präferenzen dauerhaft in ihren persönlichen Einstellungen speichern können. Sofern Texte sich bewegen bzw. scrollen (wie bei einer Laufschrift oder einer animierten Anleitung), muss eine einfache Möglichkeit implementiert und dokumentiert sein, um die **Bewegung anhalten** und fortsetzen zu können (z. B. stoppt das Drücken der Escape-Taste die Bewegung und ein weiteres Drücken der Escape-Taste setzt sie fort).

Letztlich geht es bei der Forderung nach **ausreichender Zeit** darum, dass der Benutzer gewünschte Tätigkeiten ausführen und ungewollte Änderungen des Systemzustands verhindern kann – mit anderen Worten: die Kontrolle über sein System behält. Sie ist damit inhaltlich mit der Anforderung verwandt, dass Aufbau und Benutzung vorhersehbar sein müssen (Anforderung 3.2, siehe Abschn. 3.5.2). Typische Beispiele sind Automatismen, die den Seiteninhalt ohne Benutzerinteraktion in bestimmten Abständen aktualisieren oder die Besucher nach einer bestimmten Zeitspanne resp. dem Eintreten eines bestimmten Ereignisses auf andere Seiten umleiten. Sind die definierten Zeitspannen zu kurz, bleibt insbesondere Menschen mit visuellen oder kognitiven Einschränkungen nicht ausreichend Zeit, den Inhalt zu lesen und/oder zu reagieren.

Derartige **Kontextänderungen** werden oft mit Techniken wie z. B. JavaScript, Adobe Flash oder dem refresh-Meta-Tag im Kopf eines HTML-Dokuments ausgelöst. Jedes

```
<meta http-equiv="refresh" content="3" />
```

Abb. 3.35 Beispiel für eine automatische Aktualisierung in HTML

<meta>-Tag besteht i. d. R. aus zwei Attributen, nämlich eines zum Definieren einer Eigenschaft (entweder <http-equiv=" " > oder <name=" " >) und ein zweites für die Wertzuweisung (<content=" " >). Während das Attribut <http-equiv=> primär Eigenschaften definiert, die für Webserver bestimmt sind (wie etwa in welchem Zeitintervall die Seite erneut geladen werden soll), liefert das Attribut <name> Informationen für auslesende Programme wie Browser oder Suchmaschinencrawler.

Der refresh-Wert in Abb. 3.35 sorgt dafür, dass der Browser die Seite alle drei Sekunden erneut, neu vom Server anfordert und die Seite **automatisch aktualisiert**. Während dieser Zeit können Screenreader die Website nicht interpretieren, deren Benutzer also den Inhalt nicht wahrnehmen und darauf reagieren, und aus Änderungen des Codes können darüber hinaus Darstellungsprobleme bis hin zu Systemabstürzen resultieren. Deshalb sollte immer der Benutzer und nicht die Anwendung entscheiden, wann zur Verfügung stehende Aktualisierungen durchgeführt werden.

Eine **automatische Weiterleitung** (forwarding) wird bspw. genutzt, wenn eine Webpräsenz zu einer anderen URL umgezogen ist, wenn der eigentlichen Startseite (z. B. sprach- bzw. kulturspezifische) Begrüßungsseiten vorangestellt sind (siehe Abb. 7), als „Nachsendeauftrag“, oder wenn eine Session abgelaufen ist.

Weiterleitungen lassen sich prinzipiell auf dem Client oder dem Server implementieren. Client-seitige Lösungen lassen sich im <head>-Bereich eines HTML-Dokumentes realisieren, z. B. durch JavaScript-Aufrufe oder die Angabe einer URL bzw. eines URI im refresh-Meta-Tag. Problematisch am Einsatz von JavaScript ist u. a., dass Benutzer, die JavaScript nicht aktiviert haben, nur eine leere Seite sehen und nicht zum eigentlichen Informationsangebot vorstoßen können. Die Meta-Tag-Variante bringt den Nachteil mit sich, dass Benutzer die Betrachtungsdauer der Seite nicht an ihre individuelle Aufnahmegergeschwindigkeit anpassen können, da der Aufruf der Folgeseite nach einer in der Anwendung hinterlegten Zeitspanne automatisch erfolgt.

Server-seitig lässt sich ein Skript hinterlegen, welches diese Funktion übernimmt, oder der Webserver wird so konfiguriert, dass er Anfragen an die neue Adresse umlenkt.

Da aber jedes Forwarding dem Benutzer die Kontrolle über seinen Rechner entzieht, sollte ein Link zur Folgeseite angeboten werden. So hat jeder Benutzer genug Zeit zu entscheiden, ob und wann er wechselt.

3.4.2.2 Bedingung 2.2.2: Anhalten, beenden, ausblenden

„Informationen, die sich bewegen, blinken oder scrollen und die

- *automatisch einsetzen,*
- *länger als fünf Sekunden andauern und*
- *gleichzeitig mit anderen Inhalten präsentiert werden,*

müssen angehalten, beendet oder ausgeblendet werden können, es sei denn, diese Bewegung ist wesentlich für eine Aktivität.

Informationen, die sich automatisch aktualisieren und die

- *automatisch einsetzen und*
- *gleichzeitig mit anderen Inhalten präsentiert werden,*

müssen angehalten, beendet, ausgeblendet oder in ihrer Aktualisierungsfrequenz kontrolliert werden können, es sei denn, diese automatische Aktualisierung ist wesentlich für eine Aktivität.“

Blinkende, scrollende und sich bewegende Elemente, wie wechselnde Bilder und Teaser in Form von Slides (Slideshow, engl. für Dia-Vorführung), animierte Adobe Flash-Banner, GIF- bzw. APNG-Animationen oder Laufschriften, ziehen evolutionsbedingt sehr stark die Blicke des Betrachters auf sich, selbst wenn sie nur mit dem peripheren Sehen wahrgenommen werden. Ein automatisches Einsetzen verstärkt die Irritation. Diese Ablenkung kann insbesondere bei Menschen mit Aufmerksamkeitsdefiziten dazu führen, dass sie währenddessen keine anderen Informationen der Webseite erfassen können. Deshalb sind das `<blink>`-Tag und der `blink`-Wert für die „text-decoration“-Eigenschaft in CSS Tabu: Beide führen dazu, dass auf diese Weise ausgezeichneter Text einer vorher bestimmten Frequenz blinkt, solange eine Seite angezeigt wird, ohne dass der Benutzer irgendeinen Einfluss darauf nehmen könnte. Blinkende Objekte können sogar epileptische Anfälle auslösen; für sie sind zusätzliche Kriterien in den Bedingungen 2.3.1 (siehe Abschn. 3.4.3.1) bzw. 2.3.2 (siehe Abschn. 3.4.3.2) formuliert.

Zunächst kann man im Design auf **ablenkende Elemente** gänzlich verzichten oder einen Link zu einer inhaltlich identischen Alternativseite ohne derartig animierte Inhalte anbieten. Wenn sie eine wichtige Funktion erfüllen, lassen sich die Animation in vielen Fällen auch auf fünf Sekunden begrenzen, z.B. durch geeignete Einstellungen in Scripts (etwa mit der `setTimeout()`-Funktion in JavaScript) oder beim Erstellen von der Animationen (durch geeignete Wahl der Parameter Anzahl Einzelbilder, Bildrate und Anzahl Wiederholungen). Scripts eignen sich auch, um Inhalte barrierefrei zu scrollen und einen Mechanismus zum Anhalten bereitzustellen.

Sind längere, sich bewegende, blinkende oder sich automatisch aktualisierende Inhalte unabdingbar, dann müssen Sie auf der betroffenen Webseite BITV-konforme Steuerelemente einbauen, mit denen Benutzer diese Inhalte anhalten und an der gleichen Stelle später wieder fortsetzen können. Werden dafür Tastaturkurzbefehle verwendet (i. d. R. die Escape-Taste, welche z. B. bei animierten GIFs bzw. PNGs fast immer funktioniert, sonst die Leertaste), müssen diese dokumentiert sein. Bei sich automatisch aktualisierenden Informationen, die parallel mit anderen Inhalten dargestellt werden, muss unabhängig von ihrer Dauer ein Steuerelement zum Anpassen der Aktualisierungsfrequenz vorhanden sein.

Letztlich bezieht sich diese Bedingung auch auf alle anderen **zeitkontinuierlichen Medien**, also etwa Videos, Audiodateien und Animationen. Damit der Anwender die

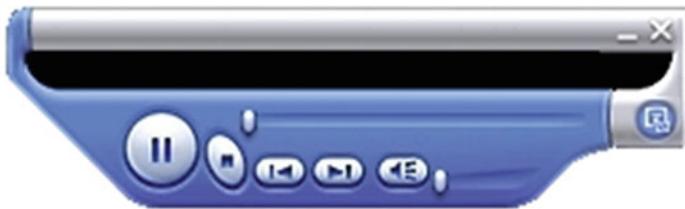


Abb. 3.36 AV-Steuerpanel (Miniplayer-Ansicht des MS Media Players)

Kontrolle behält, müssen diese mit Steuermöglichkeiten versehen sein (wie z. B. in Abb. 3.36), die es zumindest gestatten, das Abspielen des Mediums zu pausieren oder abzubrechen.

3.4.2.3 Bedingung 2.2.3: Keine Zeitbegrenzungen

„Zeitbegrenzungen sind bei dem Ereignis oder der Aktivität, die durch den Inhalt präsentiert werden, nicht zugelassen. Dies gilt nicht bei nicht-interaktiven, synchronisierten Medien und Echtzeit-Ereignissen.“ (Priorität 2)

Abgesehen von den hier genannten Alternativen enthalten Internetangebote im Idealfall überhaupt keine Interaktionen, die innerhalb eines bestimmten Intervalls durchgeführt werden müssen. So kann jeder Benutzer seine Aktivitäten in der von ihm benötigten Zeit erledigen, ohne zu zusätzlicher Interaktion für die zeitliche Steuerung gezwungen zu sein.

3.4.2.4 Bedingung 2.2.4: Unterbrechungen

„Unterbrechungen können aufgeschoben oder unterdrückt werden, es sei denn, es handelt sich um Unterbrechungen in Notfällen.“ (Priorität 2)

Insbesondere Menschen mit Aufmerksamkeitsdefiziten und Benutzer von Screenreadern bevorzugen es häufig, nicht von Meldungen aus dem Kontext gerissen zu werden. Daher sollte man über die Einstellungen einer Webseite **Unterbrechungen**, wie optionale Meldungen, abschalten und alle weiteren **Meldungen** und **Updates** auf das Ende der Session verschieben können. Davon ausgenommen sind **Notfallbenachrichtigungen**, die immer sofort angezeigt werden.

3.4.2.5 Bedingung 2.2.4: Wiederanmeldung

„Bei Ablauf einer authentifizierten Sitzung muss nach der Wiederanmeldung gewährleistet sein, dass die Aktivität ohne Datenverlust weitergeführt werden kann.“ (Priorität 2)

Oft beenden Server eine **Benutzersitzung** aus Sicherheitsgründen, etwa weil die Zeitspanne der Inaktivität verstrichen ist oder sich derselbe Benutzer an einem weiteren Computer anmeldet bzw. eine weitere Session startet. Aber auch ein Zusammenbruch der

Netzwerkkonnektivität – gerade bei mobiler Nutzung nicht selten – kann zum unerwarteten Ende der Session führen. Das ist besonders ärgerlich, wenn man zu diesem Zeitpunkt bereits einen großen Teil einer Transaktion erledigt, diese aber noch nicht vollständig abgeschlossen hat. Deshalb sollten Sie Benutzereingaben so speichern, dass diese nach einer **Wiederanmeldung** erneut zur Verfügung stehen und der Prozess an dieser Stelle fortgesetzt werden kann. Die erforderlichen Daten sollten Sie auf dem Server für 24 Stunden zwischenspeichern und nach dieser Zeitspanne (oder einer erfolgreichen Beendigung des Prozesses) löschen. Aus Gründen des Datenschutzes sollten Sie den Besucher auf die Möglichkeit des Zwischenspeicherns aufmerksam machen und seine Zustimmung einholen.

3.4.3 Anforderung 2.3: Vermeidung von Anfällen

„Inhalte sind so zu gestalten, dass keine epileptischen Anfälle ausgelöst werden.“

3.4.3.1 Bedingung 2.3.1: Dreimaliges Aufblitzen – Unterschreiten der Schwellenwerte

„Webseiten enthalten keine Elemente, die in einem Zeitraum von einer Sekunde häufiger als dreimal aufblitzen, es sei denn, das Aufblitzen liegt unterhalb der „general flash“- oder „red flash“-Schwelle.“

„**Blitze**“ – im Sinne der BITV – werden durch schnelle **Hell-Dunkel-** bzw. **Dunkel-Hell-** Wechsel oder **Farbwechsel** verursacht. Sie können bei dafür empfindlichen Benutzern Kopfschmerzen, Übelkeit und sogar **epileptische Anfälle** hervorrufen (**photosensitive Epilepsie**). Die eigene Anfälligkeit ist Benutzern oft nicht bekannt, denn photosensitive Epilepsie tritt häufig ohne epileptische Vorerkrankung auf.

Das Risiko, mit dem **aufblitzende Inhalte** einen Anfall auslösen, hängt neben der individuellen Disposition von mehreren Gestaltungsfaktoren ab. Es kann prinzipiell im Bereich von 2 bis 59 Blitzen pro Sekunde (Hz) als eine entgegengesetzte Änderungen der relativen Luminanz um mindestens 10 % oder mehr als die maximale relative Luminanz auftreten („**general flash**“) und ist insbesondere im Bereich zwischen 10 und 25 Hz gefährlich. Farbwechsel von oder zu einem gesättigten Rot („**red flash**“) bergen dabei das größte Risiko. Je länger ein Benutzer dem Blinken ausgesetzt ist und/oder je größer die flackernde Fläche ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, einen Anfall auszulösen.

Die BITV fordert daher, dass es maximal drei allgemeine Blitze („**general flash**“) und/oder maximal drei rote Blitze („**red flash**“) innerhalb einer Sekunde geben darf. Gerade noch erlaubt sind also die Wechsel Dunkel – Hell – Dunkel – Hell – Dunkel – Hell – Dunkel bzw. Hell – Dunkel – Hell – Dunkel – Hell – Dunkel – Hell.

Der zusammenhängende Bereich von gleichzeitig auftauchenden Blitzen darf nicht mehr als 25 % eines beliebigen 10-Grad-Sichtfeldes auf dem Bildschirm bei einem für die Betrachtung typischen Abstand betragen („**safe area**“). Konkret bedeutet das bei einer

Bildschirmauflösung von 1024x786 px, einer Bildschirmdiagonale von 15 – 17 Zoll und einem Abstand von 60 – 65 cm eine Maximalfläche von ca. 300 x 250 px.

Dabei ist neben animierten Web-Elementen auch an Aufblitzen in Computerspielen (z.B. Alarm-Lichter oder Mündungsfeuer) und Videos (z.B. „Blitzlichtgewitter“ bei Pressekonferenzen oder Stroboskoplicht in Diskotheken) zu denken. Mit Hilfe von Werkzeugen wie dem Trace Center's Photosensitive Epilepsy Analysis Tool (PEAT) lassen sich die Inhalte überprüfen.

3.4.3.2 Bedingung 2.3.2: Dreimaliges Aufblitzen

„Webseiten enthalten keine Elemente, die in einem Zeitraum von einer Sekunde häufiger als dreimal aufblitzen.“ (Priorität 2)

Auf Webseiten, die der Priorität II der BITV 2.0 unterliegen bzw. eine AAA-Konformität nach WCAG anstreben, ist verschärfend ein mehr als dreimaliges Aufblitzen pro Sekunde unabhängig von der Größe kein Inhalt verboten – es existiert also keine „safe area“. Darüber hinausgehend sollten Sie bei der Gestaltung blinkenden Inhalts voll-saturiertes Rot vermeiden, den Kontrast verringern und die Blinkfrequenz noch weiter absenken. Wenn drei oder mehr Blitze pro Sekunde auftreten, sollte das Bild augenblicklich eingefroren werden.

3.4.4 Anforderung 2.4: Navigierbarkeit

„Der Nutzerin oder dem Nutzer sind Orientierungs- und Navigationshilfen sowie Hilfen zum Auffinden von Inhalten zur Verfügung zu stellen.“

Internetpräsenzen bestehen nicht selten aus einem komplexen Netzwerk aus weit über hundert Einzelseiten, und diese wiederum aus einzelnen Informationselementen. Deshalb ist die **Orientierung** nicht einfach, und Benutzer haben häufig das Gefühl, etwas Wesentliches übersehen zu haben („Lost in Hyperspace“-Dilemma). Typische Fragen, welche die Bedienoberfläche dem Benutzer jederzeit beantworten muss, sind etwa: Wo bin ich hier? Was kann ich hier tun? Was ist relevant? Wohin kann ich gehen? Wo komme ich her? Wie komme ich wieder zurück?

Orientierungshilfen ermöglichen es Benutzern, ihren eigenen Standort in einer (Web-) Applikation zu bestimmen und Inhalte aufzufinden. **Navigationshilfen** ermöglichen es ihnen, den eigenen Standort (zielgerichtet) zu verändern. Oft sind in einem Oberflächenelement beide Funktionen integriert, wie z. B. in einer Breadcrumb-Navigation (engl. für Brotkrümel, „Klickpfad“) oder einer interaktiven Sitemap. Generell sollte die Anzahl der Links auf einer Seite überschaubar bleiben und ihre Gestaltung auffällig sein.

Bei der Gestaltung von Orientierungs- und Navigationshilfen sind nicht nur unterschiedliche Benutzerpräferenzen zu berücksichtigen, sondern auch die Zugänglichkeit für Menschen mit Einschränkungen bzw. Nutzer assistiver Technologien. So können bspw.

komplexe Navigationsmechanismen Benutzer mit kognitiven Einschränkungen verwirren und Screenreaders müssen Inhalte für die Sprachausgabe linearisieren.

3.4.4.1 Bedingung 2.4.1: Umgehen von Elementgruppen

„Für Gruppen von Elementen, die auf mehreren Webseiten wiederholt werden, sind Mechanismen verfügbar, um diese zu umgehen.“

Alle Seiten einer strukturierten Internetpräsenz weisen viele identische Bereiche auf, die den **einzigartigen Inhalt** einer bestimmten Seite umgeben, z.B. Kopfzeilen mit einem Logo, Navigation, Sprachwahl, Suche, Hilfe, Impressum etc. Bevor sie endlich zu dem sie interessierenden Inhalt vorstoßen, müssen sich Benutzer von Screenreadern diese Information auf jeder Seite immer wieder vorlesen lassen und Benutzer von Bildschirmklappen auf Grund des eingeschränkten Bildschirmausschnitts herumsuchen.

Deshalb soll ein Mechanismus das **Überspringen** dieser **wiederkehrenden Bereiche** und damit die direkte Navigation zum eigentlichen Inhalt ermöglichen. Mehrere Möglichkeiten bieten sich dafür an:

- Um alle sich wiederholenden Elemente überspringen zu können, bieten Sie einen entsprechenden **Textlink** als erstes fokussierbares Steuerelement einer Webseite – etwa mit der Beschriftung „Direkt zum Inhalt“ – oder bei mehreren Inhaltsbereichen ein **interaktives Verzeichnis** an, dessen Einträge auf die entsprechenden Inhaltsbereiche verweisen.
- Um von Bereich zu Bereich springen zu können, kann man einen entsprechenden **Textlink** als erstes fokussierbares Steuerelement eines Bereichs setzen, etwa mit der Beschriftung „Zum nächsten Bereich“.
- Um die hierarchische Struktur der Webseite oder eines Inhaltsbereichs erkennbar und für eine Navigation (z.B. per Tastaturlbefehl) zugänglich zu machen, muss man die Abschnitte mit **Überschriften** versehen und diese mit den entsprechenden <h#>-Tags auszeichnen.
- Zusätzlich können Sie zur Strukturierung auch den Seitencontainern die ihrer Rolle entsprechenden Werte der **ARIA document landmarks** zuordnen. Diese Spezifikation der WAI für zugängliche reichhaltige Internetanwendungen (Accessible Rich Internet Applications, ARIA) bringen eine signifikante Verbesserung der semantischen Beschreibung von Dokumenten. ARIA baut auf (X)HTML auf und gestattet es mit Hilfe zusätzlicher Attribute, die Rollen, Zustände, Eigenschaften und Beziehungen von Elementen auszuzeichnen. So lässt sich z.B. der Container für den Contentbereich mit <div id="content" role="main">Hier stehen die Informationen des Inhaltsbereichs</div> kennzeichnen. Weitere Rollen sind banner (Kopfzeile mit Logo, Webseitennamen etc.), complementary (Zusatzinformation), contentinfo (Informationen über das Dokument, wie z.B. Copyright-Angaben oder Links zu Datenschutzerklärungen), form (Bereich mit Formelementen, z.B. für

Imagenmaps), navigation (Navigationsmechanismus), search (Suchfunktion) und application (eingebettetes Programm). Diese zusätzlichen Informationen sind nicht nur für assistive Technologien wie Screenreader bedeutsam, sondern auch ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum Semantischen Web (Web 3.0). Können User-Agenten die zusätzlichen Attribute nicht auswerten, ignorieren sie diese gemäß dem Prinzip der Abwärtskompatibilität.

- Um sich wiederholende Bereiche und andere Blöcke zu gruppieren, kann man auch **Framesets** einsetzen – trotz aller Probleme hinsichtlich der Verlinkung, der Indexierung durch Suchmaschinen, der Navigation mit der Tastatur oder dem Ausdrucken von Webseiten. So führt das Aktivieren von Links innerhalb eines Frames i.d.R. zu Änderungen in anderen Frames, bspw. resultiert aus der Betätigung eines Links im Navigations-Frame in aller Regel eine Änderung im Inhalts-Frame. Setzt man Framesets ein, dann müssen die sich wiederholenden Bereiche auf allen Seiten stets im gleichen Frame bzw. iFrames des Framesets stehen. Besteht ein Frameset aus mehr als zwei Frames, so soll die Beziehung zwischen den Frames im longdesc-Attribut angegeben werden. Zusätzlich muss der Inhalt jedes Frames in seinem title-Attribut beschrieben sein, damit Benutzer entscheiden können, welchen Frame sie betreten und genauer erkunden wollen. Da ältere Browsersversionen das title-Attribut nicht unterstützen, sollte der Frameinhalt redundant in einem zusätzlichen name-Attribut angeben werden. Für Anwendungen, welche keine Frames unterstützen (z.B. Suchmaschinencrawler), lassen sich im <noframes>-Bereich Informationen zum Inhalt von Frames und Links zu Alternativseiten hinterlegen, die keine Frames einsetzen (Abb. 3.37).
- HTML5 bietet für das Einbinden wiederkehrender Inhalte in Inline-Frames das seamless-Attribut (engl. für nahtlos) an, mit dessen Hilfe die im src-Attribut angegebene Datei nicht eingebettet, sondern inkludiert wird. Im Gegensatz zum Einbetten gelten die Stylesheet-Definitionen des inkludierenden Dokuments dadurch auch für die inkludierte Datei und Links öffnen das Verweisziel im Fenster bzw. Tab des inkludierenden Dokuments – die Datei integriert sich also nahtlos in das Look & Feel des aufrufenden Dokuments.

```
<frameset cols=" 20%, *">
  <frame src="nav.html" name="navigation" title=
"Navigationsbereich">
  <frame src="content.html" name="main" title=
"Inhaltsbereich">
  <noframes>
    <p>Hier steht die Beschreibung des Inhalts und/oder ein Link zu einer separaten Seite ohne Frames für Anwendungen, die keine Frames unterstützen, wie z. B. Suchmaschinen-Crawler.</p>
  </noframes>
</frameset>
```

Abb. 3.37 Beschreibung des Inhalts von Frames in HTML

Sofern Benutzeragenten die benötigte Funktionalität zum Umgehen von Blöcken bereits mitbringen, müssen Sie die Funktionalität nicht redundant implementieren. So wäre z. B. „Überspringen“-Link zu Beginn einer sich wiederholenden Fußzeile unnötig, da fast alle Webbrowser einen Tastaturbefehl unterstützen, der den Fokus auf den Seitenbeginn verschiebt (gleichzeitiges Drücken der Tasten „Steuerung“, „Alternative“ und „Aufwärtspfeil“).

3.4.4.2 Bedingung 2.4.2: Webseiten-Titel

„Webseiten enthalten Titel, die das Thema oder den Zweck der Seite beschreiben.“

Der **Titel einer Webseite** wird vom <title>-Tag umschlossen und in der Titelzeile des Benutzeragenten angezeigt. Die Benennung sollte kurz sein und auch aus dem Zusammenhang gerissen das Thema oder den Zweck der Seite aussagekräftig beschreiben. Es kann für einige Benutzer hilfreich sein, wenn diese Phrase an keiner anderen Stelle mehr auftaucht. Seitentitel können auch hierarchisch zusammengesetzt sein (vor allem wenn sie dynamisch generiert werden) und dem Benutzer auf diese Weise vermitteln, in welchem Bereich einer Sammlung von Webseiten er sich gerade befindet (z. B. <title> Meine Bank – Banking</title> und <title> Meine Bank – Broking</title>).

3.4.4.3 Bedingung 2.4.3: Fokus-Reihenfolge

„Wenn die Navigationssequenz Einfluss auf Bedeutung oder Bedienung der Webseite hat, erhalten fokussierbare Komponenten den Fokus in der Reihenfolge, die sicherstellt, dass Bedeutung und Bedienbarkeit erhalten bleiben.“

Viele Benutzer bevorzugen immer oder zumindest an bestimmten Stellen (etwa in Formularen) bzw. bei dem Zugriff mit bestimmten Geräten (z. B. BlackBerry Smartphone) per **Tastatur** zu navigieren und profitieren von einer logischen **Fokus-Reihenfolge**. Einige Menschen sind sogar gezwungen, sequenziell durch Inhalt zu navigieren, z. B. weil ihr Screenreader die Inhalte linearisiert ausgibt oder sie auf Grund motorischer Einschränkungen nur mit der Tastatur arbeiten können. Damit diese Benutzer den Überblick bewahren und ein konsistentes mentales Modell des Inhalts entwickeln können, müssen Informationen in einer Reihenfolge ausgegeben werden, die mit den logischen Beziehungen des Inhalts übereinstimmt. So kann ein Benutzer sich mit der Tastatur entweder Zeile für Zeile oder Spalte für Spalte durch die Zellen einer Tabelle bewegen. Beide Reihenfolgen können die logischen Beziehungen im Inhalt widerspiegeln. Besonders leicht ist eine Webseite zu verstehen und zu bedienen, wenn die Fokus-Reihenfolge mit der Wahrnehmungsreihenfolge übereinstimmt. Man sollte darauf achten, dass die Fokus-Reihenfolge für alle Benutzergruppen einen Sinn ergibt. So interagieren z. B. Benutzer von Screenreadern in einer durch Software bestimmten Lese-Reihenfolge, während sehende Tastaturbenutzer mit der visuellen Darstellung interagieren.

```

<table>
  <caption>Versandadresse</caption>
  <tr>
    <td><input type="text" size="30" value="" name="Vorname">
        title="Vorname" tabindex="1"></td>
    <td><input type="text" size="30" value="" name="Strasse">
        title="Strasse" tabindex="3"></td>
  </tr>
  <tr>
    <td><input type="text" size="30" value="" name="Nachname">
        title="Nachname" tabindex="2"></td>
    <td><input type="text" size="5" value="" name="Hsnr">
        title="Hausnummer" tabindex="4"></td>
  </tr>
  ...
</table>

```

Abb. 3.38 Festlegen der Fokus-Reihenfolge mit dem `tabindex`-Attribut

Eine sinnvolle Fokus-Reihenfolge entsteht automatisch, wenn man die interaktiven Elemente entsprechend der Abfolge und Beziehungen innerhalb des Inhalts platziert. Bei einer abweichenden Anordnung kann man auch mit Hilfe des `tabindex`-Attributs eine logische Tab-Reihenfolge durch die interaktiven Elemente einer Webseite festlegen. In dem (vereinfachten) Ausschnitt aus der Tabelle eines Adressformular in Abb. 3.38 wird auf diese Weise dafür gesorgt, dass der Fokus die Zellen nicht zeilenweise, sondern spaltenweise durchläuft.

Wird die Webseite dynamisch geändert, kann man eine logische Tab-Reihenfolge definieren, indem man dynamische Inhalte in das Document Object Model (DOM) unmittelbar anknüpfend an das auslösendes Element einfügt, anpassbare Dialoge auf geräteunabhängige Art und Weise implementiert oder ganze Seitenbereiche mit Hilfe des DOM neu gliedert.

3.4.4.4 Bedingung 2.4.4: Zweck eines Links (im Kontext)

„Ziel und Zweck eines Links sind aus dem Linktext selbst ersichtlich oder aus dem Linktext in Verbindung mit dem durch Programme bestimmten Link-Kontext.“

Der sicherste Weg, um Benutzern von Screenreadern das Ziel und Zweck eines **Links** bzw. eines **Anker-Elements** mitzuteilen, ist eine aussagekräftige Bezeichnung.

Unter Umständen kann man die vollständige Bedeutung eines Links auch aus dem **Kontext** (den Text in der Nähe des Links) ersehen. Einige Benutzer bevorzugen daher kurze Linktexte. Andere Benutzer hingegen wünschen ausführlichere, eigenständige

Beschreibungen, die ohne den sie umgebenden Kontext aussagekräftig sind. Benutzer von Screenreadern können sich z. B. Links getrennt vom Inhalt ausgeben lassen und sind dann auf die Linkbezeichnung selbst angewiesen, um auf das Ziel zu schließen. Um beiden Gruppen gerecht zu werden, kann man beide Versionen umsetzen und nahe am Seitenanfang einen selbstbeschreibenden Link integrieren, der eine Auswahl der Alternativversion ermöglicht. Besonders komfortabel ist es, wenn auch diese Einstellung Server-seitig oder in einem Cookie gespeichert wird.

Benennungen, die aus dem Kontext gerissen das Ziel und den Zweck nicht eindeutig identifizieren (z.B. "Bitte hier klicken!", "Mehr erfahren Sie hier" oder "Weiter"), müssen auch für Programme (und nicht nur visuell) erkennbar dem für das Verständnis erforderlichen Inhalt zugeordnet sein. Dies ist etwa gegeben, wenn sich Ziel und Zweck des Links identifizieren lassen durch den **Linktext** in Verbindung mit einer semantischen Auszeichnung wie

- dem umschließenden Absatzelement,
- dem umschließenden Listenelement bei einfachen Listen bzw. mit dem übergeordneten Listenelement bei geschachtelten Listen, oder
- der umschließenden Zelle und zugeordneten Überschriftenzellen in Tabellen.

Links lassen sich auch über das Tag <title> mit ergänzenden Informationen anreichen. Diese Möglichkeit bietet ebenfalls das Attribut aria-labelledby für Objekte, die zugleich visuell sichtbar beschrieben sind, bzw. das Attribut aria-label (Abb. 3.39), wenn keine sichtbare Beschreibung vorhanden ist.

Bei einer **Imagemap** ist ein Bild in Bereiche aufgeteilt, die mit unterschiedlichen Links hinterlegt sind, bspw. um eine Navigation (etwa in Form einer Sitemap) zu realisieren. Diese Aufteilung in Bildbereiche und deren Verlinkung kann grundsätzlich auf dem Server oder auf dem Client erfolgen.

Auf eine **Server-seitige Imagemap** sollten Sie generell verzichten, da diese sich nur mit dem Mauszeiger bedienen lässt. Wegen dieser Geräteabhängigkeit können viele Menschen, die assistive Technologien verwenden, sie nicht nutzen.

Es empfiehlt sich daher, ggf. eine **Client-seitige Imagemap** zu verwenden. Sie erlaubt die Auswahl der Grafikbereiche nicht nur durch die entsprechende Positionierung des Mauszeigers, sondern auch durch die Tastatur (Tabulatorsteuerung) und lässt sich unabhängig vom Eingabegerät benutzen. Dazu müssen Sie die selektierbaren Regionen mit <area>-Tags auszeichnen und ihren Inhalt mit Hilfe des Attributs alt in Textform beschreiben (was immer erforderlich ist, wenn Bilder verwendet werden).

```
<a href="publications.html" aria-label="Mehr über die Publikationen von Prof. Dr. Thesmann erfahren Sie hier.">[Mehr...]</a> </table>
```

Abb. 3.39 Beschreibung von Ziel und Zweck eines Links mit dem Attribut aria-label

Wenn die benötigten Bildregionen (auf Grund der verfügbaren geometrischen Formen) Client-seitig nicht modelliert werden können und eine Server-seitige Imagemap zwingend notwendig ist, muss eine zusätzliche HTML-Navigation auf jeder Webseite vorhanden sein. Korrekt gestaltete Textlinks (Abb. 3.40) gehören zu den am besten zugänglichen Elementen einer Internetpräsenz. Sie lassen sich nicht nur in vorbildlicher Weise von Anwendungen interpretieren, sondern kommen auch den kognitiven Schemata einer großen Benutzergruppe entgegen, die sich leichter in (strukturierten) Listen als in Bildern orientieren kann. Abb. 3.40 zeigt eine Umsetzung am Beispiel www.holidaycheck.de.

3.4.4.5 Bedingung 2.4.5 Alternative Zugangswege

„Es werden alternative Möglichkeiten angeboten, um Inhalte und Webseiten innerhalb verbundener Webangebote zu finden. Dies gilt nicht für Seiten, die nur über eine bestimmte Prozedur erreicht werden können.“

Wählen Sie Ihr nächstes Reiseziel

Ägypten Bayern Deutschland
Fuerteventura Gran Canaria
Griechenland Hurghada/Safaga
Italien Kreta **Mallorca** Österreich
Portugal Spanien Teneriffa Thailand
Tunesien Türkei
Türkische Riviera USA
Vereinigte Arabische Emirate

Beliebte Regionen in Spanien

Region	Hotels	Top Locations
Mallorca (2350 Hotels)	Playa/Platja de Palma, Cala Millor, Alcudia	
Fuerteventura (392 Hotels)	Costa Calma, Jandía/Playa de Jandía, Playa de Esquinzo	
Gran Canaria (980 Hotels)	Playa del Inglés, Meloneras, Maspalomas	

Weitere tolle Urlaubsorte in Spanien

- + Beliebte Regionen in Türkei
- + Beliebte Regionen in Griechenland
- + Beliebte Regionen in Italien

Abb. 3.40 Imagemap mit redundanten Textlinks

Wie zu Beginn der Anforderung 2.4 beschrieben, bestehen Internetpräsenzen nicht selten aus einem komplexen Netzwerk aus hunderten von Einzelseiten und diese wiederum aus einzelnen Informationselementen, weshalb Orientierung und Navigation nicht einfach sind. Um zu den gewünschten Stellen eines Webauftritts zu gelangen, bevorzugen Benutzer ganz unterschiedliche Mechanismen. Menschen mit visuellen Einschränkungen oder Benutzer, welche die gesuchte Information präzise ausdrücken können, bevorzugen oft eine **Suchfunktion**, um zum Inhalt zu gelangen. Benutzer, die sich einen Überblick verschaffen wollen, möchten vielleicht lieber ein **interaktives Inhaltsverzeichnis** bzw. eine **Sitemap** dazu verwenden. Andere Besucher bewegen sich gerne über **hierarchische Navigationsmechanismen**, um sich den gesuchten Inhalt Schritt-für-Schritt einzugrenzen. Und eine letzte Gruppe möchte den die Webseiten **sequenziell** durchblättern.

Je mehr Zugangswege implementiert sind, desto größer ist die Zielgruppe, die auf ihre individuell gewünschte Weise mit der Anwendung arbeiten kann. Bei jedem Navigationsmechanismus ist darauf zu achten, dass er unmittelbar verständlich und barrierefrei gestaltet ist.

3.4.4.6 Bedingung 2.4.6 Beschreibungen

„Überschriften und Label (Beschriftungen) kennzeichnen das Thema oder den Zweck.“

Beschriftungen von Seiterelementen tragen erheblich dazu bei, deren Thema oder Zweck zu erfassen. Kurze, aussagekräftige **Überschriften** helfen den Besuchern, die Struktur eines Bereichs und damit den Kontext der darin befindlichen Inhalte leichter zu erkennen. Auf diese Weise finden sie auch schneller die gesuchten Informationen und können sie mit weniger Tastatureingaben erreichen.

Besonders hilfreich ist die Strukturierung mit Überschriften z. B. für Menschen, die langsam lesen, auf Grund einer Sehschwäche nur einen kleinen Bildschirmausschnitt wahrnehmen können, ein Aufmerksamkeitsdefizit oder ein eingeschränktes Kurzzeitgedächtnis haben, eine Screenreader verwenden, oder für die jeder Tastaturanschlag ein motorisches Problem darstellt.

Obwohl sehr sinnvoll, sind Überschriften und Label dennoch nicht verpflichtend. Setzt man sie aber ein, müssen sie erklärend sein und Regeln folgen, die in Bedingung 1.3.1: Informationen und Beziehungen detaillierter dargestellt sind.

3.4.4.7 Bedingung 2.4.7 Sichtbarer Fokus

„Bei Tastaturbedienung ist immer ein Tastaturfokus sichtbar.“

Auch für Benutzer von **Tastaturen** muss jederzeit ersichtlich sein, welches Element gerade den **Fokus** hat. Eine deutliche Hervorhebung hilft darüber hinaus allen Benutzern zu erkennen, welches Element gerade im Fokus steht. Dies gilt insbesondere für Menschen mit Sehschwächen, Aufmerksamkeitsdefiziten oder Einschränkungen des Kurzzeitgedächtnisses.

Die in HTML standardisierten Steuerelemente werden von nahezu allen Benutzeragenten in irgendeiner Form hervorgehoben, wenn diese den Fokus erhalten. So erscheint standardmäßig etwa in einem Texteingabefeld eine vertikale, blinkende Eingabemarke und um andere Interfacekomponenten ein Rahmen. Auch Betriebssysteme haben eine automatische Anzeige des Fokus, deren Erscheinungsform sich über die Systemeinstellung verändern lässt und die in vielen Benutzeragenten verfügbar ist. Allerdings ist diese Anzeige oft nicht deutlich genug sichtbar, vor allem gegen bestimmte Hintergründe. Mit Hilfe von CSS oder JavaScript lässt sich eine zusätzliche visuelle Rückmeldung etablieren, wenn ein interaktives Element den **Tastaturfokus** hat oder ein Benutzer mit dem Mauszeiger darüber schwebt. Beispielsweise kann eine dickere Rahmenlinie und ein Wechsel der Hintergrundfarbe den Bereich dieses Elements anzeigen oder zusätzliche Informationen lassen sich anzeigen, etwa dass das Element interaktiv ist.

3.4.4.8 Bedingung 2.4.8 Standort

„Es sind Informationen über den Standort der Nutzerin oder des Nutzers innerhalb der Webseite sowie innerhalb verbundener Webangebote verfügbar.“

Vielleicht kennen Sie die Situation auch: Man liest bei Wikipedia einen interessanten Beitrag, klickt darin auf einen Verweis, im nächsten Artikel folgt man wieder einem Link und landet schließlich an einer ganz anderen Stelle des Internetauftritts. Oder man folgt einem Deeplink auf der Ergebnisseite einer Suchmaschine, landet tief in der Struktur eines Internetauftritts und muss sich nun auf der Webseite orientieren, um den Inhalt einordnen zu können.

Um in diesen Fällen die Orientierung zu unterstützen, bietet sich eine Breadcrumb-Navigation an. Dabei handelt es sich um ein vom Märchen „Hänsel und Gretel“ der Brüder Grimm abgeleitetes Navigationskonzept, das dem Benutzer alle Hierarchieebenen auf dem Weg von der Startseite zu seinen aktuellen Standort zeigt und zur Navigation anbietet (Abb. 3.41).

Ebenso kann man auch die aktuelle Position des Besuchers im Navigationsmenü oder einer Sitemap kennzeichnen.

Darüber hinaus lassen sich im <link>-Element Metadaten über die Position einer Webseite in einem Verbund von Webangeboten hinterlegen. Der Wert des Attributs rel zeigt dabei die Art der Beziehung an und das Attribut href die Verknüpfung. Typische Verweise im rel-Attribut sind z.B. start (erste Seite in einer Sammlung von Dokumenten), next (nächste Seite), prev (vorhergehende), contents (Inhaltsverzeichnis-Dokument) und index (Dokument mit Index des aktuellen Dokuments). Um nicht unter den bereits durch die BITV 1.0 erreichten Stand der Barrierefreiheit zurückzufallen, hat diese Bedingung in der BITV 2.0 die Priorität 1 (im Gegensatz zu geringen Priorisierung mit AAA in den WCAG2).

Sie sind hier: Start > Forschung & Lehre > Masterstudium > **Vorlesungen**

Abb. 3.41 Beispiel einer einfachen Breadcrumb-Navigation

3.4.4.9 Bedingung 2.4.9 Zweck eines Links

„Ziel und Zweck eines Links sind aus dem Linktext selbst ersichtlich.“ (Priorität 2)

Die Bedingung 2.2.4 weiter verschärfend, müssen sich innerhalb des Links alle Informationen befinden, die zum Erkennen von seinem Ziel und Zweck nötig sind.

3.4.4.10 Bedingung 2.4.10 Abschnittsüberschriften

„Es sind Abschnittsüberschriften zu verwenden, die den Inhalt weiter strukturieren.“ (Priorität 2)

Die **Lesegeschwindigkeit** ist am Bildschirm um ca. ein Viertel langsamer als auf Papier und Leser haben eine **kürzere Aufmerksamkeitsspanne**. Texte für Internetangebote sollten daher strukturiert sein. Zur **Strukturierung** stellt HTML verschiedene Elemente zur Verfügung (siehe auch Abschn. 3.3.3), u. a.:

- Überschriften (`<h#>` für „header level #“) mit Textabsätzen (`<p>` für „Paragraph“)
- Unnummerierte (`` für „unordered list“) und nummerierte Listen (`` für „ordered list“) mit Einträgen (`` für „list item“)
- Tabellen (`<table>`) mit Kopfzellen (`<th>` für „table header“) und Zeilen (`<tr>` für „table row“) und bzw. einfachen Datenzellen (`<td>` für „table data“). Eine logische Unterteilung lässt sich mit den Tags `<thead>`, `<tbody>` und `<tfoot>` erreichen.
- Formulare, bei denen zusammengehörige Formularelemente mit dem `<fieldset>`-Tag gruppiert und per `<legend>`-Tag mit einer Gruppenüberschrift versehen werden können.

Zusätzliche Erleichterung bei der Orientierung bieten Zusammenfassungen von Tabelleninhalten sowie bei längeren Texten das Voranstellen verlinkter Inhaltsverzeichnisse mit Ankern im Text, die es dem Benutzer gestatten, direkt in einen von ihm gewünschten Bereich und zurück zum Inhaltsverzeichnis zu springen.

ARIA ergänzt diese Möglichkeiten um die Eigenschaft `live`, mit der sich Echtzeit-Bereiche auszeichnen lassen.

Mit einem geeigneten Mechanismus kann der Benutzer direkt zu den unterschiedlichen Inhaltsabschnitten einer Webseite navigieren (siehe Bedingung 2.4.1, Abschn. 3.4.4.1).

3.5 Prinzip 3: Verständlichkeit

„Die Informationen und die Bedienung der Benutzerschnittstelle müssen verständlich sein.“

Das dritte Prinzip fordert also, dass sowohl die angebotenen Inhalte, wie auch die Benutzung des User Interface so gestaltet sein müssen, dass sie einen Benutzer unabhängig von seinen individuellen Fähigkeiten nicht überfordern.

3.5.1 Anforderung 3.1: Lesbarkeit

„Texte sind lesbar und verständlich zu gestalten.“

Menschen „lesen“ Texte im Sinne der BITV ganz unterschiedlich: mit ihren Augen, mit ihren Ohren, mit ihren Fingern auf der Braillezeile oder mit Kombinationen davon. Für Aussprache und Verständnis ist es wichtig zu wissen, in welcher **Sprache** und **Schreibrichtung** ein Text geschrieben ist, und ob evtl. einzelne Passagen (etwa Zitate) in einer **abweichenden Sprache** verfasst sind. Ein sehender Mensch kann dies bei ihm bekannten Sprachen aus der visuellen Darstellung sofort erkennen, aber ein Screenreader benötigt dafür eine semantische Auszeichnung der Inhalte. In bestimmten Fällen (z. B. bei Heteronymen) müssen auch zusätzliche Informationen zur **Aussprache** zur Verfügung stehen, weil sich die Bedeutung der Informationen erst aus der Aussprache ergibt. Menschen mit kognitiven Einschränkungen haben vielleicht ein Problem, den Inhalt komplexer Dokumente zu erfassen. Damit eine möglichst große Zielgruppe vom Inhalt profitieren kann, ist deshalb das einfachste, angemessene **Sprachniveau** zu verwenden. Das Verstehen kann aber auch davon abhängen, ob Definitionen für dem Benutzer unbekannte Wörter und die Langfassungen von **Abkürzungen** und **Akronymen** vorhanden sind.

3.5.1.1 Bedingung 3.1.1: Sprache

„Die vorherrschend verwendete natürliche Sprache jeder Webseite ist durch Programme erkennbar.“

Damit Benutzeragenten Texte korrekt darstellen können, muss man ihnen die **vorwiegend benutzte Sprache** der Webseite mitteilen. Erst dann können Browser den entsprechenden Zeichensatz für die Darstellung einsetzen, Screenreader die benötigten Ausspracheregeln verwenden und Medioplayer die richtige Untertiteldatei anzeigen.

Die vorwiegende Sprache eines Dokuments lässt sich als voreingestellte Sprache im Feld `content-language` des HTTP Headers oder in den Metadaten `<meta name="content-language" content="">` im Header des HTML-Dokuments definieren. Sie erhalten als Wert die jeweils im Internet gängige Länderkennung bei Deutsch „de“.

Sprachauszeichnungen von einzelnen Elementen kann man mit den Attributen `<lang>` und `xml:lang` vornehmen. In XHTML 1.1 wurde das `<lang>`-Element durch das `xml:lang` von XML ersetzt (Abb. 3.42); XHTML 1.0 empfiehlt die Angabe beider Schreibweisen. Bei Links lässt sich die Sprache der Zieladresse mit dem Attribut `<hreflang>` kenntlich machen.

```
<span lang="en" xml:lang="en">Firewall</span>
```

Abb. 3.42 Sprachauszeichnungen in XHTML mit dem Attribut `xml:lang`

3.5.1.2 Bedingung 3.1.2: Sprache einzelner Abschnitte

„Die natürliche Sprache aller verwendeten Textpassagen oder Ausdrücke ist durch Programme erkennbar.“

Weicht die Sprache einzelner Wörter, Eigennamen oder Phrasen von der des restlichen Dokuments ab, ist dies kenntlich zu machen. Für diese **Sprachauszeichnung** kann man die Attribute `<lang>` bzw. `xml:lang` verwenden, etwa innerhalb eines ``-Bereichs, der die Passage in abweichender Sprache umschließt (Abb. 3.42).

Zusätzlich kann man solche Abschnitte auch in geeigneter Weise optisch hervorheben.

3.5.1.3 Bedingung 3.1.3: Ungebräuchliche Wörter

„Für Wörter oder Ausdrücke, die in einem ungebräuchlichen oder eingeschränkten Sinn – einschließlich Dialekte und Fachjargon – verwendet werden, gibt es Mechanismen zur Erläuterung.“ (Priorität 2)

Was ist ein Pfannkuchen? Selbst bei scheinbar alltäglichen Wörtern ist deren Bedeutung nicht immer eindeutig. Wurde der Text, in dem das Wort Pfannkuchen vorkommt, von einem West-Deutschen geschrieben, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um Eierkuchen, die in einer Pfanne zu einer dünnen Schicht gebraten werden. Stammt der Verfasser jedoch aus dem Osten, ist wohl eher ein in heißem Fett schwimmend ausgebackenes Hefegebäck gemeint, das mit Marmelade gefüllt wird (auch als Berliner Ballen, Berliner oder Krapfen bekannt). Oder denken Sie an Fremdwörter und Fachbegriffe aus fremden Domänen. Autoren sollten sich deshalb zunächst bei der **Wortwahl** bemühen, einfache, gebräuchliche und eindeutige Begriffe in der Sprache der Zielgruppe zu verwenden.

Wenn dies nicht möglich ist, sollten Sie beim ersten Auftreten eines erkläruungsbedürftigen Begriffs auf einer Webseite eine **Definition** bereitstellen.

Wie Abb. 3.43 zeigt, können (insbesondere kurze) Definitionen mit Hilfe des `dfn`-Elements direkt im Text erfolgen (**Inline-Definition**). Diese Technik eignet sich auch dann besonders gut, wenn der gleiche Begriff im Text mehrfach mit unterschiedlichen Bedeutungen vorkommt.

Alternativ kann man mit dem Attribut `<link>` auf einen entsprechenden Eintrag in einer **Definitionsliste** bzw. einem **Glossar** verweisen. Definitionslisten sind vom Tag

`<p>Aus Sicherheitsgründen ist eine Authentifizierung erforderlich.
<dfn>Authentifizierung</dfn> ist der Nachweis einer behaupteten
Eigenschaft einer Entität, die beispielsweise ein Mensch, ein
Gerät, ein Dokument oder eine Information sein kann, und die
dabei durch ihren Beitrag ihre Authentisierung durchführt.</p>`

Abb. 3.43 Inline-Definition mit dem Attribut `dfn`

<dl> umschlossen. Sie bestehen aus Paaren von jeweils einem Begriff, der mit <dt> ausgezeichnet ist, und unmittelbar darauf folgend der zugehörigen Definition, die mit <dd> ausgezeichnet ist.

Zusätzlich können Sie Wörter mit besonderer Bedeutung, durch Markup und visuelle Formatierung hervorheben, Mechanismen zur Auffindung von Definitionen aller Wörter im Textinhalt oder zur Bestimmung der Bedeutung jedes Wortes oder jedes Ausdrucks im Textinhalt implementieren und eine Reihe von Wörterbüchern auf kaskadierende Art benutzen, um Bedeutungen bereitzustellen.

Ein besonders hohes Maß an Zugänglichkeit bietet eine sprachgesteuerte Wörterbuch-Suche für Menschen mit motorischen Einschränkungen und ein Wörterbuch in Gebärdensprache für taube Menschen.

3.5.1.4 Bedingung 3.1.4: Abkürzungen

„Für Abkürzungen gibt es einen Mechanismus, der ihre ausgeschriebene Form bereitstellt oder ihre Bedeutung beschreibt.“ (Priorität 2)

Was bedeutet „ASP“? Active Server Pages, Application Service Provider – oder doch Advanced Simple Profile? Selbst innerhalb einer eng begrenzten Domäne, wie dem Thema dieses Buches, müssen Kurzformen nicht eindeutig sein. Deshalb sollten man sie beim ersten Auftreten auf einer Webseite im Text einführen (z.B. "Eine Variante der Videokompression ist das Advanced Simple Profile (ASP)") oder auf den entsprechenden Eintrag in einem Abkürzungsverzeichnis bzw. Glossar verlinken.

Darüber hinaus kann sich auch die Aussprache einer Buchstabenfolge ändern, wenn es sich um eine Abkürzung oder ein Akronym handelt. Deshalb ist für assistive Technologien eine semantische Auszeichnung hilfreich. HTML unterscheidet zwischen Abkürzungen und Akronymen. Mit Hilfe des <title>-Elements lässt sich bei beiden zusätzlich die vollständig ausgeschriebene Bedeutung angeben.

Beliebig gebildete **Abkürzungen** werden mit dem <abbr>-Element gekennzeichnet (Abb. 3.44) und Buchstabe für Buchstabe ausgesprochen.

Abkürzungen, die sich aus jeweils einem oder mehreren Anfangsbuchstaben der (Teil-) Wörter eines Begriffs zusammensetzen und als ein Wort ausgesprochen werden, nennt man **Akronyme**. Dafür steht das Tag <acronym> zur Verfügung (Abb. 3.45).

```
<abbr lang="en" xml:lang="en"
      title="HyperText Markup Language">HTML</abbr>
```

Abb. 3.44 Definition von Abkürzungen in HTML

Abb. 3.45 Definition von Akronymen in HTML

```
<acronym lang="en" xml:lang="en"
          title="High Fidelity ">HiFi</acronym>
```

3.5.1.5 Bedingung 3.1.5: Einfache Sprache

„Für alle Inhalte ist die klarste und einfachste Sprache zu verwenden, die angemessen ist. Bei schwierigen Texten werden zusätzliche erklärende Inhalte oder grafische oder Audio-Präsentationen zur Verfügung gestellt.“ (Priorität 2)

Auch wenn der Einsatz von Audio und Video zunimmt, ist der Text derzeit noch vor dem Bild der wichtigste Informationsträger in fast allen Internetauftritten und Webapplikationen. Textinhalte müssen daher für jeden potenziellen Benutzer leicht und schnell verständlich sein. Die erforderliche Lesekompetenz sollte deshalb die in einer niedrigeren sekundären Bildung erworbenen Fähigkeiten (7 – 9 Jahre Schule nach der internationalen Standardklassifikation für Bildung der UNESCO) nicht überschreiten. Dazu tragen folgende Maßnahmen bei:

- Eine Zusammenfassung in Textform. Dazu bestimmen Sie zunächst die wichtigsten Ideen und Informationen, strukturieren den Inhalt logisch und schreiben zu jedem Gedanken einen Absatz. Kurze Sätze mit einfachem Satzbau, gebräuchlichen Wörtern und leichter Grammatik erleichtern das Verständnis. Tests zur Überprüfung der Lesbarkeit können anzeigen, ob eine weitere Überarbeitung angeraten erscheint.
- Zusätzliche visuelle Illustrationen, Bilder und Symbole, die helfen, Konzepte, Ereignisse und Prozesse zu erklären.
- Je nach Informationsart eignen sich unterschiedliche Darstellungsformen, um das Verständnis zu erleichtern. Beispielsweise lassen sich komplexe Daten gut durch Diagramme und Kurven visualisieren, Prozessschritte durch Schaubilder, Flussdiagramme, Videos und Animationen, Strukturen und Zusammenhänge durch Mind-Maps etc. Mehr über geeignete Präsentationsformen für Informationen finden Sie im Kap.[6.3.2](#).
- Den Text leichter lesbar machen. Leicht lesbare Texte zeichnen sich zunächst durch eine klare, logische Gliederung aus, die sich auch in ihrer optischen Struktur (Zwischenüberschriften, Listen mit Aufzählungszeichen oder nummerierte Listen etc.) widerspiegelt. Es gilt das Grundprinzip: ein Gedanke – ein Absatz. Stellen Sie den „roten Faden“, also die logische Beziehungen zwischen den Textabschnitten heraus. Kurze Sätze mit einfachem Satzbau (max. zwei Nebensätze), leichte Grammatik (Aktiv statt Passiv, einfache Zeitformen) und gebräuchlichen Wörter erleichtern das Verständnis. Sofern die Zielgruppe sie nicht erwartet, sollten Fremd-, Fach- und Kunstmärkte sowie Anglizismen vermieden werden. Neben einer angemessenen Sprache erleichtern auch die Beschränkung der Texte auf das Notwendige, formale Fehlerfreiheit, angemessene Farbwahl sowie die Beachtung (bildschirm-)typo-grafischer Regeln das Verständnis. Weitere Hinweise zum Verfassen von Texten finden Sie im Kap.[7.4.3](#). Da Konsistenz in der Darstellung erheblich zum Begreifen beiträgt, ist der gewählte Präsentationsstil durchgängig beizubehalten.

Abb. 3.46 Definition der Aussprache mit dem Attribut ruby

```
<ruby>
<rb>SMIL</rb>
<rt>Smile</rt>
</ruby>
```

3.5.1.6 Bedingung 3.1.6: Aussprache

„Für Wörter, deren Sinn ohne die richtige Aussprache nicht eindeutig ist, gibt es einen Mechanismus, der die korrekte Aussprache aufzeigt.“ (Priorität 2)

Manchmal können identisch geschriebene Wörter je nach Aussprache unterschiedliche Bedeutungen haben (Heteronyme). Die Buchstabenfolge „modern“ kann etwa als Verb „verfaulen“ und als prädikatives Adjektiv „neuartig“ ausdrücken. Selbst wenn sich die korrekte Aussprache aus dem Kontext des Satzes ergibt, können Screenreader solche Begriffe ohne zusätzliche Informationen zur Aussprache möglicherweise falsch aussprechen. Das gilt auch für einige Akronyme, wie etwa SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language), das wie das englische Wort „smile“ ausgesprochen wird.

Um Missverständnisse zu vermeiden, kann man in diesen Fällen die korrekt Aussprache im sichtbaren Text mit einer Lautschrift (wie dem internationalen phonetischen Alphabet) bereitstellen, im Code mit Hilfe des ruby-Elementes spezifizieren (Abb. 3.46) oder auf einer Sprachlaut-Datei für Screenreader bzw. ein Audiodatei mit dem gesprochenen Begriff verlinken.

Analog zum Vorgehen bei ungebräuchlichen Wörtern lassen sich zusätzlich Aussprache-Glossare anbieten sowie zusätzliche Mechanismen implementieren, um die Aussprache für alle derartigen Ausdrücke im Text zu finden bzw. zu bestimmen.

3.5.2 Anforderung 3.2: Vorhersehbarkeit

„Webseiten sind so zu gestalten, dass Aufbau und Benutzung vorhersehbar sind.“

Vorhersehbarkeit lässt sich durch **Konsistenz** erreichen: Jedes (wiederkehrende) funktionale bzw. interaktive Element befindet sich immer an der gleichen Stelle, hat das gleiche Aussehen und verhält sich identisch. Labels helfen, die Vorhersehbarkeit von Beziehungen zu maximieren.

Auf diese Weise können Besucher die Bedienung der Oberfläche schnell verinnerlichen und sich auf den Inhalt konzentrieren. Besonders profitieren davon Menschen mit kognitiven Einschränkungen, Benutzer von Screenreadern (weil die linearisierte Ausgabe des Inhalts das Verständnis räumlicher Beziehungen erschwert) oder Besucher, die nur einen kleinen Bildschirmausschnitt wahrnehmen können (etwa weil sie eine Bildschirmlupe verwenden).

3.5.2.1 Bedingung 3.2.1: Bei Fokussierung

„Erhält eine Komponente den Fokus, wird dadurch keine Änderung des Kontextes ausgelöst.“

Damit auf einer Webseite das **Navigieren per Tastatur** überhaupt möglich ist, dürfen interaktive Elemente nicht alleine deshalb eine Kontextänderung herbeiführen, weil sie den Fokus erhalten oder verloren haben.

Kontextänderungen sind Änderungen des Benutzeragenten, des Viewports, des Fokus und ggf. auch des Inhalts, sofern diese zu einer Bedeutungsänderung der Webseite führen. Inhaltsänderungen sind also dann kritisch, wenn sie zur Desorientierung derjenigen Benutzer beitragen, die nicht die gesamte Seite zugleich sehen können. So wären etwa eine aufklappende Navigationsleiste oder eine expandierende Gliederung keine Kontextänderungen, wohl aber eine signifikante Umorganisation von Inhalten, die beim Benutzer den Eindruck erweckt, er hätte die Seite gewechselt.

Bei **Fokussierung** einer Komponente darf es z.B. nicht vorkommen, dass die Applikation Formulare automatisch absendet, Seiten in neuen Fenstern oder Reitern lädt oder einen Fokuswechsel zu einem anderen Element auslöst.

Dies lässt sich leicht vermeiden, indem man als Auslöser für Änderungen des Kontextes stets die Pseudoklasse `:active` statt `:focus` verwendet. Neue Fenster und Reiter sollten sich nur nach Vorwarnung des Benutzer öffnen und nur, um dadurch die Barrierefreiheit zu verbessern. Darüber hinaus sollte der Erhalt des Fokus keine andauernden Änderungen von `state` oder `value` auslösen, sofern es keine alternative Möglichkeit gibt, die Änderungen wieder zurück zu setzen.

3.5.2.2 Bedingung 3.2.2: Bei Eingabe

„Wird die Einstellung eines Elements der Benutzerschnittstelle geändert, führt dies nicht automatisch zu einer Änderung des Kontextes, es sei denn, die Nutzerin oder der Nutzer wurde vor Benutzung des Elements über dieses Verhalten informiert.“

Die Auswirkungen der **Auswahl eines Formular-Steuerelements** oder der **Eingabe von Daten** müssen für den Benutzer vorhersehbar sein. Vermeintliche Komfortfunktionen, welche die Anzahl benötigter Klicks minimieren sollen (etwa das automatische Abschicken eines Formulars, sobald das letzte Feld ausgefüllt ist, oder das Öffnen eines neuen Fensters ohne vorherige Warnung, sobald sich der Status eines Radiobuttons, einer Checkbox oder einer Auswahlliste geändert hat) sind nicht barrierefrei.

Vielmehr muss die Webseite vorab beschreiben, wie sich der Kontext durch eine Benutzeraktion ändern würde, und dem Besucher eine Möglichkeit geben, diese Kontextänderung bewusst auszulösen.

Meist bietet man dem Benutzer eine `submit`-Schaltfläche an (wie etwa `<input type="submit" value="Abschicken"/>`), welche die in einem Formular eingegebenen Daten absendet und so zu einer Kontextänderung führt.

```
<form action="http://meineseite.de/action" method="post">
  <label for="action">Auswahlmöglichkeiten:</label>
  <select name="action" id="action">
    <option value="help">Hilfe</option>
    <option value="reset">Einstellungen zurücksetzen</option>
    <option value="submit">Einstellungen speichern</option>
  </select>
  <button type="submit" name="submit" value="submit">Jetzt Ausführen!
</button>
</form>
```

Abb. 3.47 Auswahl von Handlungsalternativen mit `select` und `submit`

Wenn der Besucher unter mehreren Aktionen auswählen können soll, kombinieren Sie die Schaltfläche mit dem Tag `<select>`, welches eine Drop-down-Liste der Handlungsalternativen als Optionswerte definiert (Abb. 3.47). Die selektierte Handlung wird erst ausgeführt, sobald der Benutzer die Schaltfläche "Jetzt ausführen!" drückt.

3.5.2.3 Bedingung 3.2.3: Einheitliche Navigation

„Navigationsmechanismen, die innerhalb eines Webangebots wiederholt werden, treten bei jeder Wiederholung in der gleichen Reihenfolge auf, es sei denn, die Nutzerin oder der Nutzer veranlasst eine Änderung.“

Da die menschliche Informationsverarbeitung auf Schemata beruht (siehe Kap. 2.3.3) sollte die Gestaltung der **Navigationsmechanismen** das Bilden und Nutzen mentaler Schemata durch Konsistenz innerhalb des Webangebots erleichtern (**interne Konsistenz**): Jedes Navigationselement befindet sich immer an der gleichen Stelle, hat das gleiche Aussehen und verhält sich identisch.

Die Einheitlichkeit in allen Seiten eines Internetauftritts wird durch zentrale HTML- und CSS-Vorlagen (Themes) erreicht.

Die Vorhersehbarkeit lässt sich weiter verbessern, wenn sich diese Vorlagen an bereits bekannten Mustern anlehnen (**externe Konsistenz**). Beispielsweise können sie sich hinsichtlich Position, Aussehen und Verhalten an Erfahrungen aus der Benutzung von Betriebssystemen (z.B. Navigation linksseitig positioniert wie im Dateimanager), Anwendungssoftware (z.B. Reihenfolge der Menüeinträge wie in Bürossoftware), anderen Webseiten (z.B. Tag Clouds) oder der realen Welt (z.B. Reiter-Navigation oben positioniert wie im Aktenschrank) orientieren.

Gerade in Stresssituationen, z.B. wenn man das Gefühl hat, sich (im Informationsangebot) verirrt zu haben, greift der Mensch gerne auf einfache und vertraute Verhaltensmuster zurück. Deshalb verwenden viele Benutzer in einer solchen Lage den Zurück-Button des Browsers. Dieser sollte unabhängig von der eingesetzten Technologie immer funktionieren. Darüber hinaus sind Orientierung und Navigation leichter, wenn

- auf jeder Seite Suchfunktionen verschiedene Arten der Suche bereitstellen, wobei die Treffer im Text deutlich hervorgehoben sind,
- Benutzer von jeder Unterseite aus über einen deutlich erkennbaren Link direkt zur Startseite und zu einer Sitemap gelangen können,
- Navigationsleisten den verwendeten Navigationsmechanismus hervorheben,
- inhaltlich verwandte oder zusammenhängende Links in Gruppen zusammengefasst sind, die Gruppen eindeutig benannt sind und einen Mechanismus enthalten, der das Umgehen der Gruppe ermöglicht,
- Informationsblöcke (z. B. Absätze, Listen) aussagekräftige Informationen am Anfang darstellen. Die Benutzung des gleichen Wortes oder der gleichen Buchstabenkombinationen sollte man vermeiden, um jeden Punkt einer Dropdown-Liste anzuspringen,
- für getrennt angebotene, aber inhaltlich zusammenhängende Dokumente Zusammenstellungen dieser Dokumente vorhanden sind und
- Mechanismen zum Umgehen von ASCII-Zeichnungen bereit stehen.

3.5.2.4 Bedingung 3.2.4: Einheitliche Bezeichnung

„In einem Webangebot und innerhalb verbundener Webseiten werden Elemente mit gleicher Funktionalität einheitlich bezeichnet.“

Eine **konsistente Beschriftung** hilft Menschen und Software funktionale Komponenten und ihre Bedeutung zu erkennen. Deshalb muss jede Funktion, die wiederholt vorkommt, auf allen Seiten eines Webangebots

- mit dem gleichen Label beschriftet sein (falls möglich mit dem <label>-Tag (siehe auch Abschn. 3.3.3.2), sonst mit dem <title>-Attribut)
- eine Text-Alternative enthalten, die dem Benutzer erläutert, was bei seiner Aktivierung passieren wird (siehe Abschn. 3.3.1.1), und
- auch ein eventuell zugeordneter Nicht-Text-Inhalt (wie ein akustisches und/oder visuelles Symbol) muss bei jedem Auftreten identisch sein.

Werden selbst entwickelte Steuerelemente eingesetzt oder Standardelemente modifiziert, sind zusätzlich die Anforderungen der Bedingung 4.1.2: Name, Rolle, Wert (siehe Abschn. 3.6.1.2) zu berücksichtigen.

3.5.2.5 Bedingung 3.2.5: Kontextänderungen

„Änderungen des Kontextes werden nur auf Anforderung durch die Nutzerin oder den Nutzer veranlasst oder es gibt einen Mechanismus, um diese Änderungen abzuschalten.“ (Priorität 2)

Generell sollte eine Kontextänderung, insbesondere das Öffnen neuer Fenster oder Reiter, nur erfolgen, wenn dies notwendig ist.

Eine **Aktualisierung des Inhalts** darf nicht automatisch passieren, sondern muss vom Benutzer explizit mittels einer "Jetzt aktualisieren!"-Schaltfläche initiiert werden,

wenn sie den Kontext ändert (siehe Abschn. 3.5.2.1 und Abschn. 3.5.2.2). Automatische Inhaltsaktualisierungen ohne Kontextänderung lassen sich bei korrekter Implementierung durch ein `onchange`-Ereignis in einem ausgewählten `select`-Element realisieren: Bspw. führt in einem Kfz-Portal der Klick auf einen Eintrag in einer Herstellerliste zu einem veränderten Inhalt der Modell-Liste. Beim Coding ist darauf zu achten, dass das auslösende `select`-Element (hier: der Eintrag in Herstellerliste) in der Leserihenfolge der Webseite vor dem `select`-Element mit den geänderten Daten kommt (hier: der Eintrag in der Modell-Liste).

Wenn eine **automatische Umleitung** unumgänglich ist, muss sie auf eine Weise implementiert sein, dass die Benutzer die stattgefundene Umleitung nicht erkennen können. Dazu eignet sich eine *sofortige* Umleitung, die man auf dem Server mittels des Befehls `redirect` oder im Client mittels des Tags `meta refresh mit einem Zeitlimit von "0"` (Sekunden) erreicht.

Pop-Up-Fenster (engl. für *aufspringen, aufklappen*) führen immer zu einer Kontextänderung. Dabei handelt es sich um zusätzliche Browserfenster, die sich (leider meist sogar ohne entsprechende Benutzeraktion oder Vorwarnung) im Vordergrund öffnen und das bisher sichtbare Browserfenster oder Teile davon überdecken. Dadurch lenken sie vom eigentlichen Inhalt ab und können zu Orientierungsproblemen führen. Außerdem ist heutzutage nicht sichergestellt, dass die Informationen den Benutzer erreichen, denn ihr Aufruf wird häufig von Pop-Up-Blockern unterbunden. Auch Nutzern von Vergrößerungssystemen kann das zusätzliche Fenster verborgen bleiben, wenn es sich außerhalb des aktuell betrachteten Bildschirmausschnitts öffnet. Bei Screenreadern können unterschiedliche Probleme bis hin zum Absturz des Benutzeragenten auftreten.

Sind Pop-Ups trotz dieser vielen Nachteile dennoch notwendig, sollten sie sich als Reaktion auf eine Aufforderung durch den Benutzer öffnen. Dies lässt sich erreichen, indem man in einem Text-Link das Attribut `target` verwendet. Sollte dieses Attribut im Dokumententyp nicht zulässig oder sein Einsatz aus anderen Gründen nicht gewünscht sein, können neue Fenster nach Vorwarnung des Benutzers mit einem Skript geöffnet werden. Es ergänzt einen geräteunabhängigen Event-Handler um den entsprechenden Link und erlaubt dem Browser, den Inhalt im gleichen Fenster zu öffnen, wenn kein neues Fenster geöffnet wurde.

3.5.3 Anforderung 3.3: Hilfestellung bei der Eingabe

„Zur Fehlervermeidung und -korrektur sind unterstützende Funktionen für die Eingabe bereitzustellen.“

Das Fehlermanagement umfasst das **Vermeiden, Erkennen, Melden und Korrigieren** von Fehlern (siehe auch Kap. 7.2.6). Je weniger Eingaben ein Benutzer tätigen muss, desto weniger Fehler kann er machen. **Fehler bei Eingaben** lassen sich vermeiden, wenn dem Benutzer jederzeit klar ist, welche Informationen die Applikation in welcher Form erwartet. Die angebotenen Werkzeuge für die Dateiengabe müssen seinen Bedürfnissen

entsprechen, Fehler identifizieren und Korrekturhilfen bereitstellen. Auf diese Weise lässt sich die Anzahl gravierender oder irreversibler Fehler reduzieren.

3.5.3.1 Bedingung 3.3.1: Fehleridentifizierung

„Zur Fehlervermeidung und -korrektur sind unterstützende Funktionen für die Eingabe bereitzustellen.“

Sobald ein Benutzer Daten eingibt, sind Mechanismen für die **Fehleridentifizierung** vorzusehen, die den Benutzer auf einen Fehler aufmerksam machen. Interaktionen, die in Form oder Inhalt nicht den Anforderungen des Formularfeldes entsprechen, lassen sich während der Eingabe identifizieren oder wenn das Feld den Fokus verliert. Werden vom Benutzer Pflichtfelder nicht ausgefüllt, lässt sich dies beim Absenden eines Formulars erkennen. Einige Fehler werden erst bei der Verarbeitung auf dem Server festgestellt, u. a. weil auf dem Client dazu benötigte Informationen nicht vorhanden sind oder das Ausführen aktiver Inhalte deaktiviert ist.

Die Applikation muss korrekt eingegebene **Daten erhalten** und den Benutzer in Textform über Pflichtfelder und Fehler unterrichten. Da insbesondere Benutzer assistiver Technologien eine reine Ergänzung von Formularfeldern mit Texten zur Fehleranzeige übersehen könnten, sind zusätzliche **Meldungen** (vom Typ Information, Warnung oder Fehler; siehe Kap. 7.4.13) hilfreich. Sobald der Benutzer die Warnmeldung schließt, sollte ein Skript den Tastaturfokus auf das Feld mit dem Fehler setzen. Eine zusätzliche Fehlerbenachrichtigung im **Seitentitel** verhindert, dass Benutzer von Screenreadern zu einer neuen Seite wechseln, sobald diese zurückgegeben wird, anstatt den um Fehlerbeschreibungen ergänzten Inhalt erneut anzuhören.

Weitere situationsbedingte **Hervorhebungen** oder **Hilfestellungen** erleichtern den Benutzern die Fehlererkennung, auch wenn sie für eine BITV Konformität nicht erforderlich sind. Dazu zählen etwa:

- Anzeigen von Fehlerbenachrichtigungen bereits während der Benutzer Informationen eingibt.
- Hervorheben (Umrahmung, Farbwechsel etc.) von Fehlern dort, wo sie auftreten.
- Ergänzen von Fehlerbenachrichtigungen durch Nicht-Text-Inhalt (z. B. Symbole).
- Verwenden von Geräuschen, um die Aufmerksamkeit des Benutzers zu lenken.
- Erneutes Laden des Formulars mit einer Zusammenfassung der Fehler.
- Bereitstellen von Links, die denen Benutzer direkt zu den betroffenen Fehlern führen.
- Anzeigen einer Erfolgsmeldung, wenn Daten erfolgreich verschickt wurden.

3.5.3.2 Bedingung 3.3.2: Beschriftungen

„Für notwendige Eingaben der Nutzerinnen und Nutzer sind Hinweise oder Label (Beschriftungen) zur Verfügung zu stellen.“

Insbesondere Menschen mit Einschränkungen können Fehleingaben leichter passieren und gleichzeitig können für sie Interaktionen mit dem System und damit auch Fehlerkorrekturen sehr aufwendig sein. Benutzer machen weniger Eingabefehler, wenn das User Interface einfach und klar beschreibt, welche Informationen die Applikation in welcher Form erwartet und wie die zur Dateiengabe bereitgestellten Elemente funktionieren. Eine effizientere Zielerreichung, weniger Frustration, stabilere Anwendungen und gepflegtere Datenbestände sind die Folge. Andererseits darf man natürlich die Seite auch nicht mit Handlungsanweisungen und der Beschreibung von Auswahloptionen überfrachten (siehe Kap. 7.2.1).

Eine **Ausfüllanleitung** zu Beginn des Formulars klärt über seinen Zweck, Verhalten, Pflichtfelder und deren Kennzeichnung sowie über das EingabefORMAT auf und gibt Ausfüll-Beispiele. Vor Eingaben, die eine Kontextänderung auslösen können, sollten Sie den Benutzer über den zu erwartenden Ablauf informieren.

Bei Formularen mit vielen unterschiedlichen Eingabefeldern ist es meist besser, Inhalt, Form und Eingabemöglichkeiten der benötigten Informationen mit entsprechenden Beispielen **direkt beim jeweiligen Feld** zu beschreiben. Die Beschriftungen sollten entsprechend den Erwartungen der Benutzer positioniert sein:

- Beschriftungen für Elementgruppen befinden sich darüber.
- Beschriftungen für Eingabefelder befinden sich entweder oberhalb, aber besser noch links vom Feld und sind dann rechtsbündig ausgerichtet, bei von Rechts-nach-Links geschriebenen Sprachen entsprechend rechts vom Feld und linksbündig ausgerichtet. Auf diese Weise entsteht auch bei unterschiedlich langen Beschriftungen und Feldern eine einzelne, vertikale Fluchlinie, an der sich Benutzer leicht orientieren können.
- Beschriftungen für Radiobuttons (`input type="radio"`) und Kontrollkästchen (`input type="checkbox"`) stehen hinter dem Feld (siehe Kap. 7.4.10.3).
- Obligatorische Felder erhalten einen zusätzlichen Text (und ggf. weitere Hervorhebungen wie einen Asterisk oder ein Bildsymbol), um auf die Verpflichtung zum Ausfüllen explizit hinzuweisen. Zusätzlich sollte man sie mit der Eigenschaft `aria-required-property` kennzeichnen.

Damit Formulare für Benutzer von assistiven Technologien zugänglich sind, müssen den Steuerelementen **Labels** zugeordnet sein, die den Zweck jeder interaktiven Komponente beschreiben (Bedingung 1.3.1, siehe Abschn. 3.3.3.1). Dazu assoziiert man ein `<label>` mittels des `<for>`-Attributs mit einem Steuerelement (siehe auch Abschn. 3.3.3.2). Diese Vorgehensweise vergrößert auch die selektierbare Fläche eines Steuerelements, was insbesondere für ungeübte Maus-Benutzer oder Menschen mit motorischen Einschränkungen hilfreich ist. Zusätzlich kann für Eingabe-Steuerelemente eine Beschreibung mit Hilfe der Eigenschaft `aria-describedby-property` bereitstellen.

Wenn das Label-Element nicht benutzt werden kann, können Sie den Zweck eines Elements mit Hilfe des `title`-Attributs angeben. Auch die Beschriftung einer benachbarten Schaltfläche kann u. U. dazu dienen.

Eine lineare Struktur des Formulars und das Gruppieren ähnlicher Punkte reduziert die Komplexität und erleichtert die Ausgabe mit Screenreadern und ähnlicher assistiver Technologie. **Gruppen von Steuerelementen** lassen sich mit dem Attribute `<fieldset>` bilden und mit `<legend>` beschreiben (siehe Abb. 3.28).

3.5.3.3 Bedingung 3.3.3: Korrekturvorschläge

„Wird ein Eingabefehler automatisch festgestellt und sind Korrekturvorschläge bekannt, sind diese der Nutzerin oder dem Nutzer zur Verfügung zu stellen, sofern sie nicht Sicherheit oder Zweck des Inhalts gefährden.“

Korrekturvorschläge helfen insbesondere Menschen mit kognitiven oder visuellen Einschränkungen, Fehler zu korrigieren, die aufgetreten sind, weil Pflichtfelder nicht ausgefüllt sind bzw. der Inhalt und/oder die Form von Eingaben nicht den zulässigen Werten eines Formularfeldes entsprechen. Gültigkeitsbereiche für Eingabewerte können Sie mit den Eigenschaften `aria-valuemin` und `aria-valuemax` definieren.

In diesen Fällen gibt man die Art des Fehlers sowie Eingabehilfen am Ort des Fehlers an. Eingabehilfen können etwa darin bestehen, dass man

- eine ausführlichere Beschreibung der erwarteten Eingabewerte anzeigt (z.B. "Bitte geben Sie den Monatsnamen ein. Gültige Eingaben in diesem Feld sind: Januar, Februar, März, April, Mai, Juni, Juli, August, September, Oktober, November, Dezember."),
- zulässige Eingabewerte zur Auswahl anbietet (z.B. "Bitte wählen Sie eine der folgenden Möglichkeiten aus: Januar, Februar, März, April, Mai, Juni, Juli, August, September, Oktober, November, Dezember.") oder
- die Eingaben interpretiert, in ein zulässiges Format umgewandelt und dem Benutzer zur Bestätigung bzw. Modifikation vorlegt (z.B. "Meinen Sie Dezember?").

3.5.3.4 Bedingung 3.3.4 Fehlervermeidung

„Bei Webseiten, die rechtliche Verpflichtungen begründen oder zu finanziellen Transaktionen der Nutzerinnen und Nutzer führen oder von Nutzerinnen und Nutzern kontrollierbare Daten in Datenspeichersystemen ändern bzw. löschen oder Testantworten der Nutzerinnen und Nutzer absenden, haben Nutzerinnen und Nutzer mindestens eine der folgenden Möglichkeiten:

- Die Ausführung kann rückgängig gemacht werden.
- Die eingegebenen Daten werden auf Eingabefehler überprüft und es besteht die Möglichkeit, diese gegebenenfalls zu korrigieren.
- Die Informationen können durchgesehen, korrigiert und bestätigt werden, bevor sie endgültig abgeschickt werden.“

Nach der Dateiengabe ist mindestens eine der drei oben geschilderten Arten von Schutzmaßnahmen vorhanden, sollten Fehlbedienungen auf Webseiten gravierende Konsequenzen nach sich ziehen können.

- Sofern der Geschäftsprozess des Anbieters dies erlaubt, ist es für Benutzer am besten, wenn eine **Rücknahme** der Handlung nachträglich möglich ist. Dazu informieren Sie den Benutzer nach Absenden des Formulars über die **Widerrufsfrist** und die Vorgehensweise bei einer **Stornierung** und legen die Daten in einem Transferspeicher ab. Die Stornierung muss auf einem barrierefreien Weg möglich sein, idealerweise auf dem gleichen Wege wie die Bestellung selbst. Versendet der Benutzer vor Fristablauf einen Widerruf, erhält er eine Bestätigungsmitteilung und die zu diesem Auftrag gehörenden Daten werden aus dem Transferspeicher gelöscht; andernfalls werden sie nach Fristablauf unwiderruflich verarbeitet. Aus Datenschutzgründen sollten Sie den Benutzer explizit über diese Möglichkeit informieren und sich seine Zustimmung einholen.
- Analog sollte es auch für eine Zeitspanne die Möglichkeit geben, gelöschte Informationen wiederherzustellen, indem die Anwendung die Daten zunächst nur zum Löschen markiert und sie in einem Transferspeicher ablegt oder alle gelöschten Transaktionen so protokolliert, dass sich die Daten restaurieren lassen.
- Bevor ein Benutzer eine **irreversible Handlung** initiiert, sollte die Webseite ihn auf die Unumkehrbarkeit dieser Aktion und ihre Konsequenzen hinweisen. Vor der Ausführung können Sie eine der beiden folgenden Maßnahmen vorsehen: Entweder prüft die Applikation die Eingabedaten auf Fehler und gibt dem Benutzer die Gelegenheit, diese zu korrigieren, oder der Benutzer kann die Eingabedaten selbst überprüfen, korrigieren und bestätigen, bevor er sie endgültig absendet. Für die Bestätigung eignet sich eine Sicherheitsabfrage oder eine zusätzliche Checkbox vor der Absenden-Schaltfläche. Das Kontrollkästchen ist mit einer aussagekräftigen Beschriftung zu versehen (z.B. "Ich möchte jetzt kostenpflichtig bestellen!") und befindet sich beim Laden der Seite im Status „nicht ausgewählt“. Die Anwendung akzeptiert die Eingaben nur, wenn die Checkbox beim Absenden im Status „ausgewählt“ steht; andernfalls fordert sie den Benutzer mit einer Meldung dazu auf, die Eingaben zu überprüfen, das Kontrollkästchen zu aktivieren und das Formular erneut abzusenden. Die Daten im Formular bleiben dabei erhalten.

3.5.3.5 Bedingung 3.3.5: Hilfe

„Es sind kontextabhängige Hilfen zur Verfügung zu stellen.“ (Priorität 2)

Kontextsensitive Hilfen unterstützen vor allem Menschen mit Lese- und/oder Schreib-Behinderungen, mit intellektuellen oder motorischen Einschränkungen sowie ältere Menschen und ungeübte Nutzer beim Eingeben von Daten (insbesondere Text) in Formulare. Sie sind nicht dazu gedacht, Probleme zu beheben, die aus einem schlecht gestalteten User Interface erwachsen.

Sie sind erforderlich, wenn für Benutzer die Beschriftung nicht für das Verständnis alle Funktionalitäten ausreicht oder er bei der Dateneingabe Unterstützung benötigt. Wenn Sie solche Unterstützung implementieren, dann sollte das Hilfsangebot offensichtlich, jederzeit verfügbar und am Ort des Problems vorhanden sein, damit der Benutzer nicht den Überblick darüber verliert, was er gerade tut.

Die Hilfe sollte integraler Bestandteil der Benutzerschnittstelle sein. So bieten bereits Textanweisungen zu Pflichtfeldern etc. Unterstützung (siehe Abschn. 3.5.3.2), welche zu Beginn eines Formulars oder einer Gruppe von Feldern die notwendigen Eingaben (ggf. mit dem zulässigen Datenformat und einem korrekten Ausfüll-Beispiel) erläutern. Ein zusätzlicher Hilfe-Link hinter jedem Feld führt zu einer detaillierteren Beschreibung, was die Anwendung vom Benutzer erwartet. Andere Hilfen interpretieren die Benutzereingaben und unterbreiten Vorschläge für die Vervollständigung (Autocomplete) oder für die Korrektur von Texten (Rechtschreibprüfung) oder Datenformaten (Bedingung 3.3.3, siehe Abschn. 3.5.3.3). Bei langen oder komplexen Formularen kann ein Assistenzprogramm den Benutzer Schritt für Schritt begleiten und anleiten.

Eine ausführlichere Beschreibung von Online-Hilfen findet sich in Kap. 7.4.14.

3.5.3.6 Bedingung 3.3.6: Fehlervermeidung

„Bei Webseiten, die verlangen, dass Nutzerinnen und Nutzer Informationen übermitteln, haben sie mindestens eine der folgenden Möglichkeiten:

- *Die Ausführung kann rückgängig gemacht werden.*
- *Die eingegebenen Daten werden auf Eingabefehler überprüft und es besteht die Möglichkeit, diese gegebenenfalls zu korrigieren.*
- *Die Informationen können durchgesehen, korrigiert und bestätigt werden, bevor sie endgültig abgeschickt werden.“ (Priorität 2)*

Die Maßnahmen der Bedingung 3.3.4 Fehlervermeidung müssen für alle Webseiten mit der Priorität 2 umgesetzt sein, sobald die Benutzer auf ihnen irgendwelche Informationen abschicken müssen.

3.6 Prinzip 4: Robustheit

„Inhalte müssen so robust sein, dass sie von möglichst allen Benutzeragenten, einschließlich assistiver Technologien, zuverlässig interpretiert werden können.“

Das vierte Prinzip hat zum Ziel, dass Benutzer heute und in Zukunft in ihrer Wahl der Zugangsgeräte möglichst wenig eingeschränkt werden – mit anderen Worten: Auch für ältere oder künftige Geräte und technische Entwicklungen soll der Inhalt weiterhin zugänglich sein.

Die Forderung nach Aufwärts- und Abwärtskompatibilität für Browser und Hilfstechnologien soll vermeiden, dass Menschen von der Nutzung des Informationsangebots ausgeschlossen werden, die aus finanziellen, administrativen, technischen oder anderen Gründen nicht auf dem aktuellen Stand der Technik sind.

Die Implementierung soll aber nach dem aktuellen Stand der W3C Spezifikationen erfolgen und Funktionen vermeiden, die durch die Herausgabe neuer Versionen überholt sind. So ist etwa das Verwenden des ``-Tags zur Bestimmung der verwendeten

Schriften in HTML nicht mehr zulässig. Ist man gezwungen, bestimmte nicht-barrierefreie Techniken einzusetzen, so sind diese (wie auch nach älteren Standards entwickelte Inhalte) so bald als möglich durch barrierefreie Technologien (und aktuell gültige Standards) zu ersetzen. Aus dieser Bedingung resultiert also eine Verpflichtung, Internetpräsenzen fortlaufend zu überprüfen und auf dem Stand der Technik zu halten, um das jeweils höchstmögliche Maß an Zugänglichkeit zu gewährleisten.

Zugängliche und vollständig dokumentierte Technologien sind neben den W3C-Technologien vor allem Open-Source-Software. Auf die meisten proprietären Technologien und Formate trifft diese Forderung nicht zu. Dennoch dürfen sie verwendet werden, wenn die benötigte Funktionalität sonst nicht zu realisieren wäre und wenn zum Inhalt des Dokuments ein barrierefreies Alternativangebot existiert. Beispielsweise ist der Einsatz von Adobes Portable Document File-Format (PDF) zulässig, wenn das Format auf Grund von erforderlichen Eigenschaften benötigt wird, die HTML nicht zur Verfügung stellt. Allerdings müssen die PDFs barrierefrei gestaltet sein, oder der Benutzer muss deutlich darauf aufmerksam gemacht werden, dass ein PDF nicht barrierefrei ist; in diesem Fall muss ihm eine HTML-Alternative angeboten werden.

3.6.1 Anforderung 4.1: Kompatibilität

„Die Kompatibilität mit Benutzeragenten, einschließlich assistiver Technologien, ist sicherzustellen.“

Dies ist der Fall, wenn die standardkonforme Browserfunktionalität zum Darstellen und Bedienen der Benutzerschnittstelle ausreicht, denn assistive Technologien setzen der standardmäßigen Browserfunktionalität auf. Eine Erweiterung der Browserfunktionen (etwa durch die Installation eines Plug-in wie dem Adobe Flash-Player) darf nicht erforderlich sein.

Weil zwar der Aufruf, aber nicht der Ablauf von **programmierten Elementen** durch die Browserfunktionen und damit durch Hilfstechnologien steuerbar ist, muss bei programmierten Elementen zusätzliche eine zu assistiven Technologien kompatible Schnittstelle implementiert werden.

HTML-Dokumente können statisch oder dynamisch generiert sein. **Statische Dokumente** liegen als persistent gespeicherte Dateien auf einem Webserver bereit (Abb. 3.48) und werden mit dem Hypertext Transfer Protocol (HTTP, engl. für Hypertext-Übertragungsprotokoll) übertragen.

Erhält ein Webserverprozess eine Anfrage von einem Browser (**HTTP-Request**), so interpretiert er die angeforderte Seitenadresse und liefert – ggf. nach Rückgriff auf einen Datei-server (Fileserver) – die entsprechende HTML-Seite und eventuell CSS-Dateien (**HTTP-Response**) zurück. Anschließend interpretiert der Browser den Quelltext der Internetseite.

Von **dynamischen Webseiten** (oder auch **DHTML**) spricht man, wenn ein rudimentäres HTML-Dokument erst zum Zeitpunkt des Browseraufrufs vervollständigt wird (Abb. 3.49).

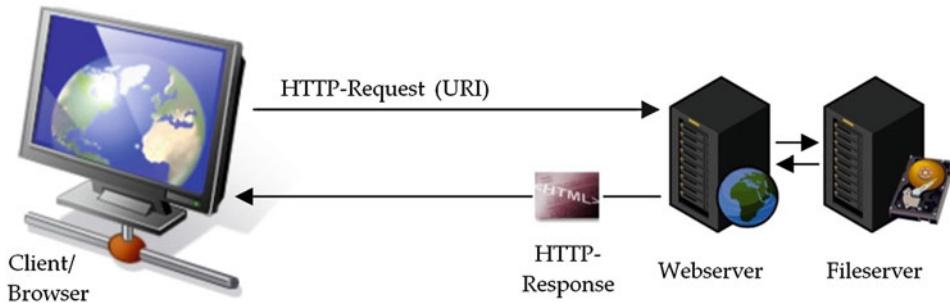


Abb. 3.48 Statisches HTML

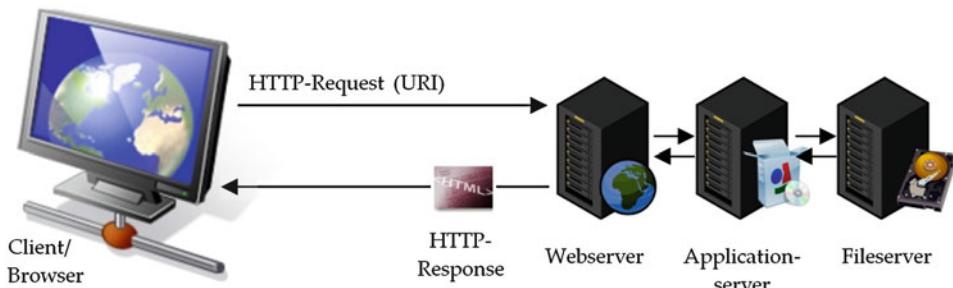


Abb. 3.49 Dynamisches HTML (DHTML)

Zunächst existiert auf dem Webserver eine HTML-Datei, in deren Quellcode sich Funktionsaufrufe zwischen dem öffnenden und dem schließenden `<html>`-Tag befinden. Die Funktionsaufrufe sind als Kommentare getarnt, damit das Dokument valide bleibt und auch solche Browser das Dokument interpretieren können, welche die Funktionsaufrufe nicht ausführen. Auf Grund der Browseranfrage werden diese (i. d. R. unter Berücksichtigung von dabei übergebenen Parametern) auf dem Applikationsserver ausgeführt, der ggf. auf einen Datenbankserver zugreift und die aufbereiteten Rückgabewerte an ihrer Stelle in den HTML-Code einsetzt. Die Anwendungslogik wird typischerweise mittels **Server-seitiger Techniken** wie z.B. Active Server Pages (ASP), Java Server Pages (JSP) oder Hypertext Preprocessor (PHP, die Abkürzung stammt vom ehemaligen Namen Personal Home Page) realisiert, sodass die Dynamisierung vor dem Interpretieren der HTML-Datei durch den Browser stattfindet.

Der zweite Ansatz zur Erzeugung von dynamischen Inhalten ist die **Client-seitige Realisierung** der Anwendungslogik, z.B. mittels JavaScript und insbesondere Asynchronous JavaScript and XML (AJAX). **AJAX** ist eine Schlüsseltechnologie, weil das XMLHttpRequest-Objekt es gestattet, während der Interpretation eines HTML-Dokuments Nutzdaten und/oder bestimmte Teile einer HTML-Seite nachzuladen (Abb. 3.50).

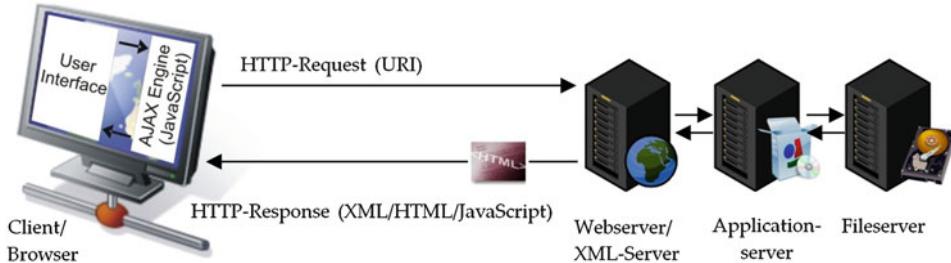


Abb. 3.50 Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)

Anfragen werden also nicht mehr direkt von der Benutzerschnittstelle an den Webserver gestellt, sondern JavaScript-Aufrufe an die AJAX-Engine geschickt, welche dann den Web- und/oder XML-Server anfragt. Die Serverantwort wird von der AJAX-Engine in Empfang genommen und ggf. in HTML und CSS umgewandelt an die Benutzerschnittstelle weitergeleitet.

Im Gegensatz zu statischen oder Server-seitig dynamisierten Seiten, welche Ressourcen per Uniform Resource Locator (engl. für einheitlicher Ressourcen-Lokalisator) mit ggf. angehängten Parametern oder durch URL-Rewriting eindeutig identifizieren, lassen sich mit AJAX generierte Inhalte nicht zwangsläufig über die URL wiederfinden. Dadurch liefern z. B. Browserfunktionen wie die Schaltflächen „Vor“ und „Zurück“, der Verlauf oder auch Lesezeichen nicht ohne Weiteres das vom Benutzer erwartete Ergebnis, da die URL i. d. R. zum Ausgangszustand des Webauftritts zurückführt. Es ist daher erforderlich, den jeweils aktuellen Anwendungsstatus mit Hilfe von Parametern beschreibbar zu machen, an die URL der Website anzuhängen, im Verlauf zu speichern und dem Benutzer zur Verfügung zu stellen, etwa in Form einer Schaltfläche „Link zu dieser Seite“ wie bei Google Maps. Auf diese Weise lässt sich Server-seitig beim Aufruf der parametrisierten URL ein vom Besucher definierter Zustand wiederherstellen. Einige JavaScript- bzw. AJAX-Frameworks bringen Voraussetzungen für diese Funktionalität bereits mit die allerdings nicht von allen Benutzeragenten vollständig fehlerfrei ausgeführt wird.

Das Konzept der **asynchronen Datenübertragung** bietet viele Vorteile, ist aber im Hinblick auf die Zugänglichkeit für Suchmaschinen und insbesondere assistive Technologien problematisch:

- Funktionsaufrufe können ausgeführt werden, wenn die Seite schon vom Server zum Client übertragen wurde, d. h., dass sich der Quellcode der Seite ändern kann, während dieser schon vom Benutzeragenten interpretiert wird (Nachladen). Haben z. B. Screenreader bereits mit der Interpretation einer Seite begonnen, so können aus Änderungen des Codes Darstellungsprobleme und – wegen der tiefen Verankerung von Screenreadern im Betriebssystem – sogar komplette Systemabstürze resultieren.



Abb. 3.51 Anzeige einer Adobe Flash-Navigation ohne erforderliches Plug-in

Deshalb sollte zu jedem dynamischen Inhalt eine statische Alternative vorhanden sein. Bei zusätzlichen Angeboten besteht die Gefahr, dass diese von Suchmaschinen als Duplicate Content (engl. für vervielfachter Inhalt, Duplikat, Dublette) gewertet werden, und somit als Versuch die Rankingposition einer Webseite zu manipulieren.

- Dynamische Elemente einer Website, wie z.B. die Navigation und andere wichtige Bestandteile, können mit JavaScript, Java, Adobe Flash oder anderen Techniken realisiert werden. Um sie ausführen zu können, muss auf dem Client ggf. eine Laufzeit-Umgebung (z. B. Adobe Flash-Player oder Java Virtual Machine) installiert und in den Einstellungen des Browsers die Ausführung dieser Programme genehmigt sein. Eine fehlende Unterstützung durch den Client, Sicherheitsbedenken, fehlende Administrationsrechte, geringe Systemperformance können verhindern, dass die erforderlichen Techniken verfügbar sind, und dazu führen, dass die Internetpräsenz nicht oder nur eingeschränkt lauffähig ist (Abb. 3.51).
- Darüber hinaus können die meisten Web-Crawler derart realisierten Navigationspfaden nicht folgen und die Suchmaschine demzufolge diese Seiten auch nicht indizieren. Daher sollte zusätzlich eine alternative HTML-Navigation auf der Website vorhanden sein, die sicherstellt, dass die Webpräsenz barrierefrei zugänglich ist.

Andererseits sind einige Web-Anwendungen, wie etwa ein Web-Chat, ohne den Einsatz von JavaScript nicht (sinnvoll) möglich und die Unterstützung für JavaScript durch Browser und assistive Technologien ist mittlerweile so weit verbreitet, dass die WCAG 2.0 sowie der „BIENE Wettbewerb für Barrierefreies Internet“ diese technologische Entwicklung in ihren Forderungen bzw. Bewertungsrichtlinien berücksichtigen.

3.6.1.1 Bedingung 4.1.1: Syntaxanalyse

„Inhalte, die mit Markup-Sprachen erstellt werden, bestehen aus Elementen, für die folgende Eigenschaften gelten:

- Sie verfügen über vollständige Start- und End-Tags,
- sie werden entsprechend ihren Spezifikationen verschachtelt,
- sie enthalten keine doppelten Attribute und
- alle ihre IDs sind eindeutig,

es sei denn, ihre Spezifikationen erlauben diese Besonderheit.“

Es empfiehlt sich, bei der Entwicklung nur solche Elemente zu verwenden, die in den Spezifikationen einer vom W3C standardisierten Markup-Sprache definiert sind. Zwar bieten einige Browser auch zusätzliche Funktionen an, diese werden aber von assistiver Technologie oft nicht unterstützt und führen zu unerwarteten Problemen bei der Barrierefreiheit.

Daher ist die gesamte Internetpräsenz gemäß der vorgegebenen Dokumententypdefinitionen (**Document Type Definition, DTD**) in HTML bzw. in XHTML zu formulieren und vor der Veröffentlichung mit den vom W3C bereitgestellten Programmen zu validieren, also auf die Einhaltung aller in der DTD definierten Regeln zu überprüfen.

Die verwendete DTD geben Sie zu Beginn des Dokumentes an, z. B. bei einer HTML-Datei als `<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN" "http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd">`. Bei einer XHTML-Datei ist die Angabe der Zeichencodierung, der DTD und des XML-Namensraums erforderlich (Abb. 3.52). HTML5 basiert nicht auf SGML und benötigt daher keine Referenz zu einer DTD.

Wenn ein XML-Dokument alle XML-Regeln einhält, heißt es **wohlgeformt** (well-formed). Es ist **gültig** (valid), wenn es wohlgeformt ist, den oben beschriebenen Verweis auf eine Grammatik enthält und sich an das in der Grammatik beschriebene Format hält.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml11/DTD/xhtml11.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="de">
```

Abb. 3.52 Beispiel für das Referenzieren einer DTD

```
<a href="index.html" Biografie </a> More... <table>
<a href="index.html'> Biografie </a>
<a href="http://www.thesmann.net/"> Biografie </a>
```

Abb. 3.53 Beispiel für Verstöße gegen die Syntax der Markup-Sprache

Das Einhalten dieser Bedingungen ist nicht nur für die Barrierefreiheit, sondern allgemein für die Funktionsfähigkeit der Applikation elementar. Abb. 3.53 zeigt drei typische Verstöße gegen die Syntax am Beispiel eines Verweises auf einen Lebenslauf.

Viele Benutzeragenten (und auch Crawler von Suchmaschinen) können nicht geschlossene oder falsch verschachtelte Auszeichnungen missverstehen (Zeile 1). In diesem Fall würde die den Code parsende Software den eigentlichen Linktext „Biografie“ nicht erkennen, sondern alles nach `` (also „More...“) für den Linktext halten, bis die Auszeichnung automatisch durch einen anderen Tag (`<table>`) geschlossen wird. Ähnlich problematisch ist es, wenn typografische Anführungszeichen (w. B. „„) verwendet werden oder doppelte (") und einfache (') Anführungszeichen bei einem Attributwert vermischt werden (wie in Zeile 2); üblicherweise verwendet man in HTML doppelte Anführungszeichen. Und auch nach nicht eindeutigen IDs im Code kann man lange suchen.

Neben der Standardkonformität der Auszeichnungen ist auch auf fehlerfreie Inhalte innerhalb der Auszeichnungen zu achten. So führen z. B. auch Tippfehler in Links (wie der fehlende Doppelpunkt bei der Protokollangabe in Zeile 3 der Abb. 3.53 den Besucher auf eine Fehlerseite).

3.6.1.2 Bedingung 4.1.2: Name, Rolle, Wert

„Für alle Komponenten der Benutzerschnittstelle sind Name und Rolle durch Programme erkennbar. Zustände, Eigenschaften und Werte, die von Nutzerinnen und Nutzern eingestellt werden können, können auch durch ein Programm gesetzt werden. Bei Änderungen dieser Zustände, Eigenschaften und Werte erhalten Benutzeragenten, einschließlich assistiver Technologien, eine Mitteilung.“

Um eine Zugänglichkeit für alle Benutzer zu gewährleisten, muss (insbesondere die in assistiven Technologien eingesetzte) Software in der Lage sein, den Zweck, die Funktionsweise, die Fokussierung und den internen Status der Steuerelemente (z. B. aktiviert/deaktiviert, eingeklappt/ausgeklappt) einer Benutzerschnittstelle zu erkennen sowie die Elemente zu benutzen.

Diese Forderung ist automatisch erfüllt, wenn ein Internetauftritt ausschließlich die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Standard-Steuerelemente gemäß den Spezifikationen benutzt.

Zusätzliche Maßnahmen sind nur dann erforderlich, wenn die **Webseite individuell entwickelte Steuerelemente** verwendet oder **Standard-Steuerelemente so umprogrammiert**, dass sie eine andere Rolle und/oder Funktion als üblich haben. Typische Fehler sind z. B.

- Skripte, die einen mit den Attributen `div` oder `span` ausgezeichneten Bereich zu einem Steuerelement machen;
- leere `alt`-Attribute bei Bildern, wenn das Bild der einzige Inhalt in einem Link ist;
- fehlende Aktualisierung von Text-Alternativen, wenn sich Nicht-Text-Inhalt ändert;

- fehlende Namen für einige Teile eines Formulars;
- Verbindungen zwischen Label und Steuerelementen, die eine Software nicht erkennen kann;
- Fokus-Status, die eine Software nicht erkennen sowie
- individuelle Steuerelemente, die kein Barrierefreiheits-API für die Technik benutzen oder dies unvollständig tun.

Auch individuell entwickelte Steuerelemente müssen die Barrierefreiheits-APIs für die Technik benutzen und unterstützen. Beim Erstellen von Inhalten mit Hilfe von Entwicklungswerkzeugen bzw. Programmiersprachen ist darauf zu achten, dass man eine eventuell vorhandene Schnittstelle zu Barrierefreiheits-APIs benutzt und die Eigenschaften der Elemente (Name etc.) sorgsam ausfüllt. Dadurch sind die Werkzeuge in der Lage, barrierefreie Inhalte zu generieren.

Wenn man Standard-Steuerelemente umprogrammiert oder die zum Erstellen selbst entwickelter Steuerelemente eingesetzten Entwicklungswerkzeuge bzw. Programmiersprachen keine Schnittstelle zu Barrierefreiheits-APIs anbieten, dann muss man selbst eine Schnittstellenkomponente erstellen, die auf geeignete Weise Namen und Rollen offenlegt sowie Benachrichtigung über Änderungen bereitstellen, damit die Benutzer die von ihnen einstellbaren Zustände, Eigenschaften und Werte mit Hilfe assistiver Technologie festlegen können.

3.7 Linkverzeichnis

Barrierefreiheit prüfen (Browser-Plug-ins und Serverapplikationen) <http://www.visionaustralia.org/digital-access-wat>, <https://chrome.google.com/webstore/detail/accessibility-developer-t/fpkknkljclfencbdbgkenhalefipecmb>, <https://addons.mozilla.org/de/firefox/addon/accessibility-evaluation-toolb>, <http://wave.webaim.org>, <http://www.bitvtest.de/bitvtest.html>

Anpassen der Funktion von Hardwareeinheiten <http://www.microsoft.com/enable>

Freie Screenreader <http://nvda.handytech.de>, <http://www.ivona.com>

Kommerzielle BCI <http://www.emotiv.com>

Extensible Markup Language <http://www.w3.org/XML>

Web Content Accessibility Guidelines

WCAG 1.0 <http://www.w3.org/TR/WCAG10>

WCAG 2.0 <http://www.w3.org/TR/WCAG20>

Extensible HyperText Markup Language <http://www.w3.org/TR/xhtml1>, <https://www.w3.org/TR/xhtml1>, <http://www.w3.org/TR/xhtml2>

Aktionsplan „e-Europe 2002“ http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/strategies/l24226a_de.htm

Digitale Agenda der EU http://europa.eu/legislation_summaries/information_society/strategies/si0016_en.htm

BITV 2.0 https://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html

§ 11 „Barrierefreiheit in der Informationstechnologie“ des Gesetzes zur Gleichstellung behinderter Menschen <http://www.gesetze-im-internet.de/bgg>

Register aller laufenden und abgeschlossenen Zielvereinbarungen des Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) <http://www.bmas.de/DE/Themen/Teilhabe-behinderter-Menschen/Zielvereinbarungen/zielvereinbarungen-nerkannter-verbaende.html>

Weitere Umsetzungstechniken der WCAG <http://www.w3.org/WAI/WCAG20/quickref>

Farbnamen für Cascading Style Sheet Version 3 <http://www.w3.org/TR/css3-color>

Multipurpose Internet Mail Extension <http://tools.ietf.org/html/rfc2387>

Mediaqueries in CSS <http://www.w3.org/TR/css3-mediaqueries/#media0>

Werkzeuge bei der CSS Entwicklung (Add-ons)

Mozilla Web Developer Toolbar <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/web-developer>

FireBug <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/firebug>

ColorZilla <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/colorzilla/>

Struktur von HTML-Dokumenten <http://www.w3.org/TR/REC-html40/struct/global.html>

Tests zum Bestimmen des Kontrasts <http://www.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser, http://juicystudio.com/services/luminositycontrastratio.php>

Web Safe Fonts http://www.w3schools.com/cssref/css_websafe_fonts.asp

@font-face Regel http://www.w3schools.com/cssref/css3_pr_font-face_rule.asp

FONTS

FontSquirrel <http://www.fontsquirrel.com>

Google Web Fonts <https://developers.google.com/fonts>

Inhalte barrierefrei scrollen http://www.websemantics.co.uk/tutorials/accessible_scroller

Formel zur Berechnung der safe area <http://www.w3.org/TR/2014/NOTE-WCAG20-TECHS-20140916/G176.html#smallsafe2>

Trace Center's Photosensitive Epilepsy Analysis Tool (PEAT) <http://trace.wisc.edu/peat>

HTTP Header <http://tools.ietf.org/html/rfc2616>

Liste der Länderkennungen http://www.w3schools.com/tags/ref_language_codes.asp

Tests zur Überprüfung der Lesbarkeit <http://www.psychometrica.de/lix.html, http://office.microsoft.com/de-de/word-help/testen-der-lesbarkeit-des-dokuments-HP010354286.aspx>

Internationales phonetisches Alphabet http://www.coli.uni-saarland.de/elaut/ipaMain_klick_and_hear.htm, http://www.unicode.org/charts/PDF/U0250.pdf

Von W3C bereitgestellte Programme zur Validierung <http://validator.w3.org, Wohlgeformt http://www.w3.org/TR/xml/#dt-wellformed>, Gültig <http://www.w3.org/TR/xml/#dt-valid>

Literatur

Ansorge/Haupt 1997. Ansorge, P., Haupt, U., Verwaltung gestalten: Orientierung für die Praxis der Software-Ergonomie, Dr. Josef Raabe Verlag, Stuttgart u. a. 1997.

BrailleNet 2009. O. V., Une porte sur le Web pour les personnes handicapées visuelles, BrailleNet (Hrsg.), URL: <http://www.braillenet.org/accessibilite/livreblanc/images/braille3.jpg>, letztmalig abgerufen am 21.01.2016.

Bundeskanzlerin 2012. Neujahrsansprache der Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel am 31.12.2012, URL: http://www.bundeskanzlerin.de/Webs/BKin/DE/Mediathek/mediathek_node.html?id=648968, abgerufen am 18.11.2014.

Bundestag 2014. Deutscher Bundestag, Informationsvideo Gesetzgebung, URL: http://www.bundestag.de/gebaerdensprache/start_02_gesetzgebung, abgerufen am 18.11.2014.

- BVAG 2011. O. V., Funktionaler Analphabetismus in Deutschland, Bundesverband Alphabetisierung und Grundbildung e.V (Hrsg.), URL: http://www.alphabetisierung.de/fileadmin/files/Dateien/BV_Alphabetisierung_Grundbildung.pdf, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- DBSV 2016. O. V., Deutscher Blinden- und Sehbehindertenverband e.V. (DBSV) URL: <http://www.dbsv.org/infothek/augenerkrankungen>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Destatis 2013. O. V., Kurzbericht Statistik der schwerbehinderten Menschen 2013, Statistisches Bundesamt (Hrsg.), erschienen am 05. Dezember 2014. URL: <https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/BehinderteMenschen/SchwerbehinderteKB.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Emotive 2015. O. V., Emotiv EPOC/EPOC+: Scientific contextual EEG, Emotive Inc. (Hrsg.), URL, <https://emotiv.com>, letztmalig abgerufen am 11.09.2015.
- EPFL 2011. École polytechnique fédérale de Lausanne, Multimedia Signal Processing Group, URL: <http://mmsp.epfl.ch/page-58318-en.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Incap 2009. O. V., Produktkatalog, Ausgabe 06/2009, Incap GmbH (Hrsg.), URL: http://www.incap.de/files/incapkatalog_06-2009_web.pdf, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Integramouse 2014. O. V., Integramouse, LIFEtool Solutions GmbH (Hrsg.), URL: <http://integramouse.com/startseite-integramouse.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- LMAGS-NRW 2009. O. V., Informationsportal Leben mit Behinderungen in NRW, Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), URL: <http://www.lebenmitbehinderungen.nrw.de/avmedien.htm>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Microsoft 2003. O. V., The Market for Accessible Technology—The Wide Range of Abilities and Its Impact on Computer Use, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: <http://www.microsoft.com/enable/research/phase1.aspx>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Taubenschlag 2009. O.V., Das Portal für Gehörlose und Schwerhörige, Taubenschlag (Hrsg.), URL: <http://www.taubenschlag.de/Untertitel>, letztmalig abgerufen am 30.04.2009.
- Ufive 2007. ufive Dienstleistungs- & Forschungsteam des IML Universität Bern, Video Barrierefreiheit (Accessibility) – Sehbehinderte und blinde Computerbenutzer, URL: <http://www.youtube.com/watch?v=-lxQD9I5xIQ>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- WDR 2016. O.V., WDR (Hrsg.), Aktuelle Stunde vom 21.06.2016, URL: <http://www1.wdr.de/me diathek/video/sendungen/aktuelle-stunde/video-aktuelle-stunde-1046.html>, letztmalig abgerufen am 23.06.2016.

Zusammenfassung

Der Entwurf von Webseiten umfasst mehr als für den Menschen gebrauchstaugliche und ästhetisch ansprechende Benutzungsoberflächen. Denn neben menschlichen Besuchern sind Suchmaschinen eine wichtige Zielgruppe für Ihren Internetauftritt, da die meisten Benutzer nicht über die Eingabe einer Adresse im Browser, Lesezeichen oder Verlinkungen auf anderen Webseiten zu einem Informationsangebot gelangen, sondern über die Ergebnislisten der Suchmaschinen. Je nach Suchanfrage können diese Listen Millionen oder auch hunderte Millionen Einträge umfassen, von denen die Benutzer in aller Regel aber nur die ersten Einträge beachten. Deshalb sollten Sie beim Entwurf konsequent auf Suchmaschinenoptimierung achten, damit Ihr Internetauftritt eine hohe Rankingposition und nennenswerte Besucherzahlen erreicht.

Im Folgenden erfahren Sie,

- wie Suchmaschinen prinzipiell bei der Datengewinnung, der Inhaltserschließung, der Datenaufbereitung, der Bestimmung der Rankingposition und der Beantwortung von Suchanfragen vorgehen,
- welche Maßnahmen Sie hinsichtlich Inhalt, Wahl und Einsatzort von Schlüsselwörtern, suchmaschinengerechter Aufbereitung und Hosting der Website sowie der einzelnen HTML-Dokumente darin und auch außerhalb des eigenen Internetauftritts (wie z. B. bei der externen Verlinkung) ergreifen sollten,
- wie Sie die Positionierung und Nutzung Ihres Internetauftritts überwachen und eventuell noch vorhandene Barrieren erkennen können und
- bei Bedarf Webseiten aus einem Suchmaschinenindex löschen.

Im November 2015 gab es weltweit ca. 900 Millionen „aktiv“ Hosts im Internet (Netcraft 2015). Die überwältigende Mehrzahl aller Webseitenaufrufe (Schätzungen gehen von 80 – 85 % aus) erfolgen über die Ergebnisseiten von Suchmaschinen (**Search Engine Result Page, SERP**), die je nach Suchanfrage Millionen oder auch hunderte Millionen Einträge umfassen können.

Viele Benutzer beachten nur die erste Ergebnisseite. Der Online-Marketingverbund Chitika hat eine Studie veröffentlicht (Chitika 2013), nach welcher 91,5 % der Besucher Einträge auf der ersten SERP auswählen. Die folgenden Ergebnisseiten erhalten nur noch verschwindend geringe Aufmerksamkeit (4,8 % auf der zweiten Seite und 1,1 % auf der dritten Seite).

Auf einer SERP erfahren die oberen Bereiche eine deutlich höhere Aufmerksamkeit als die unteren. Blickkontakte von 80 – 100 ms (Express-Fixation) dienen der schnellen Orientierung und dem Erkennen einfacher, erlernter Schemata (z. B. Logos). Um einfache Bedeutungszusammenhänge aus dem Bild zu extrahieren, werden 100 – 300 ms benötigt. Für Textverarbeitung, also das Lesen und Verstehen komplexerer Zusammenhänge, sind 300 – 500 ms pro Fixation erforderlich.

Die **Heatmap** (engl. für Temperaturkarte; hier: eine aggregierte Darstellung aller Blickkontakte mit farblicher Kodierung (rot = „heiß“ = lange Fixationen) in Abb. 4.1 zeigt anhand der Intensität der Rotfärbung, wie lange die Probanden im Durchschnitt einzelne Teile einer SERP von Google angesehen haben (Google 2007).

Die intensivere Betrachtung schlägt sich auch in den **Klickraten (Click-Through-Rate, CTR)** nieder. Die Klickrate gibt die Anzahl der Klicks auf ein Objekt im Verhältnis zu dessen gesamten Impressionen (Anzeigen bzw. Aufrufen vom Webserver) an.

- 32,5 % aller Besucher klicken auf den ersten Eintrag in den organischen Suchergebnissen, 17,6 % auf den zweiten und 11,4 % auf den dritten. Der zehnte und letzte Platz auf der ersten Seite wird nur noch von 2,4 % ausgewählt und der erste Platz auf der zweiten Seite von 1,0 % aller Besucher (Chitika 2013).
- Die durchschnittlichen CTR nehmen für Anzeigen oberhalb der organischen Suchergebnisse von 7,1 % für Platz 1 auf 3 % für Platz 2 und 2,2 % für Platz 3 ab. Bei den seitlich positionierten Anzeigen liegen sie zwischen 2,2 % für Platz 1, 1,6 % für Platz 2 und 1 % bei Platz 3 (SmartInsights 2013).

Erst bei einem wiederholten oder längeren Ansehen verlagert sich die Aufmerksamkeit ein wenig mehr auf die mittleren und unteren Suchtreffer sowie auf die unteren rechten Anzeigen (Google 2007). Außerdem können zusätzliche Elemente in der Struktur der SERP (wie Bilder, Landkarten mit lokalen Ergebnissen und Produktangebote aus Googles Universal Search oder der Knowledgegraph) zur Verunsicherung der Benutzer führen, wo sie nach den für sie Maynes und Everdell (2014): In diesen Fällen überfliegen sie die Ergebnisseiten schneller und vertikaler (Abb. 4.2).

Eine hohe Positionierung in den Ergebnisseiten ist dennoch i. d. R. essenziell für die Sichtbarkeit und den Erfolg einer Internetpräsenz. Sie lässt sich in den bezahlten Bereichen der SERP durch Maßnahmen des Suchmaschinenmarketing (Search Engine Marketing, SEM)

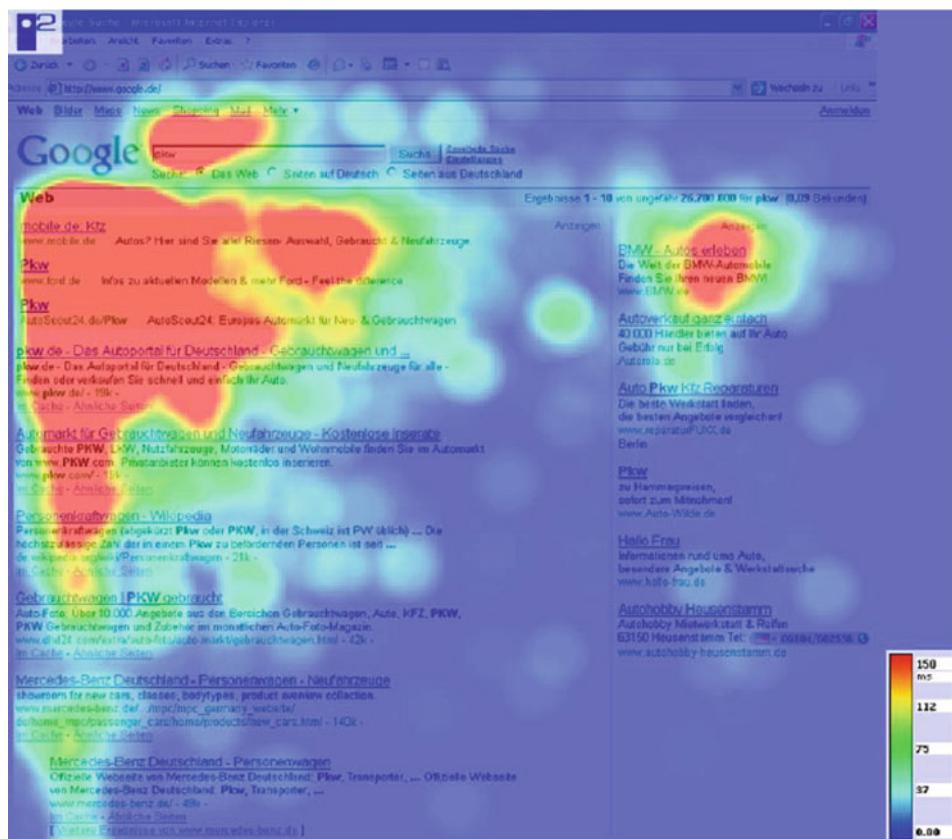


Abb. 4.1 Goldenes Dreieck der Blickkontakte auf einer SERP

erreichen, nämlich das Schalten bezahlter Anzeigen (Keyword Advertising), etwa bei Google AdWords, und/oder in dem organischen Bereich durch Suchmaschinenoptimierung (Search Engine Optimization, SEO) der eigenen Internetpräsenz (Gaubitz und Thesmann 2012):

- **Suchmaschinenmarketing** ist wegen der Höhe der erreichbaren Besucherzahlen (Traffic), der schnellen Wirkung sowie der Planbarkeit von Budgets, Kosten und Umsätzen ein zwingender und relevanter Bestandteil der Kampagne. Darüber hinaus besteht ein positiver Zusammenhang zwischen AdWords-Schaltungen und der Wahrnehmung von organischen Suchergebnissen durch die Benutzer der Suchmaschine.
- **Suchmaschinenoptimierung** hingegen stellt im Zeitverlauf die nachhaltige und kostengünstige Möglichkeit dar, um Besucher auf eine Website zu lenken und damit letztlich Umsatz zu generieren.

In einer **Online-Kampagne** müssen beide Wege in Abstimmung gebracht werden. Nicht die reine Traffic-Akquise über Suchmaschinenmarketing und -optimierung bietet die

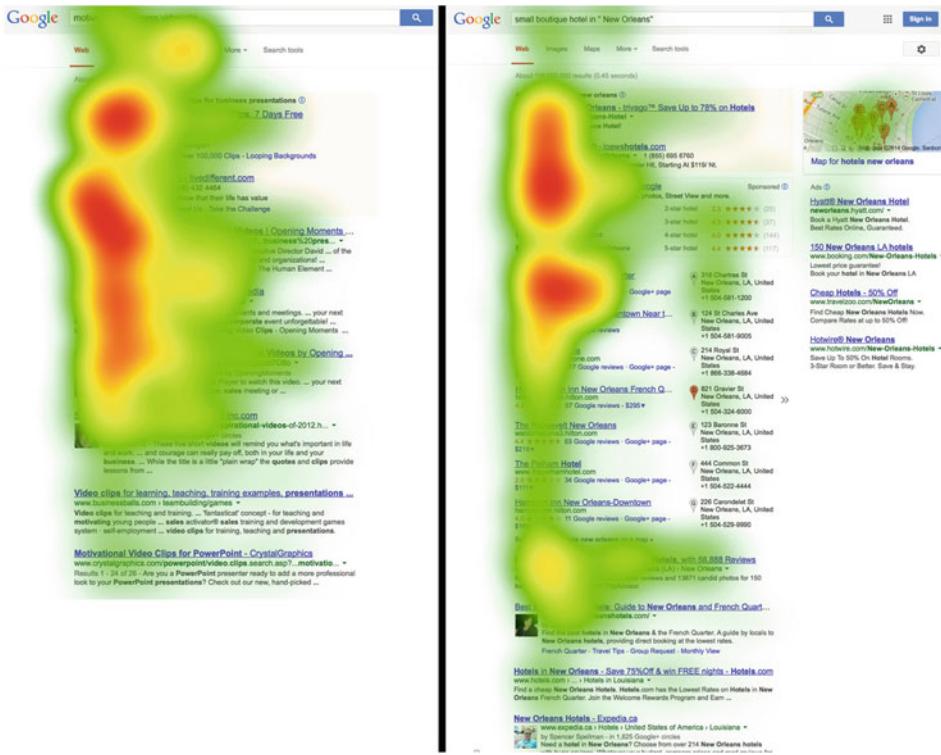


Abb. 4.2 Effekte neuer Elemente einer SERP auf Blickkontakte

größte Hebelwirkung für Umsatzsteigerungen, sondern vor allem die **Konversionsrate** der Website selbst bestimmt maßgeblich den Erfolg einer Website. Konversion bedeutet in diesem Zusammenhang die Umwandlung von Besuchern zu Kunden. Die Konversionsrate gibt den Anteil derjenigen Besucher an, die einen (Kauf-) Abschluss auf der Webseite tätigen. Sie liegt bei vielen Webshops in einer Bandbreite von 1 – 5 %. Zudem können viele Einzelmaßnahmen, die zu einer höheren Konversionsrate führen, sich zugleich senkend auf einen effektiven Klickpreis bei AdWords-Kampagnen und positiv auf die Platzierung in den organischen Rankings auswirken.

Suchmaschinen sind also neben den menschlichen Besuchern und ggf. den von ihnen eingesetzten assistiven Technologien eine weitere wichtige Zielgruppe. Daher muss der Webdesigner das Internetangebot auch auf sie abstimmen und für sie leicht zugänglich gestalten. Dazu sind Grundkenntnisse über Suchmaschinen (Abschn. 4.1), ihre Funktionsweise und insbesondere die eingesetzten Methoden zur Berechnung der Position eines Webangebots in der Ergebnisliste (Ranking-Verfahren) erforderlich, aus denen sich Ansatzpunkte für Verbesserungsmaßnahmen (siehe Abschn. 4.2) ableiten.

Die wichtigste Regel der Suchmaschinenoptimierung vorab: Sie lautet „**Content is King!**“, denn genau wie menschliche Besucher lieben Suchmaschinen aktuelle, informative und einzigartige Inhalte. Webauftritte, die zwar technisch gut auf die Bewertung durch Suchmaschinen abgestimmt sind, aber nur geringwertige oder nicht den Erwartungen der

Besucher entsprechende Informationen anbieten, können zwar eine hohe Rankingposition und u.U. auch viele Seitenaufrufe erzielen. In der Regel werden die Gäste die Internetpräsenz aber sehr schnell wieder verlassen und nicht mehr zurückkehren. Eine hohe Konversionsrate oder die für das Marketing bedeutsame Bindung eines Nutzers an ein Internetangebot (gemessen durch die Verweildauer und die Anzahl wiederkehrender Besucher) lassen sich auf diese Weise nicht erreichen, sondern nur durch adäquate Inhalte. Die im Folgenden vorgestellten Erkenntnisse helfen lediglich dabei, diese Informationen so bereitzustellen, dass ihr Wert von den Suchmaschinen (und den Suchenden) auch erkannt werden kann. Google bemüht sich seit geraumer Zeit, die inhaltliche Bedeutung von Suchanfragen und Webseiten zu verstehen. Damit werden Schlüsselwörter für die maschinelle Berechnung der Rankingposition künftig an Relevanz verlieren, während die Bedeutung von Verbindungen und Zusammenhängen steigen wird. Es empfiehlt sich, die Verbesserungsmaßnahmen regelmäßig zu überprüfen, da die Wettbewerbssituation um die besten Plätze einem permanenten Wandel unterliegt und Suchmaschinen ihre Algorithmen sehr häufig (und auch ohne Bekanntgabe) anpassen.

4.1 Suchmaschinen

Der unangefochtene Marktführer im deutschsprachigen Raum ist nach Daten von StatCounter (StatCounter 2016a) die Suchmaschine Google (Abb. 4.3).

Die Aufnahme des Wortes „googeln“ in den Duden als Synonym für „Suchen im Internet“ verdeutlicht Googles Dominanz. Google ging 1998 online und zeichnet sich durch eine sehr einfache Benutzeroberfläche und einen (damals innovativen) Algorithmus zur Bewertung der Bedeutsamkeit eines Internetangebots in Abhängigkeit von der Anzahl der eingehenden Links und der Bedeutung der darauf verweisenden Webseiten aus.

Auch im internationalen Maßstab betrachtet dominiert Google mit einem Anteil von ca. 91 % aller Suchanfragen Microsofts Suchmaschine Bing und Yahoo!! mit jeweils ca. 3 % (StatCounter 2016b).

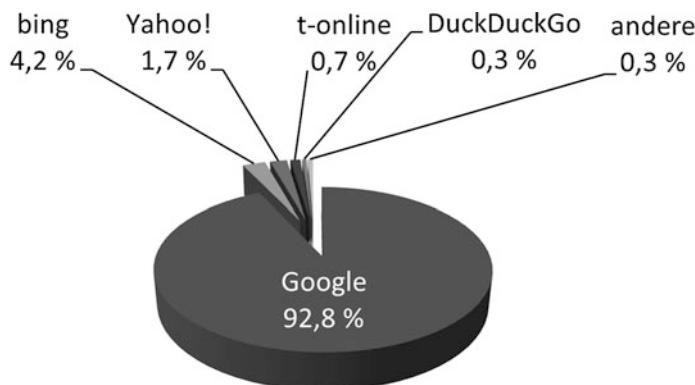


Abb. 4.3 Suchmaschinen-Nutzungsverhalten in Deutschland

Auf Grund der überragenden Bedeutung von Google konzentrieren sich die folgenden Abschnitte auf diese Suchmaschine.

4.1.1 Funktionsweise

Die genaue Funktionsweise der Suchmaschinen wird von ihren Betreibern geheim gehalten, denn man möchte sich vor Nachahmungen durch andere Suchmaschinen schützen, da ein besonders guter Algorithmus – wie das Beispiel Google zeigt – mitentscheidend für den Erfolg am Markt ist. Außerdem will man sich gegen Manipulationen durch Web-Entwickler absichern, die Webauftritte in Kenntnis der verwendeten Kriterien und ihrer Gewichtung unabhängig von deren tatsächlicher Bedeutung genauso ausrichten könnten, dass sie von der Suchmaschine sehr hoch eingestuft würden, wodurch die Qualität der Ergebnisliste sinken würde.

Dennoch lässt sich (durch Analyse der Nutzungsbedingungen und Richtlinien sowie gezieltes Beobachten und Experimente) Erfahrungswissen ableiten über prinzipielle Vorgehensweisen bei der Datengewinnung, Inhaltserschließung, Datenaufbereitung und der Beantwortung von Suchanfragen.

4.1.1.1 Datengewinnung

Der erste Schritt im Arbeitsablauf einer Suchmaschine ist die Datengewinnung im Internet, also die Erfassung von Internetadressen und deren Inhalten. Eine Suchmaschine erfährt von einer neuen Website entweder dadurch, dass der Betreiber sie direkt bei der Suchmaschine anmeldet, oder über Links, die von bereits indizierten Internetpräsenzen auf den neuen Webauftritt verweisen.

Für das **Anmelden einer Website** stellt Google das in Abb. 4.4 gezeigte Formular bereit (www.google.com/addurl), in welches man die URL der Startseite einer Webpräsenz und einen Kommentar (der keine Auswirkungen auf das Ranking der Seite hat) in den Index einer Suchmaschine eintragen.

Der weitere Ablauf lässt sich am schematischen Aufbau einer Suchmaschine (Erlhofer 2007, S. 71) skizzieren (Abb. 4.5). Für die Informationsbeschaffung zuständig sind **Crawler**. Dabei handelt es sich um weitgehend autonome Softwareagenten, die sich von Link zu Link durch das Internet hangeln und Informationen über neu gefundene, veränderte und nicht mehr existierende Seiten an den Storeserver weiterleiten (Karzauninkat und Alby 2006, S. 178).

Für Crawler leicht zugänglich sind vor allem (X)HTML-Dokumente. Andere Dateiformate können auf Grund komplexer oder unbekannter Datenstrukturen nur schwer bzw. gar nicht indiziert werden. Die von Google prinzipiell indizierbaren Dateiformate umfassen neben X(HTML) das Rich Text Format, die hauseigenen Google Earth Formate KML und KMZ, die MS Office Formate Excel, PowerPoint und Word, Adobes Acrobat PDF, Shockwave und Postscript sowie Autodesk's AutoCAD-Dateien.

URL:

Kommentare:

Optional: Zur besseren Unterscheidung zwischen manuell und automatisch übermittelten URLs geben Sie das Wort wie im nachfolgenden Feld angezeigt ein:

URL hinzufügen

Abb. 4.4 Google Anmeldemaske für Websites

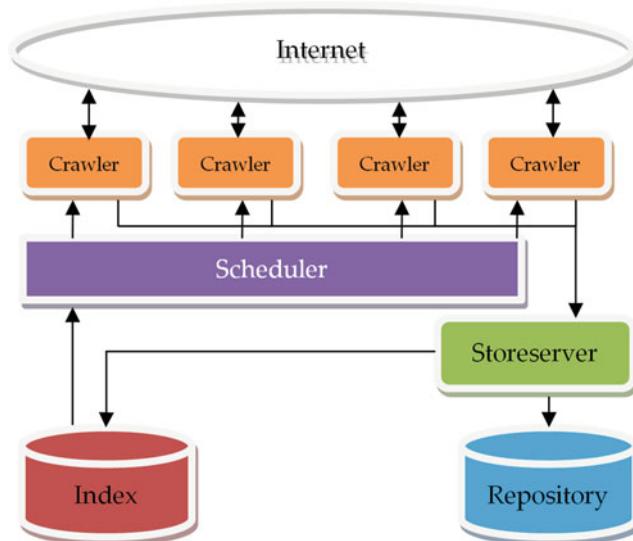


Abb. 4.5 Schematischer Aufbau einer Suchmaschine

Der **Storeserver** wertet die von Crawlern gefundenen Dokumente aus, filtert und sichert sie. Zunächst wertet der Storeserver den übermittelten HTTP-Statuscode aus und entscheidet in Abhängigkeit von dessen Wert, welche weiteren Maßnahmen durchzuführen sind. Die am häufigsten auftretenden Statuscodes sind die Codes 404, 503 und 200.

- *Statuscode 404* sagt aus, dass der Aufruf einer URL fehlgeschlagen ist, weil keine Seite und auch keine Umleitung unter dieser Adresse existieren. Darauf reagiert der Storeserver mit dem Befehl an den Index, alle Dokumente zu löschen, die zu dieser URL in irgendeiner Beziehung stehen.
- *Statuscode 503* signalisiert, dass der Server überlastet ist. Kommt dies bei einem Server mehrmals hintereinander vor, so werden Besuchsfrequenz der Crawler und Bewertung der Seite herabgesetzt.
- Der *Statuscode 200* bedeutet eine erfolgreiche Übertragung des Dokuments und führt zu Freigabe des Dokuments für die weitere Verarbeitung.

Anschließend filtert der Storeserver alle Dokumente mit dem Statuscode 200. Auch wenn der Filterprozess bei jeder Suchmaschine unterschiedlich verläuft, lassen sich dennoch drei Filter identifizieren, welche die meisten Suchmaschinen einsetzen, nämlich der Dokumententyp-Filter, der Dublettenerkennungs-Filter und der URL-Filter (Erlhofer 2007, S. 78 ff.). Passiert ein Dokument einen der Filter nicht, wird es nicht im Repository gespeichert und aus dem Index gelöscht.

- Der *Dokumententyp-Filter* bestimmt den Datentyp vor allem durch den Wert im „Content Type“-Feld eines Dokuments. Lautet dieser bspw. „audio“ oder „video“, wird ein Dokument, je nach Konfiguration des Servers, ignoriert und somit nicht weiter verarbeitet.
- Der *Dublettenerkennungs-Filter* vergleicht das Dokument mit Hilfe von Parametern wie Internet Protocol (IP)-Adresse und von der Suchmaschine erstellter Prüfsumme mit bereits gespeicherten Dokumenten. Handelt es sich beim gefundenen Dokument um eine Kopie, so wird es ebenfalls nicht weiter verarbeitet.
- Der *URL-Filter* identifiziert dynamisch generierte Dokumente anhand von typischen Zeichen, die Parameterübergaben einleiten (z. B. „?“, „&“, „=“, „%“). Er gleicht auch Wörter und Wortkombinationen in URL und Dateiname mit Einträgen einer Liste mit unerwünschten Begriffen ab (Black-List), die von den Suchmaschinenbetreibern manuell gepflegt wird. Außerdem filtert er nach der Anzahl der URLs in Kombination mit einer sehr tiefen Verzeichnisstruktur.

Hat ein Dokument diese und andere Filter durchlaufen, so reicht der Storemanager es zum Speichern an den zentralen Speicherserver (Repository) weiter und sendet eine Inhaltsbeschreibung an den Index.

Das **Repository** speichert jedes Dokument, das alle Filter passiert hat, in komprimierter Form mit seiner Dokumenten-ID (aus dem Index), Länge und der URL (Brin und Page 1998).

Der **Index** bildet das Zentralregister ab. Jedem im Repository gespeicherten Dokument sind hier beschreibende Informationen zugeordnet, z. B. der Inhalt des <title>-Tag und <meta> -Tags, wie das Veröffentlichungsdatum, die durchschnittliche

Änderungshäufigkeit, das Datum der letzten Indizierung, ein digitaler Fingerabdruck in Form einer Prüfsumme und der Verweis auf das entsprechende Dokument im Repository über eine eindeutige Identifikationsnummer (Dokumenten-ID).

Wann welche Internetadressen von einem der mehreren Millionen simultan arbeitenden Crawler besucht und ausgewertet wird, steuert der **Scheduler**. Dieses Planungsprogramm bezieht die URLs vom Index und legt fest, ob Crawler primär nach neuen Seiten suchen oder schon indizierte Seiten aktualisieren sollen. Wann und wie oft eine Seite besucht und somit aktualisiert wird, entscheidet er anhand von Faktoren wie durchschnittlicher Änderungshäufigkeit, letztem Besuchsdatum, Typ des Dokumentes auf der Seite, Linktiefe der gesamten Site und IP-Bereich (Erlhofer 2007, S. 72 ff.).

4.1.1.2 Inhaltserschließung

Ein Parser unterzieht die Dateien des Repository zunächst einer syntaktischen Analyse und wandelt sie in ein eigenes, für die Weiterverarbeitung brauchbares Format um. Die Inhaltserschließung umfasst – auch wenn Variationen je nach Suchmaschine möglich sind – die folgenden Schritte (in Anlehnung an (Erlhofer 2007, S. 86 ff.)):

- Normalisierung
- Wortidentifikation
- Sprachenidentifikation
- Wortstammanalyse
- Wortgruppensegmentierung
- Synonymidentifikation
- Stopwortentfernung
- Schlüsselwortgewinnung
- URL-Verarbeitung

Normalisierung

Im ersten Schritt extrahiert der Parser diejenigen Informationen, die mit einem HTML-Tag aus einer Positivliste versehen sind. Alle Bestandteile des Dokuments, die nicht mit einem die Suchmaschine interessierenden Tag ausgezeichnet sind, werden ignoriert. Je nach verwendeter Auszeichnung kommt diesen Informationen eine unterschiedliche Bedeutung und damit Gewichtung zu (z.B. `<title>`-Tag, `<meta>`-Tags oder Hierarchiestufen im Text wie `<h1>`, `<h2>` etc.). Eine Übereinstimmung der Informationen in `<title>`-Tag und den `<meta>`-Tags mit den später aus dem Inhalt generierten Schlüsselworten (Keywords) wirkt sich positiv auf die Beurteilung der Seite aus.

Neben einer sorgfältigen Wortwahl ist auch die Validität des Codes von Bedeutung. Obwohl der Parser beim Normalisieren fehlertolerant arbeitet, können grobe Syntaxverstöße zu Fehlinterpretationen führen, wie vergessene Klammern oder Slashes bei HTML-Tags, Tippfehler in Tags oder Attributen, und Zeichen, die nicht im ASCII-Code enthalten sind.

Wortidentifikation

Die automatische Indexierung der bereinigten Dokumente beginnt mit der Wortidentifikation. Um zusammengehörige Zeichenfolgen erkennen zu können, liest die Indexier-Komponente das Dokument Zeichen für Zeichen in einen Zwischenspeicher und gleicht diese mit einer Liste definierter Separatoren ab (z. B. Pluszeichen, Bindestrich, Satzzeichen und Leerzeichen). Sobald ein Wortseparatator auftritt, werden die bis dahin gefundenen Zeichen gruppiert, als Wort gespeichert und der Zwischenspeicher gelöscht. Der Vorgang wiederholt sich, bis das letzte Zeichen im Dokument überprüft ist.

Sprachenidentifikation

Ein naheliegender Gedanke wäre es, für die Identifikation der Sprache eines Dokumentes die Sprachauszeichnungen in (X)HTML heranzuziehen (<lang>-Tag bzw. xml:lang-Attribut, <hreflang>-Tag, siehe Kap. 3.5.1.1 und 3.5.1.2). Dies reicht aber zum zweifelsfreien Erkennen der Sprache nicht aus, da die Tags nicht immer bzw. nicht immer korrekt belegt sind.

Deshalb setzen Suchmaschinen spezielle Algorithmen auf Basis des Hidden-Markov-Modells ein, welche die Wortliste jeweils für eine bestimmte Sprache auf das Vorkommen typischer Eigenarten wie spezielle Buchstaben oder Sonderzeichen untersuchen (Erlhofer 2007, S. 92 f.). Das Hidden-Markov-Modell ist ein dem russischen Mathematiker *Andrei Andrijewitsch Markow* (1856 – 1922) benanntes stochastisches Modell, das häufig zur Mustererkennung eingesetzt wird, z.B. bei der Bild-, Schrift- und Spracherkennung. Beispielsweise deuten häufige Umlaute auf die deutsche oder türkische Sprache hin, das Vorkommen des Buchstabens n mit Tilde (ñ) oder auf dem Kopf stehende Fragezeichen (¿) auf Spanisch, sowie das Auftreten von Cedille (ç), vielen Apostrophen (') und Akzenten, insbesondere des accent circonflexe (^), auf Französisch usw.

Wortgruppensegmentierung

Gerade bei einer konstruktivistischen Sprache wie dem Deutschen ist es wichtig, zusammengesetzte Wörter (insbesondere Substantive) in ihre einzelnen Bestandteile aufzuspalten, damit auch nach diesen Einzelwörtern gesucht werden kann. So zerlegt die Mehrwortgruppenidentifikation bspw. ein komplexes Wort wie „Dampfschiffahrtskapitän“ durch Vergleich mit einem Wörterbuch in „Dampf“, „Schiff“, „Dampfschiff“, „Schiffahrt“, „Kapitän“ und „Schiffahrtskapitän“, und der Index würde bei jedem dieser Begriffe auf die Webpräsenz des Dampfschiffahrtskapitäns verweisen. Da dieses Verfahren sehr aufwendig ist, wird es bisher nur selten eingesetzt.

Wortstammanalyse

Anschließend kann die Suchmaschine die einzelnen Wörter auf ihren Wortstamm hin analysieren (Wordstemming). Dadurch lassen sich bei einer Recherche automatisch Variationen eines Wortes berücksichtigen, die durch Vorsilben und Konjugation bzw. Deklination entstehen. Wordstemming ist auf Grund deren einfacher Grammatik vor allem bei der Analyse englischsprachiger Dokumente gebräuchlich. Bei Dokumenten, die der

komplexeren deutschen Grammatik folgen, ist das Verfahren viel aufwendiger und wird bisher nur in Ausnahmefällen eingesetzt. Daher sollten im Dokument auch typische Flexionen der wichtigsten Begriffe sowie Schreibweisen mit und ohne Umlaut (z. B. „Börse“ und „Boerse“) vorkommen. Ob eine Suchmaschine Stemming für eine bestimmte Sprache betreibt, lässt sich einfach testen, indem man in dieser Sprache ein Substantiv einmal im Singular und einmal im Plural eingibt und anschließend die Trefferanzahl vergleicht.

Synonymidentifikation

Die Identifikation von Synonymen und semantisch eng verwandten Begriffen erlaubt deren automatische Berücksichtigung bei der Recherche. So würde eine Suchanfrage mit dem Begriff „Pkw“ bspw. auch Webseiten mit den Schlagworten „Auto“ bzw. „Limousine“, „Cabriolet“ etc. in die Auswertung einbeziehen. Um dies zu erreichen, ist der wortweise Abgleich des Dokuments mit einem Thesaurus bzw. einer Ontologie erforderlich, was rechen- und speicherintensiv ist und daher nur in Ausnahmefällen gemacht wird. Deshalb muss der Web-Entwickler zurzeit noch selbst dafür Sorge tragen, auch Synonyme und semantisch eng verwandte Begriffe im Dokument zu verwenden, damit das Internetangebot nicht nur bei einem Suchbegriff gefunden wird.

Stoppwortentfernung

In der deutschen Sprache sind i. d. R. Substantive und Verben die bedeutungstragenden Wörter, während bestimmte und unbestimmte Artikel, Präpositionen, Konjunktionen etc. weniger über den Inhalt aussagen. Deshalb filtert der Parser diese Stoppwörter (z. B. „der“, „die“, „das“, „er“, „sie“, „es“, „wir“, „ihr“, „und“, „oder“, „ist“, „sind“ etc.) anhand einer Liste aus und gewichtet sie beim späteren Ranking niedriger.

Die Entfernung von Stoppwörtern verbessert darüber hinaus die Effizienz bei der Verarbeitung von Suchanfragen, da niedriger gewichtete Wörter nur einbezogen werden, wenn die Anfrage sich mit den höher gewichteten Worten nicht befriedigen lässt. Außerdem kann die Stopwortliste für die inhaltliche Filterung eingesetzt werden, wenn sie zusätzlich unerwünschte Wörter oder URLs enthält, die z. B. auf obszöne, illegale oder auch politisch zensierte Inhalte schließen lassen. Diese Worte gilt es unter allen Umständen zu vermeiden, weil sie zum Ausschluss aus dem Index führen können.

Schlüsselwortgewinnung

Für die Gewinnung von Schlüsselwörtern (Keywords), welche repräsentativ für das Dokument stehen, könnten Suchmaschinen die Häufigkeit des Auftretens einzelner Begriffe (insbesondere von Substantiven) im Dokument heranziehen, denn eines der Zipfschen Gesetze¹ postuliert, dass ein Wort umso wichtiger für einen Text ist, je häufiger

¹ Das Zipfsche Gesetz ist nach dem US-amerikanischen Linguisten George Kingsley Zipf (1902 – 1950) benannt, dem Begründer der Quantitativen Linguistik. Außer der im Text vorgestellten Erkenntnis über den Zusammenhang zwischen Bedeutung und Häufigkeit von Wörtern in einer

es darin vorkommt (Zipf 1932). Nachdem Abweichungen besonders bei den ganz häufigen und den ganz seltenen Wörtern nachgewiesen wurden, musste es revidiert werden. Beispielsweise ist ein Informationsangebot, welches nur ein oder zwei Schlagworte fortlaufend wiederholt, nahezu ohne Bedeutung für die Recherche. Daher orientieren sich Suchmaschinen eher am Theorem des deutschen Computerwissenschaftlers Hans Peter Luhn, das Wörtern mit mittlerer Häufigkeit eine besondere Repräsentativität zuschreibt (Luhn 1958). Webentwickler sollten sich also auf eine Hand voll Schlagwörter konzentrieren und diese mit Bedacht einsetzen (Koch 2007, S. 36).

URL-Verarbeitung

Der letzte Schritt beim Parsen ist die URL-Verarbeitung durch den URL-Resolver, der relative URLs in absolute umwandelt und diese anschließend an den Index übergibt. Ab dann stehen die Informationen für die finale Datenaufbereitung und die Adressen für den Scheduler bereit (Erlhofer 2007, S. 104).

4.1.1.3 Datenaufbereitung

Das Indexieren schließt die Aufbereitung der vom Parser ermittelten Informationen ab und bereitet die Daten für die effiziente Ausführung von Suchanfragen vor. Dazu werden eine Hitliste, ein direkter Index und ein indirekter Index erstellt (in Anlehnung an (Brin und Page 1998)):

Hitliste

Nachdem der Parser ein bestimmtes Dokument in eine Liste von relevanten Wörtern (Hits, engl. für Treffer) konvertiert hat, legt die Suchmaschine für jedes darin vorkommende Schlüsselwort eine Hitliste an. Diese speichert neben dem Begriff für jedes Auftreten im Dokument u. a. dessen Position, Formatierung sowie Groß- oder Kleinschreibung.

Treffern in URL, Titel, Anchor-Text (engl. für Anker, hier: Ausgangspunkt eines Verweises) oder Meta-Tag (fancy hits) bemisst die Suchmaschine im Vergleich zu anderen Treffern (plain hits) eine besondere Bedeutung zu. Als Web-Entwickler sollte man also relevante Begriffe möglichst frühzeitig im Dokument (am besten schon im <title>-Tag) und in anderen Strukturelementen erwähnen sowie im Fließtext durch besondere Formatierungen (z. B. als Überschrift) hervorheben.

Direkter Index

Der direkte Index verweist in tabellarischer Form für jedes Schlüsselwort eines Dokuments auf alle zugehörigen Hitlisten. Jeder Eintrag besteht aus der Dokumenten-ID (sie verweist auf den Primärschlüssel der Dokumente im Index), der Schlüsselwort-ID (sie verweist auf den Primärschlüssel eines Wörterbuchs mit allen registrierten Begriffen) und den dazugehörigen Hitlisten.

Sprache (je häufiger ein Wort ist, desto bedeutender ist es) formulierte Zipf in den 1930er-Jahren auch Gesetze über Wortlänge und Häufigkeit (je häufiger ein Wort ist, desto kürzer ist es) sowie Alter und Häufigkeit (je häufiger ein Wort ist, desto älter ist es).

Invertierter Index

Da beim Recherchieren die Eingabe aus Suchbegriffen und nicht aus Dokumenten-IDs besteht, wird der direkte Index nun nach der Schlüsselwort-ID umsortiert und als invertierter Index gespeichert, bei dem jeder Eintrag auf die entsprechenden Dokumenten-IDs verweist.

4.1.1.4 Suchanfrage

Stellt ein Benutzer eine Suchanfrage, so durchläuft diese folgende Schritte (Brin und Page 1998):

Zunächst analysiert die Suchmaschine die Eingabe auf Operatoren, die z. B. eingegebene Schlagwörter verknüpfen („+“) bzw. ausschließen („-“) oder den Suchraum auf eine bestimmte Website eingrenzen („site:“).

Die anschließende Stopwortanalyse prüft, ob Begriffe aus der Stopwortliste in der Anfrage enthalten sind, und gewichtet diese ggf. bei der Suche nach passenden Seiten geringer.

Danach führen einige Suchmaschinen bei bestimmten Sprachen das Wordstemming durch. Eine Erweiterung des Suchraums durch die automatische Einbeziehung von Synonymen und semantisch eng verwandten Begriffen findet derzeit in aller Regel noch nicht statt.

Letztlich werden die Recherchebegriffe im invertierten Index gesucht, die jeweiligen Dokumente mittels Rangfolgeverfahren (siehe nächstes Kapitel) gewichtet und als Ergebnisliste an den Benutzer zurückgeschickt.

4.1.2 Ranking

Die Rangreihung (Ranking) der Seiten nach ihrer Relevanz für eine Suchanfrage basiert derzeit meistens auf statistischen Methoden und Varianten des PageRank-Verfahrens. Die Anzahl der Seitenaufrufe (Click-Popularity) spielt wegen der leichten Manipulierbarkeit durch automatisierte Linkaufrufe und technischer Probleme (der Zähler funktioniert nicht, wenn Browser Cookies blockieren oder wenn mehrere Computer über einen Router oder Proxy mit derselben IP-Adresse gleichzeitig auf Links zugreifen) als Maßgröße keine Rolle mehr.

Heute berücksichtigen die Algorithmen bei einer Abgleich einer Anfrage mit den indizierten Webangeboten individuelle Merkmalen des Suchenden (z. B. geografischer Standort, bisheriges Suchverhalten, Beziehungen zu anderen Personen und Organisationen oder Geräteausstattung) und Merkmale der Website (Thesmann et al. 2011, S. 26), wie

- die Position von Keywords (Schlüsselwörtern) auf einer Website,
- der Aufbau der Website (Inhalte, Struktur sowie domainspezifische Faktoren),
- die externe Verlinkung (eingehende und ausgehende Verweise),
- die Gestaltung des einzelnen Links und
- technische Einflussgrößen, die sich aus dem Hosting ergeben.

$$\text{Relative Worthäufigkeit} = \frac{\text{Häufigkeit eines Wortes in einem Dokument}}{\text{Summe aller Wörter in einem Dokument}}$$

Abb. 4.6 Berechnung der relativen Worthäufigkeit

$$\text{IDH} = \log_2 \frac{\text{Summe der Dokumente im Repository}}{\text{Summe aller Dokumente, die das Wort enthalten}}$$

Abb. 4.7 Berechnung der inversen Dokumentenhäufigkeit

4.1.2.1 Statistische Methoden

Methoden wie Boolesches Retrieval, Fuzzy-Logik, probabilistisches Modell oder Vektorraummodell, finden bei der Rangbildung von Ergebnislisten aus mehreren Gründen selten oder keine Anwendung mehr. Sie sind entweder zu statisch, zu ungenau und aufwendig oder es können keine Operatoren bei Suchanfragen eingesetzt werden. Die wohl noch am häufigsten angewandten mathematischen Methoden sind die relative Worthäufigkeit und die inverse Dokumentenhäufigkeit (Koch 2007, S. 44 f.).

Die Grundidee der **relativen Worthäufigkeit** (Abb. 4.6) ist, dass ein Wort umso wichtiger einzuschätzen ist, je häufiger es in einem Dokument vorkommt (Zipfsches Gesetz, siehe Abschn. 4.1.1.2).

Besteht bspw. ein Dokument über Automobile aus 1000 Wörtern und das Wort „Cabriolet“ kommt darin 12 mal vor, so entspricht dies einer relativen Worthäufigkeit von 0,012.

Auf Grund der erwähnten Abweichungen vom Zipfschen Gesetz, besonders bei den ganz häufigen und den ganz seltenen Wörtern, wird oft auch die **inverse Dokumentenhäufigkeit** (IDH) herangezogen (Abb. 4.7). Diese besagt, dass ein Dokument umso wichtiger ist, je seltener Dokumente mit dem Suchbegriff im Repository enthalten sind.

Bestand bspw. das Repository der Suchmaschine Bing zu Beginn des Jahres 2016 aus ca. 18 Milliarden Dokumenten (de Kunder 2016) und ca. 12 Millionen von ihnen enthielten den Suchbegriff „Cabriolet“, so entsprach dies einer inversen Dokumentenhäufigkeit von $\log_2(1500)=10,551$.

Positiv auf die Qualität der Relevanzbewertung wirkt sich aus, dass bei der IDH nicht nur ein einzelnes Dokument, sondern alle im Repository enthaltenen Dokumente in die Berechnung einfließen (Koch 2007, S. 45).

4.1.2.2 PageRank-Verfahren und Hummingbird-Algorithmus

Der PageRank-Algorithmus wurde von den Google-Gründern *Lawrence Page* und *Sergey Brin* entwickelt (Brin und Page 1998). Neben der einfachen Benutzerschnittstelle ist er der Hauptgrund für die Dominanz von Google auf dem Suchmaschinenmarkt. Der PageRank (P) drückt die Bedeutung einer Seite in Punkten auf einer Skala von minimal 1 bis maximal 10 aus (Fischer 2006, S. 167 ff.). Beispielsweise hatte die Hochschule Pforzheim zu Beginn des Jahres 2016 einen PageRank von 7.

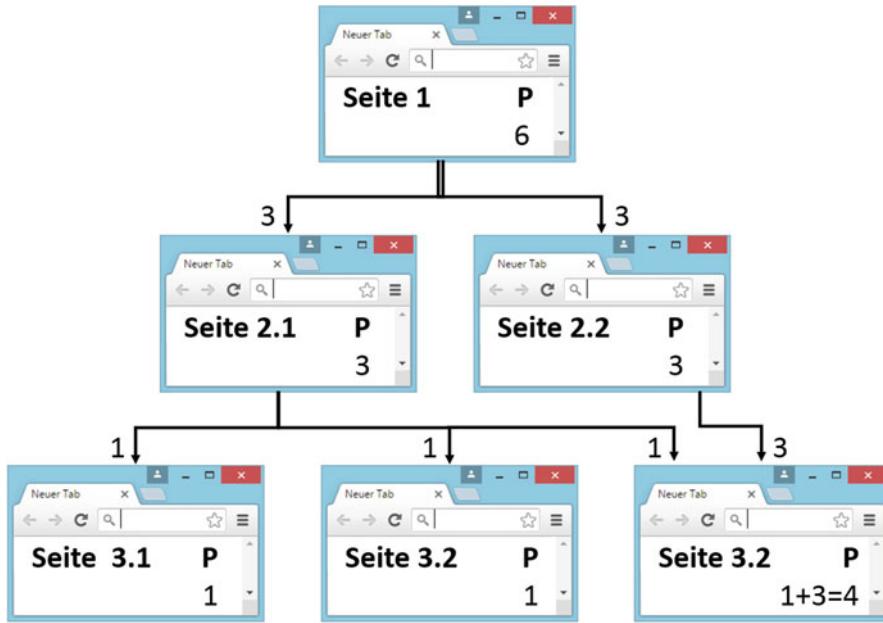


Abb. 4.8 Beispiel zur Vererbung des PageRanks

Diese Werte können durch eine Verlinkung auf andere Seiten vererbt werden (Abb. 4.8). In diesem stark vereinfachenden Beispiel habe die Startseite (Seite 1) einen P von 6 und je einen Verweis auf die Seiten 2.1 und 2.2. Daher vererbt sie ihren P gleichmäßig an beide Seiten ($6/2=3$). Seite 2.1 verweist auf die Seiten 3.1, 3.2 und 3.3, wodurch jede dieser Seiten einen P von $(3/3)=1$ erhält. Da die Seite 2.2 nur einen einzigen Link hat, erbt Seite 3.3 zusätzlich den vollen P der Seite 2.2.

In der Praxis fließen allerdings noch weitere Faktoren ein, wie etwa ein Dämpfungsfaktor zwischen 0 und 1, der die Vererbung abschwächt, und eine qualitative Beurteilung der Verweise.

Google stützt sich bei der Ermittlung des PageRanks auf die Anzahl und Qualität der eingehenden Links (gewichtete Link-Popularity), auf ausgehende Links sowie den Inhalt der jeweiligen Seite und ihrer Nachbarseiten.

Eingehende Links

Der Grundgedanke des PageRanks ist, dass sich die Bedeutung einer Internetpräsenz daran messen lässt, wie viele andere Webseiten auf diese verweisen. Jeder Verweis wird als Leseempfehlung bzw. Votum gewertet. Beispielsweise wird einer Seite mit hundert eingehenden Links ein größeres Ansehen zugesprochen als einer mit nur zehn eingehenden Verweisen. Allerdings lassen sich die Ergebnisse leicht dadurch manipulieren, dass man von vielen (automatisch generierten) Seiten auf ein bestimmtes Internetangebot verweist (Link-Farm), um so die Link-Popularity und folglich deren Rang in der Ergebnisliste in die

Höhe zu treiben. Daher wird dieses Verfahren heutzutage nicht mehr in seiner reinen Form eingesetzt, sondern die eingehenden Links werden bewertet, u.a. anhand ihrer Herkunft (PageRank der verweisenden Seite), Formatierung, Position auf der Seite und Linktexte. So wiegt ein dauerhafter Link vom Open-Directory-Projekt mit einem aussagekräftigen Linktext viel mehr, als ein einfacher, temporärer Link eines privaten Internetauftritts mit der Beschriftung „Bitte hier klicken!“. Auch sollte das Anwachsen der Verlinkung langsam erfolgen, um nicht den Eindruck eines künstlichen Wachstums zu erwecken. Außerdem beziehen Suchmaschinen die Domäne und IP-Adresse in die Kalkulation der Beliebtheit mit ein: Referenzierungen von der gleichen Domäne oder aus dem gleichen IP-Adressbereich wie die Zieladresse stehen unter Manipulationsverdacht und werden entsprechend geringer gewichtet. Deshalb sollte es mindestens im C-Block der IP-Adresse Unterschiede zwischen Quell- und Zieladresse geben.

Ausgehende Links

Bei der Berechnung des PageRanks berücksichtigt der Algorithmus auch ausgehende Verweise als Empfehlungen. Eine „schlechte Nachbarschaft“, also Referenzen auf Seiten, welche auf einer Black-List stehen, wirken sich negativ auf den Rangwert aus. Sollte ein Link auf ein Internetangebot mit negativem Image unvermeidlich sein, kann man durch das Attribut rel=nofollow im Verweis zu vermeiden versuchen, dass der Crawler dieser Verbindung folgt und die „schlechte Nachbarschaft“ entdeckt.

Sackgassen

Das Fehlen jeglicher ausgehender Verweise auf einer Seite (dangling links) führt dazu, dass der PageRank dieser Seiten nicht vererbt werden kann und verloren gehen würde. Deshalb berücksichtigt der PageRank-Algorithmus Dangling Links während der Berechnung, um einen negativen Einfluss auf den geerbten Wert für die übrigen Seiten zu vermeiden.

Auch wenn Verweise von der gleichen Domäne oder aus dem gleichen IP-Adressbereich nur gering gewichtet werden, sollten Web-Entwickler trotzdem darauf achten, von allen Seiten wieder auf die Startseite zu verweisen, um deren PageRank zu erhöhen. Um den aktuellen PageRank einer Website zu erfahren, kann man im Browser die Google Toolbar installieren oder eine Seite (kostenlos) bei Dienstleistern anmelden. Zur Visualisierung von Verlinkungen zwischen (ähnlichen) Internetpräsenzen eignen sich Tools wie Touch-Graph Navigator 2 in Abb. 4.9 (www.touchgraph.com).

Google hat das Pagerank-Verfahren immer wieder an neu auftretende Prämissen und Manipulationsversuche angepasst. Aktuell verwendet Google eine Weiterentwicklung namens Hummingbird (Miller 2013). Der Algorithmus berücksichtigt nicht nur Auftreten und Gewicht der einzelnen Suchbegriffe in den indexierten Dokumenten, sondern versucht, auf die Bedeutung der Suchanfrage bzw. die Absicht des Suchenden zu schließen (semantische Suche). Dazu berücksichtigt Google u.a. die Verbindung zwischen den einzelnen Wörtern einer Suchanfrage, den Standort des Benutzers und sein vorheriges Suchverhalten.

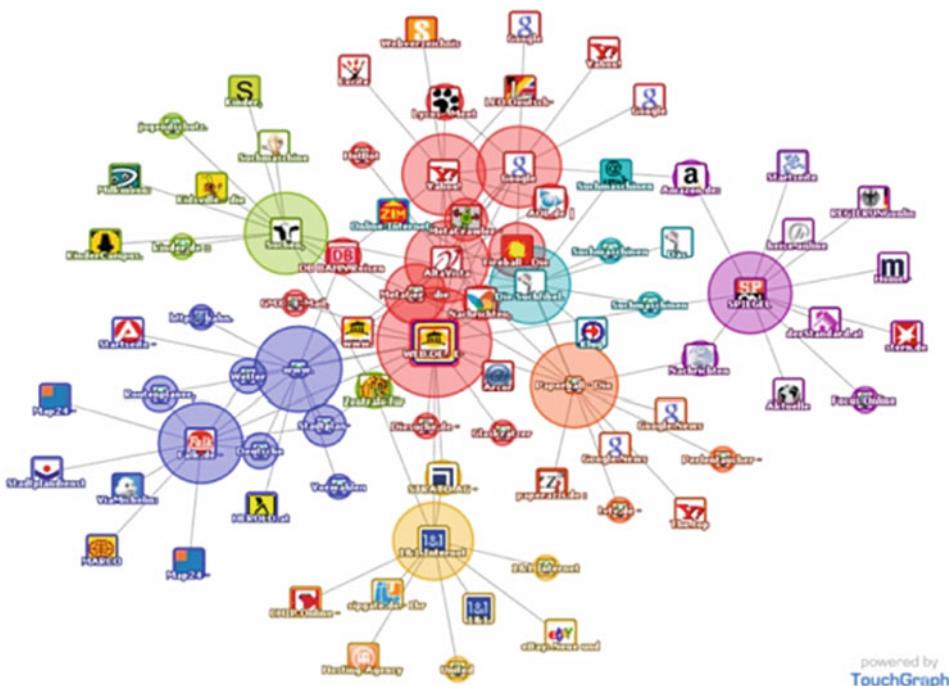


Abb. 4.9 Verweisstruktur auf Web.de

4.2 Maßnahmen

Der Begriff Suchmaschinenoptimierung ist so verbreitet, dass er beibehalten wird, obwohl es sich nicht um eine Optimierung im mathematischen Sinne, sondern lediglich um Verbesserungsmaßnahmen handelt. Er umfasst alle Schritte, welche die Platzierung eines Webauftritts in den organischen Ergebnislisten von Suchmaschinen positiv beeinflussen zu versuchen. Diese können sich auf das einzelne (X)HTML-Dokument, die gesamte Internetpräsenz oder auch auf externe Seiten beziehen.

Die Verbesserungsmaßnahmen beginnen mit der Suche nach Schlüsselbegriffen, welche den Inhalt eines Internetangebots für dessen Zielgruppe am treffendsten beschreiben.

Danach werden die Struktur der Website und die einzelnen HTML-Dokumente suchmaschinengerecht aufbereitet (Onpage-Maßnahmen) und externe Faktoren wie z.B. eingehende Links verbessert (Offpage-Maßnahmen). Das Hauptaugenmerk sollte dabei auf folgenden Kriterien liegen (Thesmann et al. 2011):

- Grundvoraussetzung aller Bemühungen um eine suchmaschinengerechte Aufbereitung ist zielgruppengerechter, hochwertiger und stets aktualisierter **Inhalt** („Content is King!“). Je einzigartiger der Inhalt einer Webpräsenz ist, umso mehr Benutzer interessieren sich für das Angebot und empfehlen es mit Kommentaren und Verlinkungen

weiter. So verbessert sich langsam, aber kontinuierlich die Bewertung des Webauftritts. Hingegen stehen für den menschlichen Betrachter verborgene Texte bei Google unter Manipulationsverdacht und sorgen für eine Abwertung.

- Darüber hinaus sind für die Platzierung in der SERP die Wahl und Einsatzort von **Schlüsselwörtern** wichtig. Die folgende Liste zeigt die Keyword-Faktoren nach absteigender Bedeutung sortiert. Zu vermeiden sind dabei eine zu hohe Keyword-Dichte (das Überfrachten des Inhalts mit Schlüsselwörtern) bzw. das Keyword-Stuffing (das mehrfache Wiederholen von Schlagworten innerhalb des Contents).

1	Keyword im title-Attribut
2	Keyword in externem Link
3	Keyword im Domainname
4	Keyword in h1-Überschrift
5	Einsatz von Keyword-Varianten
6	Keyword in internem Link
7	Keyword im Dateinamen
8	Keyword in h2-h6-Überschriften
9	Keyword im Alt-Attribut eines Bildes
10	Keyworddichte/-häufigkeit in Texten
11	Keyword zu Beginn eines Textes
12	Keyword im Verzeichnisnamen
13	Keyword in Meta Description-Tag
14	Hervorhebungen von Keywords
15	Keyword in Meta Keyword-Tag

- Für die Bewertung der **Domäne** spielen vor allem die Vertrauenswürdigkeit, die Autorität und das Alter einer Website eine wichtige Rolle. Zu einer Abstrafung bis hin zu einer Verbannung führt der Einsatz von Techniken, welche einerseits der Suchmaschine sowie andererseits dem Besucher unterschiedliche, jeweils optimierte Websites anzeigen (Cloaking, engl. für sich verhüllen). Derartige Fehler scheinen auch noch längere Zeit nach ihrer Korrektur im Ranking nachzuwirken.
- Eine flache, logische **Website- und URL-Struktur** erhöhen die Zugänglichkeit. Zu einer übersichtlichen Struktur gehört auch die Anzahl, Platzierung und Gestaltung der intern vorhandenen Links. Sie tragen zu einer guten Vernetzung innerhalb der Website bei und lassen sich nutzen, um die eingehende Linkstärke (Linkjuice) auf besonders relevante Seiten der Internetpräsenz zu lenken.
- Neben der Beschaffenheit der **Verweise** spielt auch die Art und Weise des Linkwachstums eine Rolle, ebenso wie die Themenrelevanz zwischen den verknüpften Domains. Bei der externen Verlinkung ist zwischen eingehenden Links (Backlinks) und ausgehenden Links zu differenzieren.

Backlinks sind für Google ein wichtiges Kriterium, um die Relevanz einer Website zu messen. Je größer die Anzahl und Qualität eingehender Links ist, desto besser ist

dies für die Positionierung einer Website. Qualitätsindikatoren sind z. B. die Vertrauenswürdigkeit, Autorität und Themenrelevanz der verweisenden Web- bzw. Unterseite, die Linkpopularität und Domainpopularität und das Wachstum der externen Verlinkung. Der PageRank, vor geraumer Zeit noch als das Kriterium schlechthin für die Relevanz einer Website betrachtet, scheint kaum noch eine Rolle zu spielen. Negativ bewertet werden hingegen Backlinks von Spam-Sites und ähnliche Muster, die Google einen Manipulationsversuch vermuten lassen.

Solange **ausgehende Verweise** dem Besucher einen Mehrwert bieten, sollen sie laut einer offiziellen Aussage von Google selbst dann einen positiven Effekt mit sich bringen, wenn sie auf eine Website mit einem geringeren Wert verweisen. Um diesen potentiellen Mehrwert zu ermitteln, berücksichtigt Google die Vertrauenswürdigkeit und Qualität des Linkziels sowie die Anzahl Links je Einzelseite und Domain. Lediglich Verweise auf Spam-Websites sollte man unbedingt vermeiden.

- Bei **Hosting** der Webseite sollte man auf eine hohe Servererreichbarkeit bzw. -verfügbarkeit, eine große Servergeschwindigkeit auch bei hoher Last sowie einen regionalen Standort nahe der Zielgruppe achten.

Informationen zur Wirtschaftlichkeit der einzelnen Maßnahmen finden sich bei (Ludwig et al. 2012).

Während die Internetpräsenz online ist, beginnt das fortwährende Überwachen der Erreichbarkeit (Monitoring) und des Besucherverhaltens (Controlling), um eventuell auftretende Barrieren frühzeitig erkennen und die Zugänglichkeit weiter verbessern zu können.

4.2.1 Schlüsselwörter

Die Wahl der Schlüsselwörter ist eine Weichenstellung, die über Erfolg oder Misserfolg einer Internetpräsenz entscheiden kann, und sollte mit der entsprechenden Sorgfalt vorgenommen werden.

Auch wenn das Meta-Tag keywords selbst bei der Relevanzbewertung einer Seite keine große Rolle mehr spielt, ist es für die Rankingposition von enormer Wichtigkeit, dass die Suchmaschine die richtigen Begriffe als charakteristisch für den Text erkennt (siehe Abschnitt Schlüsselwortgewinnung in Abschn. 4.1.1.2) und ihnen einen möglichst hohen Stellenwert zuweist (fancy hits, siehe Abschnitt Hitliste in Abschn. 4.1.1.3).

Um geeignete Begriffe finden zu können, müssen Thema und Ziel des Internetangebots sowie dessen Zielgruppe bekannt sein.

4.2.1.1 Thema und Ziel des Webauftritts

Bei der Definition des Themas ist eine klare Abgrenzung erforderlich, damit die Internetpräsenz nicht zu einem inhaltlichen Gemischtwarenladen gerät und eine saubere Strukturierung sowie eine Vorkalkulation möglich sind. Beispielsweise wäre bei einer

Website für die Markteinführung eines neuen Automobilmodells festzulegen, welche Eigenschaften besonders herauszustellen sind, und dass die Vorstellung anderer Fahrzeuge dieses Herstellers mit ähnlichen Eigenschaften oder anderer Technologien des Herstellers nicht Bestandteil des Auftritts sind.

Auch das Ziel muss für die Suche nach Schlüsselwörtern zumindest inhaltlich klar definiert sein, z. B. ob der Bekanntheitsgrad eines Themas oder Produktes gesteigert, Besucher für eine Mitgliedschaft in einer Community oder das Abonnieren eines Newsletters gewonnen oder Waren bzw. Dienstleistung über das Webangebot vertrieben werden sollen.

4.2.1.2 Zielgruppe

Eine rezipientengerechte Formulierung der Schlüsselbegriffe setzt voraus, dass man die Zielgruppe identifiziert und ihre Besonderheiten im Hinblick auf Themenkompetenz, Sprachkompetenz und Sprachstil sowie gesellschaftliche Stellung und Wertekanon berücksichtigt. Daher sollte die Zielgruppdefinition zu diesem Zweck folgende Aspekte beleuchten:

- Alter
- Geschlecht
- Soziale Herkunft
- Allgemeiner Bildungsstand
- Themenbezogener Wissensstand
- Gesellschaftliche und berufliche Stellung
- Geografische Herkunft

Das **Alter** der Zielgruppe ist für die Wortwahl und Orthografie entscheidend. Beispielsweise könnte ein älterer Herr nach „Galanteriewaren“ recherchieren, um seiner „Herzdame den Hof zu machen“, während ein Jugendlicher vielleicht eher nach „Heuchlerbesen“ sucht, um „ein Bunny anzubaggern“ und u. U. auch Anglizismen wie „chillen“ anstatt „sich ausruhen“ benutzt. In orthografischer Hinsicht eignen sich bspw. für eine ältere Zielgruppe eher die alte Rechtschreibung (da diese z. B. beim Wort „Mayonnaise“ sonst einen Rechtschreibfehler vermuten würde) und die Verwendung von Genitiv statt Dativ bei Komparativen (z. B. „größer als“ statt „größer wie“). Ist die Zielgruppe hingegen jung, so sollte man die neue Rechtschreibung und tendenziell eine einfachere Grammatik verwenden.

Nicht erst seit Erfolgswerken der **Gender-Literatur** (engl. für Geschlecht, geschlechtspezifisch) wie John Grays „Men Are from Mars, Women Are from Venus: The Classic Guide to Understanding the Opposite Sex“ ist klar, dass Männer und Frauen unterschiedliche Sprachstile pflegen. Frauen sind eher beziehungsorientiert, verfügen über ein viel ausgefeilteres Vokabular für Gefühle und eher indirekte oder abschwächende Ausdrücke. Männer hingegen sind eher status- und wettbewerbsorientiert und verwenden daher eine direktere Sprache mit provokanteren Begriffen.

Die Faktoren **soziale Herkunft** und **allgemeiner Bildungsstand** sind in Deutschland oft miteinander korreliert und beeinflussen nicht nur das Sprachniveau, sondern gehen auch mit schichtspezifischen Formulierungen und besonderen Ausdrücken einher. Während ein

Bildungsbürger bspw. „in eine Bredouille“ geraten kann, wird sich ein Arbeiter in derselben Sitation eher „in der Klemme“ befinden.

Ob Fachausdrücke oder Abkürzungen sich eignen, liegt vor allem an dem **themenbezogenen Wissensstand**. Bei einer Website mit Flugangeboten wäre es z.B. wichtig, dass diese von Einsteigern u.a. über die Namen der Länder oder Flughäfen gefunden werden können (z.B. „Flüge von Frankfurt nach Bangkok“ bzw. „Flüge von Deutschland nach Thailand“, während erfahrene Vielflieger eher nach den Flughafenkürzeln der International Air Transport Association (IATA) suchen würden, in diesem Beispiel „FRA“ und „BKK“).

Mit der **gesellschaftlichen und beruflichen Stellung** ist oft auch ein besonderer Sprachstil verbunden, der u.a. durch Fremd- und Fachworte geprägt ist. Insbesondere Berufsgruppen, die eine eigene Fachterminologie verwenden (z.B. Juristen, Mediziner, Informatiker) neigen dazu, diese Begriffe auch umgangssprachlich einzusetzen.

Die **geografische Herkunft** ist wegen der regionalen Unterschiede in Gebrauch und Bedeutungen von Wörtern relevant. So heißt bspw. der Rahm im österreichischen Deutsch nicht Sahne, sondern Obers. Diesen Begriff und 22 weitere ließ sich Österreich sogar im „Protokoll Nr. 10 über die Verwendung österreichischer Ausdrücke der deutschen Sprache“ des österreichischen EU-Beitrittsvertrags schützen.

4.2.1.3 Ermittlung

Nur selten wird ein Web-Entwickler selbst Mitglied der Zielgruppe seiner Produktion sein oder die Zielgruppe so genau kennen, dass er sich in sie hineinversetzen kann. In den meisten Fällen sind vielmehr Recherchen notwendig.

Die beste Möglichkeit besteht darin, Kontakt zu repräsentativen Zielgruppenmitgliedern aufzunehmen, und spontane Antworten zu protokollieren auf Fragen nach

- Vorkenntnissen („Was wissen Sie bereits über dieses Thema?“),
- Erwartungen („Welche Inhalte erwarten Sie von einer Website zu diesem Thema?“),
- Präferenzen („Wie sollten die Inhalte präsentiert werden?“),
- Einstellungen und Meinungen („Wie stehen Sie zu diesem Thema?“),
- Assoziationen („Welche Wörter fallen Ihnen zu diesem Thema ein?“).

Bei aufwendigen Produktionen sollte eine formalisierte Erhebung stattfinden, eventuell unter Einbeziehung eines Marktforschungsunternehmens.

Ein weiterer Ansatzpunkt für die Suche nach passenden Schlüsselbegriffen ist die Analyse des Mitbewerbs. Gibt es bereits Internetangebote zu diesem oder einem ähnlichen Thema, so kann man sich von deren Inhalten (insbesondere in URL, Titel, Anchor-Texten oder Meta-Tags) anregen lassen.

Eine vielfältige maschinelle Unterstützung bei der Ermittlung bietet das Google AdWord-Keyword-Tool. Es schlägt wahlweise auf Basis eingegebener Begriffe weitere Optionen vor oder generiert eigenständig Keywords auf Basis eines Seiteninhalts bzw. einer URL (ggf. auch der des Mitbewerbs!). Das Tool zeigt auch die Häufigkeit der Begriffe in Anfragen und indexierten Informationsangeboten an. Die Analyse lässt sich spezifisch für bestimmte Zielsprachen und -regionen durchführen.

Ist ein geeigneter Satz von Schlüsselbegriffen gefunden, sollte dieser um Synonyme erweitert werden. Diese Funktion ist bei dem Google AdWord-Keyword-Tool standardmäßig aktiviert. Andernfalls helfen Offline- und Online-Thesauri oder Lexika bei der Identifikation von Begriffen mit gleicher oder eng verwandter Bedeutung. Insbesondere bei Fremd- und Fachwörtern sollten deren umgangssprachlichen Pendants berücksichtigt werden.

Da sich die meisten Anfragen aus Substantiven zusammensetzen, sollten die Keywords ebenfalls diese Wortart verwenden. Als Konsequenz aus den noch eng begrenzten Fähigkeiten der Suchmaschinen bei Wortgruppensegmentierung und Wortstammanalyse sollten alle Begriffe in Singular und Plural sowie zusammen und getrennt geschrieben werden.

Generell sind die Regeln der Orthografie zu beachten. Zusätzlich können aber bewusst Wortvarianten mit häufig auftretenden Tippfehlern einbezogen werden (z. B. „Würtemberg“), um auch fehlerhafte Eingaben eines Suchbegriffes abzufangen.

4.2.2 Onpage-Optimierung

Die Onpage-Maßnahmen umfassen das Überarbeiten der Einzeldokumente sowie seitenübergreifende Maßnahmen. Sie führt i. d. R. bereits zu einem besseren PageRank und bildet zugleich die Basis für die Offpage-Maßnahmen (siehe Abschn. 4.2.3). Untersuchungen (Thesmann et al. 2011) zeigen, dass im Onpage-Bereich

- einzigartige und häufig aktualisierte Inhalte,
- die Positionierung und Gestaltung von Schlüsselwörtern,
- die interne Verlinkung und die URL-Struktur
- sowie die Vertrauenswürdigkeit, die Autorität und das Alter einer Website eine wichtige Rolle spielen.

4.2.2.1 Dokumentübergreifende Maßnahmen

Die eigentliche Verbesserung des Webauftritts beginnt mit den seitenübergreifenden Maßnahmen, die sich auf die Struktur und generelle Zugänglichkeit des Internetangebots auswirken. Diese entsprechen weitgehend einigen Erfolgskriterien der BITV, insbesondere:

- Anforderung 1.1: Text-Alternativen (siehe Kap. 3.3.1)
- Anforderung 1.2: Zeitbasierte Medien (siehe Kap. 3.3.2) mit Ausnahme der Bedingung 1.2.6: Gebärdensprache
- Anforderung 1.3: Anpassbarkeit (siehe Kap. 3.3.3) mit Ausnahme der Bedingung 1.3.3: Sensorische Merkmale
- Bedingung 1.4.5: Schriftgrafiken (siehe Kap. 3.3.4.5)
- Anforderung 2.4: Navigierbarkeit (siehe Kap. 3.4.4)
- Anforderung 3.1: Lesbarkeit (siehe Kap. 3.5.1)
- Anforderung 4.1: Kompatibilität (siehe Kap. 3.6.1)

Die dort beschriebenen Maßnahmen sind i. d. R. für die Suchmaschinenoptimierung genauso wichtig wie für die Bedienbarkeit durch Menschen. Lediglich die Validität des Quellcodes nimmt bei Google kaum noch Einfluss auf das Ranking, da diese Suchmaschine anscheinend mittlerweile in der Lage ist, auch fehlerhaften Code zu interpretieren. Die wichtigsten Maßnahmen werden deshalb an dieser Stelle nochmals kurz aus Sicht der Suchmaschinenoptimierung betrachtet und ggf. ergänzt.

Domain

Einer der ersten Gedanken beim Entwurf einer Internetpräsenz sollte der **Domain** gelten, denn junge (frisch registrierte) Domains bewerten Suchmaschinen geringer als bereits etablierte (Sandbox-Effekt), u. a. weil Spammer häufig neue Domains anmelden, sobald die alten aus dem Index der Suchmaschinen verbannt wurden. Will man keine ältere Domain kaufen, muss man also frühzeitig eine neue Domain registrieren lassen. *Mario Fischer* (Fischer 2006, S. 183) empfiehlt in diesem Zusammenhang die Domain früh mit Inhalten und einigen Links zu bestücken, ab und zu Content zu ergänzen und/oder zu verändern und erst zu einem späteren Zeitpunkt die Domain voll zu nutzen. Dadurch steigt der Wert der Domain während der Entwicklungszeit und der Sandbox-Effekt lässt sich vermeiden.

Der **Domainname** sollte gleichermaßen auf Benutzer und Suchmaschinen abgestimmt sein. Damit Menschen ihn sich leicht merken können und weniger Tippfehler machen, sollte der Name kurz und prägnant sein. Beginnt er mit einem „A“, so erscheint die Domain bei alphabetischen Listen relativ weit oben – dort ist das Gedränge allerdings beachtlich. Für deutschsprachige Seiten empfiehlt sich eine „.de“-Domain, da viele Nutzer sich nur den ersten Teil der Adresse merken und automatisch die deutsche Top-Level-Domain (TLD) ergänzen. Um unterschiedliche Schreibweisen abzufangen, empfiehlt es sich, mehrere Domains zu registrieren. Diese wiederum sollten aber mittels eines Hypertext-Zugriffsscripts (Hypertext Access Script,.htaccess-Script) auf ein und dieselbe Adresse verweisen, damit Suchmaschinen nicht die verschiedenen Versionen berücksichtigen und den PageRank zwischen diesen URLs aufteilen.

Da Suchmaschinen die URLs analysieren und indexieren, führt ein Domainname, der den Inhalt einer Website gut wiedergibt (z. B. aus zwei Hauptschlüsselwörtern besteht) zu einer besseren Bewertung (Abb. 4.10). Ein Bindestrich zwischen den Hauptschlüsselwörtern signalisiert der Suchmaschine im Gegensatz zum Unterstrich, dass es sich um unterschiedliche Begriffe handelt, und erleichtert die Wortsegmentierung (siehe Abschn. 4.1.1.2). Um den positiven Effekt auszunutzen, müssen die Schlüsselwörter durchgängig auf den betreffenden Seiten zu finden sein. Auf die Verwendung von Umlauten und Leerzeichen im Domainnamen ist im Hinblick auf Internationalisierung und Barrierefreiheit zu verzichten (Erlhofer 2007, S. 264 ff.). Außerdem sollte eine konsequente Kleinschreibung eingehalten werden.

Ein Feinkosthändler aus Rheine namens Schmidt vertreibe über das Internet Delikatessen an Kunden in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Für seine deutschen Kunden wäre die Domain <http://www.schmidt.de> ideal, für seine österreichischen Kunden www.schmidt.at und für seine schweizerischen Kunden www.schmidt.ch. Einige Interessenten könnten auch auf die Idee kommen, die URL www.schmidt.com aufzurufen. Eine weit bessere Bewertung von den Suchmaschinen würden Domains wie <http://www.delikatessen-schmidt.de>, <http://www.feinkost-schmidt.de/> oder www.delikatessen-feinkost-schmidt.de bzw. ihre österreichischen und schweizer Pendants erreichen, wären allerdings für die Kundschaft schlechter geeignet. Daher sollte Herr Schmidt alle genannten Domänen reservieren und alle Anfragen per .htaccess-Scripts an die Adresse www.delikatessen-feinkost-schmidt.de verweisen.

Abb. 4.10 Beispiel für Domainnamen

Struktur des Internetauftritts

Brückenseiten (Doorway Pages) sind speziell für Suchmaschinen erstellte Eingangsseiten, die durch massenhaften Einsatz (meist völlig irrelevanter) Begriffe versuchen, die Rankingposition zu verbessern. Benutzer werden automatisch auf die eigentliche Startseite weitergeleitet. Brückenseiten sind heute kaum noch in der Lage, die mittlerweile angepassten Algorithmen zu täuschen. Ihr Einsatz kann aber zur Verbannung des Internetauftritts aus dem Index führen und sollte daher unbedingt vermieden werden. Das in Deutschland wohl bekannteste Beispiel dürfte der kurzzeitige Ausschluss des Internetauftritts der Bayerische Motoren Werke AG im Februar 2006 sein (Ihlenfeld 2006a; Ihlenfeld 2006b).

Suchmaschinen erfassen die Inhalte einer Webpräsenz nur bis zu einer bestimmten (manchmal nur bis zur zweiten oder dritten) Strukturebene (Breitensuche). Bezieht eine Suchmaschine auch tiefere Schichten ein, so misst sie den dort gefundenen Informationen einen geringeren Stellenwert zu, da sie davon ausgeht, dass diese Dokumente für Benutzer nicht so wichtig sind (Karzauninkat und Alby 2006, S. 65 ff.). Die **Verzeichnistiefe** sollte daher möglichst flach gehalten und wichtige Dokumente in den oberen Ebenen platziert werden.

Da Suchmaschinen **Verzeichnis- und Dateinamen** mit in die Bewertung eines Dokumentes einfließen lassen, sollten die Dateinamen stets ein bis zwei seitenspezifische Schlüsselwörter enthalten (im oben skizzierten Beispiel etwa „champagner.html“, „kaviar.html“ etc.) und Verzeichnisnamen ein primäres Schlüsselwort nochmals betonen (Von Bischoffnick und Ceyp 2007, S. 189). Bei der Schreibweise gelten prinzipiell die gleichen Richtlinien wie für Domainnamen.

Dynamische URLs (erkennbar an Zeichen wie „?“ oder „&“) sollten vermieden werden, denn die meisten Suchmaschinen haben Probleme beim Durchsuchen und Bewerten derartiger URLs. Wenn ein Content Management System (CMS) aber derartige URLs

erzeugt, rät Google klar davon ab, diese in statisch aussehende URLs umzuwandeln (Stiller und Szymanski 2008).

Die Struktur des Internetangebots lässt sich der Suchmaschine am besten mittels eines Indexes und einer Sitemap vermitteln. Der **Index** ist eine alphabetische Auflistung von Stichwörtern, die jeweils verlinkt sind. Dabei dürfen mehrere Stichwörter auch auf dasselbe Dokument verweisen. Anhand des Indexes können sich Crawler durch die Struktur bewegen und mit Hilfe der Stichwörter den Inhalt der verknüpften Dateien besser bewerten.

Eine **Sitemap** entspricht in ihrer einfachsten Form einer XML-Datei, in der die URLs einer Website sowie zusätzliche Metadaten für jede URL (Datum der letzten Aktualisierung, Änderungshäufigkeit etc.) aufgeführt sind und den Suchmaschinen so ein intelligenteres Durchsuchen von Websites ermöglicht. Google bspw. empfiehlt Seitenbetreibern, eine solche Sitemap in einer für Suchmaschinen lesbaren Form zur Verfügung zu stellen, um Crawler mit zusätzlichen Informationen zu versorgen.

Interne Verlinkung

In der Struktur sollte es keine **Dangling Pages**, also Seiten ohne weiterführenden Link auf andere Dokumente des Webauftritts, geben, damit Web-Crawler nicht abrupt auf einer Seite aufhören, sondern weitere Dokumente erfassen können. Durch das Einbinden einer Navigationsleiste und einer Breadcrumb-Navigation auf jeder Seite kann ein Crawler von jeder Seite aus auf eine andere Seite gelangen und gerät nicht in Sackgassen.

Korrekt gestaltete **Textlinks** sind für eine Suchmaschine am besten zugänglich. Ein Verweis auf die Sitemap und den Index innerhalb der Links ist hilfreich, um die vollständige Indexierung des Auftritts sicherzustellen (Fischer 2006, S.155; Google 2016c). Navigationsleisten sollten (wie alle dynamischen Funktionselemente) nach Möglichkeit Server-seitig realisiert sein, da eine Client-seitige Anwendungslogik von Suchmaschinen nicht immer genutzt werden kann. Da die Einträge in Navigationsleisten sehr kurz sein müssen, können die Elemente alt und <title> genutzt werden, um den Link genauer zu beschreiben und der Suchmaschine noch mehr Informationen über die verknüpfte Seite zu bieten. Verborgenen Text, verborgene Links sowie irreführende Umleitungen sollte man in jedem Fall vermeiden.

Auch eine **Breadcrumb-Navigation** (wie z.B. die von www.spiegel.de in Abb. 4.11) hilft Crawlern bei der Orientierung und eventuellen toten Ästen in der Struktur. Sie ermöglicht es Suchmaschinen, immer mehr Links auf internen Seiten zu sammeln. Da die verwendeten Wörter den Inhalt der verknüpften Seite i.d.R. ideal beschreiben, erhöht sich dadurch auch die Gewichtung der einzelnen Seiten, auf die verwiesen wird (Erlhofer 2007, S.215 f.).

Nachrichten > Wissenschaft > Technik > Physik > Forscher aus Glasgow: Physiker bremsen Licht in Luft ab

Abb. 4.11 Beispiel einer Breadcrumb-Navigation

Fehlende Seiten

Unter Umständen fragen Crawler auch Dokumente an, die (z.B. auf Grund von Umbenennungen oder Verschiebungen bei Reorganisationen) nicht (mehr) vorhanden sind. Normalerweise liefert der Webserver daraufhin den HTTP-Statuscode 404 zurück, auf den die Suchmaschine irgendwann mit dem Löschen aller Informationen zu diesem Dokument aus ihrem Index reagiert. Deshalb sollte diese Fehlermeldung auf jeden Fall abgefangen und stattdessen auf die Sitemap verwiesen werden, da hier viele weiterführende Verknüpfungen enthalten sind (Karzauninkat und Alby 2006, S. 84 ff.).

Vermeidung von Frames

Auf den Einsatz von Frames ist möglichst zu verzichten. Es würden nur die Einzelseiten indexiert werden und eingehende Links würden auf die Frameset-Seite verweisen. Dies verhindert allerdings, dass die einzelnen Seiten eine höhere Gewichtung durch die Suchmaschinen erhalten (Karzauninkat und Alby 2006, S. 78).

Entscheidet man sich dennoch für Frames, so müssen diese im HTML-Attribut `<name>` bzw. dem XHTML-Attribut `<title>` mit einer sinnvollen Bezeichnung benannt sowie ihre Inhalte und Beziehungen untereinander im `<noframes>`-Bereich beschrieben sein.

Validier Code

Die Parser von Suchmaschinen weisen eine gewisse Fehlertoleranz auf. Beispielsweise schließen sie automatisch noch offene Auszeichnungen, sobald sie auf einen `<h1>` (`<h2>`, `<p>`,...) -Tag stoßen oder nach einer maximalen Anzahl von Wörtern.

Dennoch können Parser nicht geschlossene oder falsch verschachtelte Auszeichnungen missverstehen. Zur Veranschaulichung zeigt Abb. 4.12 eine Auszeichnung auf einer fiktiven englischen Domain für eine bekannte Süßware.

In diesem Fall würde die Suchmaschine den eigentlichen Linktext „After Eight“ nicht erkennen und alles nach ``(also „More...“) für den Linktext halten, bis die Auszeichnung automatisch durch einen anderen Tag (`<table>`) geschlossen wird. Erschwerend kommt in diesem Fall hinzu, dass das Wort „After“ in einer Black-List bzw. Stopwortliste enthalten sein könnte.

Daher ist die gesamte Internetpräsenz in vom W3C standardisierten Markup-Sprachen gemäß der vorgegebenen DTD zu formulieren und vor der Veröffentlichung mit den vom W3C bereitgestellten Programmen zu validieren, also auf die Einhaltung aller in der DTD definierten Regeln zu überprüfen.

Neben der Standardkonformität der Auszeichnungen ist auch auf fehlerfreie Inhalte innerhalb der Auszeichnungen zu achten (Abb. 4.13). So führen z. B. Tippfehler in Links (in diesem Beispiel das Fehlen des Doppelpunktes in der Protokollangabe) die Web-Crawler auf eine Fehlerseite.

```
<a href="index.html" After Eight </a> More... <table>
```

Abb. 4.12 Beispiel eines nicht geschlossenen Links

```
<a href= "http://www.thesmann.net/">  
Webseite von Prof. Dr. Thesmann </a>
```

Abb. 4.13 Beispiel eines fehlerhaften Inhalts im Link

Trennung von Inhalt und Layout

Alle Formatierungsbefehle sind in externe Stylesheet-Dateien auszulagern, auf welche die einzelnen Internetseiten der Webpräsenz Bezug nehmen; Formatierungen innerhalb des HTML-Codes, wie bspw. ``, sind nicht zulässig. Unter anderem lässt sich dadurch Text, der für maschinelle Inhaltserschließung wichtig ist, auch dann weit oben im Code der Seite platzieren, wenn er für menschliche Besucher weiter unten auf der Seite angezeigt werden soll.

Beim Einsatz von WYSIWYG-Editoren (von engl. What-You-See-Is-What-You-Get), also Editoren mit grafischer Oberfläche und Vorschaufunktionalität, sollte Text immer unformatiert eingefügt werden, da Formatierungen von diesen Tools i. d. R. im HTML-Dokument und nicht in der CSS-Datei vermerkt werden (Seibert und Hofmann 2006, S. 38 f.).

Die Trennung von Inhalt und Layout impliziert auch ein Einsatzverbot für Rasterschriften, um eine bestimmte grafische Erscheinungsform sicherzustellen, u. a. weil Bitmapschriften sich nicht maschinell auslesen lassen.

Alternativen für dynamische Elemente

Trotz Bemühungen von Suchmaschinenbetreibern (Wyszomierski und Grothaus 2007) haben die Crawler bisher nur rudimentäre oder gar keine Unterstützung für JavaScript implementiert und können dynamische Funktionselemente, wie z. B. eine Adobe-Flash-Navigation, nicht nutzen, wenn diese zur Ausführung eine Laufzeitumgebung benötigen. Die meisten Web-Crawlers können derartig realisierten Navigationspfaden nicht folgen und die Suchmaschine demzufolge diese Seiten auch nicht indizieren. Daher sollte zusätzlich eine alternative HTML-Navigation auf jeder Webseite vorhanden sein, die sicherstellt, dass die Verlinkungen auch für Crawler zugänglich sind.

Das gleiche Problem ergibt sich bei dynamischen Inhalten, egal ob auf dem Server (z. B. mit ASP, JSP und PHP) oder auf dem Client (z. B. mit AJAX) realisiert. Damit Suchmaschinen diese Inhalte berücksichtigen können, müssen sie zusätzlich in statischer Form vorliegen.

Dazu kann man AJAX-Seiten mit dynamischen Inhalten und zugehörigen Navigations-elementen sowie deren statischen Alternativen vollständig laden und anschließend die statischen Elemente per JavaScript ausblenden, indem man die display-Eigenschaft des `<style>`-Tags auf „none“ bzw. „block“ für Block-Elemente und „inline“ für Inline-Elemente setzt. Dadurch wird das Element nicht aus dem Document Object Model, sondern lediglich aus dessen grafischer Repräsentation entfernt. User-Agenten ohne JavaScript-Unterstützung ignorieren diese Anweisung und greifen automatisch auf die statische Alternative zu.

Bietet man statische Alternativseiten an, so sollte man versuchen, die Suchmaschine vom Zugriff auf die dynamischen Inhalte abzuhalten, da sonst die Gefahr der Bewertung als Duplicate Content besteht. Dies kann für einzelne Referenzierungen über das Attribut rel = "noarchive, noindex,nofollow", für ein HTML-Dokument durch das Tag <meta name="robots" content="noarchive, noindex,nofollow"> oder gemäß dem Standard für die Zugriffskontrolle durch Crawler (Standard for Robots Exclusion, SRE) für ganze Verzeichnisse mittels der Disallow:-Anweisung in der Datei „robots.txt“ erfolgen (Abb. 4.14).

In diesem Beispiel darf keine Suchmaschine den Inhalt des Verzeichnisses „tmp“ auswerten, Google darf zusätzlich nicht das Directory „ErotischeLinks“ auslesen und Yahoo!s Crawler Slurp ist der Zutritt zu allen Unterverzeichnissen verwehrt.

Crawler beachten i. d. R. den ersten Eintrag in der „robots.txt“-Datei mit ihrem User Agent. Ist ein solcher nicht vorhanden, berücksichtigen sie den ersten Eintrag, der sich an alle User Agents richtet. Achtung: Bei der Schreibweise wird zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden!

Die Wünsche an das Verhalten der Crawler sind aber nicht bindend (insbesondere Malware (von engl. malicious – bösartig und Software – Schadprogramme wie etwa Computerviren) auf der Suche nach Sicherheitslücken und Harvester (engl. für Erntemaschine; hier: von Spammern eingesetzter Softwareagent, der E-Mailadressen für den Versand unerwünschter Massen-/Werbe-E-Mails sammelt) auf der Suche nach E-Mail-Adressen ignorieren sie), und da die Datei „robots.txt“ öffentlich zugänglich ist, kann jeder einsehen, zu welchen Bereichen eines Servers man den Softwareagenten den Zugriff verweigern möchte.

Eine nah verwandte Variante ist das Cloaking, bei dem Anfragen von Menschen und Crawler anhand des User Agents oder (weit häufiger) der IP-Adresse unterschieden und mit vollständig abgestimmten Seiten beantwortet werden. Da sich spezielle Suchmaschinenseiten zur Manipulation der Rankingposition eignen, untersagen fast alle Suchmaschinen das Cloaken in ihren Richtlinien und verbannen entdeckte Webauftritte meist dauerhaft aus dem Index. Spezielle Webseiten, die der Suchmaschine leichter zugängliche, aber inhaltlich identische Daten wie dem Benutzer liefert, werden aber nicht als Cloaking gewertet, sondern sogar explizit empfohlen, z. B. der Verzicht auf Session-IDs für spezielle User Agents wie „Googlebot“, die stattdessen einen einfachen Link vorfinden. Session-IDs

```
User-agent: *
Disallow: /tmp
User-agent: Googlebot
Disallow: /ErotischeLinks
User-agent: Slurp
Disallow: /
```

Abb. 4.14 Beispiel einer Zugriffskontrolle für Crawler nach SRE per Datei „robots.txt“

werden bei Anwendungen verwendet, die eine Benutzerauthentifikation erfordern, um mehrere zusammengehörige Anfragen eines Benutzers zu erkennen und einer Sitzung zuzuordnen.

Vermeidung proprietärer Technologien

Suchmaschinenbetreiber können öffentlich zugängliche und vollständig dokumentierte Technologien studieren und ihre Software daraufhin anpassen. Auf die meisten proprietären Dateiformate trifft dies nicht zu, sodass deren Inhalt oft nicht erschlossen werden kann. Ist ihr Einsatz unvermeidlich, so sollten zusätzlich alternative HTML-Dokumente vorhanden sein (zum Problem des Duplicate Content siehe den vorherigen Abschnitt).

4.2.2.2 Dokumentbezogene Maßnahmen

Viele Maßnahmen, welche die Zugänglichkeit der einzelnen Dokumente fördern, ergeben sich ebenfalls aus den Anforderungen der BITV und sind dort bereits beschrieben. Darüber hinaus sind für die Platzierung in der SERP vor allem einzigartiger, häufig aktualisierter Inhalt der Dokumente sowie die Wahl und Einsatzort von Schlüsselwörtern wichtig. Die wichtigsten Maßnahmen werden deshalb an dieser Stelle nochmals kurz aus Sicht der Suchmaschinenoptimierung betrachtet und ggf. ergänzt.

Startseite

Die Startseite sollte primär die Hauptnavigationspunkte genauer erläutern und aktuelle Informationen enthalten. Damit stellt man sicher, dass für jeden Navigationspunkt ein beschreibender Text vorhanden ist und bietet Suchmaschinen viel Inhalt zur Indexierung an.

Das fortlaufende Bereitstellen neuer Inhalte veranlasst den Scheduler, in kurzen Abständen Crawler an die jeweilige Adresse zu senden, um die Seite erneut indexieren zu können. Dazu reicht es vollkommen aus, einen Bereich auf der Startseite vorzusehen, in dem Links auf die Dateien mit den neuen Informationen in der Internetpräsenz verweisen.

Auf eine Auswahlseite für unterschiedliche Realisierungstechnologien (HTML, JavaScript, Adobe Flash etc.) ist zu verzichten. Je nach Zielgruppe der Seite kann es sein, dass potenzielle Besucher den Unterschied der Technologien nicht kennen, und für die Suchmaschinen bietet man damit wenig Anhaltspunkte für die Indexierung (Karzauninkat und Alby 2006, S. 92).

Dateikopf

Im Header jedes einzelnen HTML-Dokuments bieten sich die Meta-Informationen und der Seitentitel für die Verbesserung der Rankingposition an.

Metadaten sind Daten, die Informationen über andere Daten enthalten. Beispielsweise können in einer MP3-Musikdatei der Titel der CD und des Stückes, der Interpret, das Erscheinungsjahr sowie ein Kommentar und eine Genre-ID abgelegt werden. Metadaten sind wichtig, um Dateien zu klassifizieren, zu sortieren, zu selektieren und in Beziehung zu anderen Dateien setzen zu können.

Die **Meta-Informationen** über ein HTML-Dokument liefern Benutzern und Suchmaschinen semantische Informationen zu Internetangeboten. Das Schema für die Metadaten, nicht aber die Metadaten selbst, kann sich auch in einer separaten Datei befinden. Treffer in <meta>-Tags zählen (ebenso wie Fundstellen in Titel-Auszeichnungen, Anchor-Texten und URL) zu den fancy hits, denen der PageRank-Algorithmus eine besondere Bedeutung zuspricht. Jedes <meta>-Tag besteht i.d.R. aus zwei Attributen, nämlich eines zum Definieren einer Eigenschaft (entweder <http-equiv=" " > oder <name=" " >) und ein zweites für die Wertzuweisung (<content=" " >). Während das Attribut <http-equiv=> primär Eigenschaften definiert, die für Webserver bestimmt sind (wie etwa den Zeitpunkt der letzten Änderung einer Internetseite), liefert das Attribut <name> Informationen für auslesende Programme wie Browser oder Suchmaschinencrawler.

In HTML gibt es obligatorische und optionale Meta-Tags. Für valide Dokumente unerlässlich sind die Angabe des zu verwendenden Zeichensatzes und der Sprache (Abb. 4.15), in diesem Beispiel also der Zeichensatz 8859-1 (Lateinisch 1) der International Organization for Standardization (ISO) und die Sprache Deutsch. Die Angabe der Sprache ist u.a. für die Darstellungsreihenfolge der Zeichen wichtig.

Zu den wichtigsten freiwilligen Meta-Information zählt die Beschreibung der Webseite im **description**-Label (<meta name="description" content = " " >), welche einige Suchmaschinen in ihrer Ergebnisliste unter der Überschrift des Suchtreffer anzeigen. Da der Inhalt dieses Attributes in der Ergebnisliste einer Suchmaschine als Beschreibungstext für eine Webseite erscheint, gelten die gleichen Gestaltungsregeln wie für die Auszeichnung eines Seitentitels. Die maximale Länge hängt von der einzelnen Suchmaschine ab. Google bspw. indexiert die ersten 200 Zeichen und zeigt maximal zwei Zeilen (160 Zeichen) bei den Suchergebnissen an, was auch gleichzeitig die Grenze zu sein scheint, ab welcher Begriffe schwächer gewichtet werden.

Innerhalb des **keywords**-Attributs ist Platz für die Schlüsselwörter eines Dokumentes. Schlüsselwörter können mit Hilfe des lang- bzw. xml:lang-Elements für mehrere Sprachen angegeben werden (Abb. 4.16). Die maximale Anzahl der berücksichtigten Zeichen hängt von der Suchmaschine ab und wird oft mit 255 angegeben. Je länger die Zeichenkette wird, umso eher dürften Bewertungsalgorithmen aber von Metadaten-Spam ausgehen, weshalb man diesen Rahmen besser nur bis ca. zur Hälfte ausschöpfen sollte.

Obwohl die Bedeutung des keywords-Attributs für die Suchmaschinenoptimierung in der Literatur umstritten ist, sollten Schlüsselbegriffe für jede Zielsprache hinterlegt werden: Nicht alle Suchmaschinen extrahieren wie Google die Schlüsselwörter selbst aus dem Text, und auch bei Google zählen Treffer in den Meta-Angaben zu den besonders wertvollen fancy hits, sofern sie sich in der Liste der generierten Keywords wiederfinden.

```
<meta http-equiv="content-type" content="text/html;
charset=iso-8859-1" />
<meta http-equiv="content-language" content="de" />
```

Abb. 4.15 Obligatorische Meta-Tags in HTML (Zeichensatz und Sprache)

```
<meta name="keywords" lang="de" xml:lang="de"
      content="Delikatessen, Wein, Champagner">
<meta name="keywords" lang="en" xml:lang="en"
      content="delicacies, wine, champagne">
<meta name="keywords" lang="fr" xml:lang="fr" content="
      &#201;picerie fine, vins, champagne">
```

Abb. 4.16 Angabe mehrsprachiger Keywords mit dem Attribut `<lang>`

Ebenso verlassen sich Suchmaschinen auch nicht unbedingt auf den Inhalt der `language`-Auszeichnung, welche die vorherrschende Sprache im Internetauftritt angibt, und versuchen zusätzlich, den Text anhand sprachlicher Besonderheiten zu klassifizieren. Dennoch hilft ihnen die korrekte Auszeichnung der Sprache bei der Einschätzung.

Das `geo`-Element ermöglicht es bspw. bei Google, in der Ergebnisliste einen Verweis zur Position in einem Lageplan anzuzeigen (Karzaunkat und Alby 2006, S.59, 76). Zwar ist nicht nachgewiesen, dass dies einen positiven Effekt auf die Platzierung hat, aber unzweifelhaft lenkt es den Blick des Betrachters auf den jeweiligen Eintrag, da die Liste der Einträge unter der eingeblendeten Karte wie ein Eyecatcher wirkt.

Auch Informationen über das gewünschte Verhalten von Web-Crawlern (z. B. `<meta name="revisit-after" content="2 days">` oder `<meta name="robots" content="index, follow">`) lassen sich hinterlegen. Inwieweit sich Suchmaschinen diesen Wünschen fügen, ist nicht immer klar. So ermittelt der Scheduler von Google den Besuchszeitpunkt einer URL anhand der durchschnittlichen Änderungshäufigkeit, des Dokumententyps, der Linktiefe und anderer Faktoren (siehe Abschn. 4.1.1.1). Ob sich Crawler in jedem Fall an Anweisungen wie „no follow“ halten, ist fraglich. Google scheint sich dem Wunsch zu fügen, aber zu anderen Suchmaschinen gibt es widersprüchliche Aussagen.

Typische weitere Meta-Angaben sind der Name des Autors eines Dokuments (`<meta name="author" content=" " >`), der Veröffentlichungszeitpunkt (`<meta name="date" content=" " >`) und weitere beschreibende Daten, von denen einige in Abschn. 4.2.2.2 erläutert sind.

Bei der Formulierung der Meta-Informationen sollte man sich vor Augen halten, wie wichtig semantisch korrekte Informationen für die Suche von Benutzern nach geeigneten Dokumenten sind. Bei der Bewertung der Seitenbedeutung durch Suchmaschinen spielen sie jedoch – wenn überhaupt – nur noch eine marginale Rolle, da mit ihnen viel Missbrauch getrieben wurde, um die Rankingposition zu verbessern.

Der **Seitentitel** (`<title>`-Tag) im Seitenkopf erhält von Suchmaschinen eine sehr hohe Gewichtung und ist an drei Stellen für Benutzer sichtbar:

- in der Titel-Leiste des Browsers,
- in den Ergebnislisten der Suchmaschinen und
- als Titel eines Lesezeichens.

Innerhalb der `<title>`-Auszeichnung steht nur eine Zeile zur Verfügung, um den Inhalt der Seite passend zu beschreiben. Die Länge kann je nach Suchmaschine zwischen 40 und 100 (Google: 65) Zeichen betragen, allerdings verlieren Schlüsselwörter mit steigender Textlänge für Suchmaschinen an Gewicht. Ein Missbrauch des Tags, etwa durch simples Aneinanderreihen von Schlüsselwörtern, erkennen Suchmaschinen und Benutzer anhand des Abstands der einzelnen Schlüsselwörter innerhalb eines Tags recht schnell und reagieren dann häufig mit Gegenmaßnahmen wie dem Löschen aus dem Index bzw. aus den Lesezeichen.

Da der Inhalt dieses Tags für Benutzer so häufig zu sehen ist, sollten die Regeln der Netiquette (Hambridge et al. 1995) strikt eingehalten werden. Beispielsweise signalisiert die Großschreibung eines Wortes, sofern es keine Abkürzung darstellt, Schreien. Deshalb wäre es gut, HTML als Abkürzung für die HyperText Markup Language zu verwenden, aber die Phrase HIER KLICKEN – wohlmöglich noch um einige Ausrufezeichen ergänzt – würde unangenehm auffallen.

Dateirumpf

Das `<body>`-Tag umschließt den eigentlichen Inhalt der Seite. Hier stehen die für einen Besucher auf der Seite sichtbaren Informationen. Da Suchmaschinen oft nicht das gesamte Dokument indizieren, sondern nur den ersten Teil (z.B. die ersten 100 KB), sollten Informationen umso weiter oben stehen, je wichtiger sie sind. Da auch Suchmaschinen davon ausgehen, dass die Bedeutung der vorkommenden Begriffe mit zunehmender Länge des Textes geringer wird, sollten die wichtigsten Schlüsselwörter möglichst mehrmals in den ersten 1.000 Zeichen vorkommen. Um eine Klassifikation als Spam zu vermeiden, ist auf einen sinnvollen Einsatz zu achten, insbesondere auf das Verhältnis zwischen Schlüsselwörtern und Fließtext (Keyword-Dichte) und den Abstand zwischen einzelnen Schlüsselbegriffen. Die Keyword-Dichte lässt sich mittels Softwaretools automatisch berechnen. Empfehlungen für ihre Größe bewegen sich je nach Autor zwischen 3 – 5 %.

Innerhalb des `<body>`-Tags wird der Inhalt meist weiter strukturiert. Dem Inhalt der folgenden Strukturelemente messen Suchmaschinen eine besondere Relevanz zu und bewerten die dort vorkommenden Begriffe entsprechend hoch. Sie lassen sich per CSS den eigenen Bedürfnissen anpassen. Neben vielen anderen Vorteilen spart man so (insbesondere bei einem einmaligen Verweis auf eine zentrale CSS-Datei) viel Platz innerhalb der 100 KB-Grenze eines Dokumentes für solche Inhalte, die von der Suchmaschine indexiert werden sollen (Erlhofer 2007, S. 242).

Das `<h#>`-Tag zeichnet die sechs möglichen **Überschriftenebenen** aus. Wie stark eine Suchmaschine die in Überschriften enthaltenen Begriffe gewichtet, hängt auch von der Überschriftenebene ab. Daher sollten primäre Schlüsselwörter auf der obersten Überschriftenebene `<h1>` vorkommen, sekundäre Schlüsselwörter auf der zweiten Überschriftenebene `<h2>` etc.

Die Kennzeichnung von Textabschnitten als **Absatz** (<p> für „paragraph“) erhöht die Lesbarkeit und die Relevanz für Suchmaschinen. Primäre Schlüsselwörter, die den Text prägen, sollten in eigenen Absätzen genauer erläutert werden, und für jeden thematischen Schwerpunkt sollte ein eigener Absatz vorgesehen sein (Erlhofer 2007, S. 239).

Bei **Tabellen** werden vor allem die Inhalte der Überschrift (<caption>), der Kopfzellen (<th>) und der Strukturelemente <thead>, <tbody> und <tfoot> berücksichtigt. Eine Zusammenfassung des Inhalts der Tabelle mit Hilfe des Attributs <summary> erhöht deren Gewichtung (Fischer 2006, S. 156 ff.).

Auch Begriffe in **Aufzählungen** (für „list element“) bzw. ihre Pendants werden höher bewertet als Nennungen im Fließtext (Fischer 2006, S. 152). Gleiches gilt für die Bezeichnung von Formularen und per <legend>-Tag ausgewiesene Gruppenüberschriften.

Von geringerer Bedeutung für Suchmaschinen, aber dennoch höher gewichtet als Standardtext, sind **Texthervorhebungen** wie Unterstreichungen (für „underlined“), kursive Schreibweise (für „italic“) oder die Fett-Formatierung (für „bold“) [ebenda].

Von elementarer Bedeutung ist die konsequente Bereitstellung von **Alternativtexten** bei allen Nicht-Text-Elementen, da Suchmaschinen deren Inhalt nicht semantisch auswerten können (vgl. dazu BITVAnforderung 1.1: Text-Alternativen, siehe Kap. 3.3.1).

Die Benennung von Elementen erfolgt i. d. R. mit Hilfe des <title>-Elements. Alternativtexte lassen sich im HTML-Code über das Attribut **alt** zu anderen Auszeichnungen hinzufügen, z. B. dem -Tag für Bilder. Der Inhalt des alt-Attributs muss – wie der Name impliziert – aus alternativen und nicht aus ergänzenden Texten wie „Bitte klicken Sie hier!“ bestehen.

Da die Suchmaschine auch keine Imagemaps interpretieren kann, sind redundante Textlinks für die Regionen erforderlich. Innerhalb jedes Verweises (<a> für „anchor“) bietet ein **Anker-Text** eine gute Möglichkeit, Suchmaschinen mit Schlüsselwörtern über die verlinkte Seite zu füttern und zur Verbesserung des PageRanks beizutragen. Die Anzahl der Links auf einer Seite sollte auf ein vernünftiges Maß (weniger als 100) beschränkt sein.

Bei Videos, Animationen oder Audiodateien bieten sich **Untertitel** an. Diese können entweder in separaten Dateien gespeichert und über die Synchronized Multimedia Integration Language (siehe Kap. 8.5.2) synchronisiert werden, oder man verwendet ein Containerformat, welches die Untertitel als Text in separaten Datenströmen ablegen, der für Suchmaschinen zugänglich ist.

Dateiname

Wie bereits erwähnt, analysieren Suchmaschinen die URL und berücksichtigen das Ergebnis bei der Bewertung eines Dokuments. Dateinamen sollten daher stets ein bis zwei mit Bindestrichen separierte Schlüsselwörter enthalten, die für das jeweilige Dokument charakteristisch sind. Bei der Schreibweise sollte man auf durchgängige Kleinschreibung und den Verzicht auf Umlaute und Leerzeichen achten. Dynamische URLs sollten vermieden werden,

da viele Suchmaschinen auf Grund ihrer Probleme mit dynamischen Inhalten derartige URLs ignorieren.

Aktualität

Der Scheduler berechnet u.a. auf Grund der Änderungshäufigkeit und dem Datum der letzten Modifikation eines Dokuments die Besuchsfrequenz seiner Crawler für eine URL und setzt diese herab, sollte ein Dokument bei mehrmaligen aufeinander folgenden Besuchen unverändert sein. Eine hohe Besuchsfrequenz ist aber aus zwei Gründen anzustreben: Auswirkungen von inhaltlichen Änderungen oder Verbesserungsversuchen lassen sich zeitnah in den Ergebnislisten überprüfen, und Suchmaschinen bewerten aktuelle Dokumente besser, um den Nachteil zu relativieren, den sie durch eine anfangs sicher niedrigere Link-Popularity haben.

Damit eine Suchmaschine ein Dokument als aktualisiert anerkennt, reicht es nicht aus, es erneut zu speichern. Vielmehr ist es erforderlich, den Inhalt zu ändern. Änderungen in **dynamischen Inhalten** können Suchmaschinencrawler nur dann erkennen, wenn für sie eine statische (HTML-) Alternative bereitsteht (siehe Abschn. 4.2.2.1). Das regelmäßige Einfügen eines per Skript generierten Änderungsdatums am Ende der Seite reicht aus, damit diese für einen Crawler als aktualisiert erscheint (Karzauninkat und Alby 2006).

4.2.3 Offpage-Optimierung

Die Offpage-Optimierung betrifft alle Maßnahmen, die nicht auf der eigenen Site stattfinden, insbesondere das Hosting (engl. für Beherbergung, Unterbringung) von Webseiten auf dem Webserver (i.d.R. eines Dienstleisters) und die externe Verlinkung der Internetpräsenz.

4.2.3.1 Webhosting

Bei der Auswahl eines Host sind eine ganze Reihe von Kriterien zu beachten, wie z. B. die Form des Hostings (dediziert oder virtuell, siehe unten), der Speicherplatz für die Website, das Transfervolumen für das Hochladen der Seiten per File Transfer Protocol (FTP) (engl. für Dateiübertragungsprotokoll; ein in der Anwendungsschicht des Internetprotokolls angesiedeltes Standardverfahren zur Übertragung von Dateien im Internet) und insbesondere für die Beantwortung der Seitenaufrufe per HTTP, die durchschnittliche Erreichbarkeit und Reaktionszeit der Servers, ein Verzeichnisschutz, die Bereitstellung von MySQL-Datenbanken, die Unterstützung benötigter Technologien wie PHP 5, Common Gateway Interface (CGI) (engl. für allgemeine Vermittlungsrechner-Schnittstelle; ein Standard für den Datenaustausch mit einem Webserver bei dynamischen Webanwendungen) und ggf. Active Server Pages.NET (ASP.NET), Zusatzleistungen wie Viren- und Spamfilter sowie die Verfügbarkeit und Qualität der Supports.

Im Hinblick auf die Suchmaschinenoptimierung sind eine **eigene IP-Adresse** sowie ein **Passwortschutz für Verzeichnisse** (um Crawlern den Zugriff auf einzelne Bereiche zweifelsfrei zu verwehren), die **Erreichbarkeit und Reaktionszeit des Servers** (siehe Abschn. 4.3.1) sowie der **Zugang zu den Logfiles** des Webservers (siehe Abschn. 4.3.3.1) von besonderer Bedeutung.

Oft kommen aus Kosten- und Effizienzgründen beim Webhosting virtuelle Server zum Zug, also Instanzen eines übergeordneten Servers, welche die Ressourcen des Hosts teilen und deshalb auch Shared Server genannt werden. Ein physikalischer Server kann u. U. mehrere hundert separate Webauftritte beherbergen. Bei einzelnen Suchmaschinen kann die gemeinsame Nutzung einer IP-Adresse negative Auswirkungen haben. Wenn Suchmaschinen die Anzahl der maximal zu indexierenden Seiten einer IP-Adresse beschränken, kann ein besonders großer Webauftritt eines anderen Gastes auf dem gleichen Server dazu führen, dass der eigene Auftritt nicht vollständig erfasst wird. Ein anderes Problem kann auftreten, wenn ein Mitnutzer des Servers Suchmaschinen-Spam betreibt und die Suchmaschine die inkriminierten Seiten nicht anhand der Domain, sondern anhand der IP-Adresse aus dem Index löscht. So kann die eigene Präsenz aus Suchmaschinen verbannt werden, ohne es selbst verschuldet zu haben (Erlhofer 2007, S. 262). Matt Cutts, Leiter des Google Webspam Team, hat für sein Unternehmen aber klargestellt, dass virtuell gehostete Domains genauso behandelt werden wie dediziert gehostete Domains bzw. IP-Adressen und ihnen gegenüber keine Nachteile im Suchmaschinenranking entstehen, sofern sich die virtuell gehosteten Seiten inhaltlich und thematisch weitgehend voneinander unterscheiden (Cutts 2006).

4.2.3.2 Externe Verlinkung

Google indiziert Webseiten nicht nur nach deren eigenem Inhalt. Zu den besonders hoch bewerteten fancy hits zählen auch Begriffe in den Anker-Texts von Links, die auf diese Seite verweisen (siehe Abschn. 4.1.1.3).

Welch großen Einfluss die externe Verlinkung auf die Suchergebnisse haben kann, zeigt ihr Missbrauch in Form der Link-Bombe bzw. Google-Bombe. Dabei wird versucht, ausschließlich durch externe Verlinkung eine Seite für einen bestimmten Suchbegriff ganz vorne zu platzieren. Wie der prominenteste Fall zeigt, funktioniert die Manipulation sogar dann, wenn die Zielseite den Begriff gar nicht enthält: Ende 2003 sprachen sich Gegner des damaligen US-amerikanischen Präsidenten George W. Bush ab und setzten massiv auf Webseiten und in Blogs Links mit dem Anchor-Text „miserable failure“ (engl. für jämmerliches Versagen; hier: jämmerlicher Versager) auf eine offizielle Biografieseite. Kurz darauf erschien für diese Suchbegriffe die Biografieseite bei Google auf Platz eins (Heise Online 2003).

Im Januar 2007 hat Google den Filteralgorithmus angepasst und die bekanntesten Google-Bomben entschärft (Heise Online 2007).

Dieses Beispiel zeigt nicht nur, dass externe Links für die Popularität einer Internetpräsenz von enormer Bedeutung sind, sondern auch, dass es die richtigen Links

sein müssen. Neben dem Anchor-Text ist auch die Reputation bzw. der PageRank des Webauftritts wichtig. Dies gilt sowohl für eingehende, als auch für ausgehende Links.

Aus diesem Grund warnt Google in seinen Richtlinien für Webmaster vor „**schlechter Nachbarschaft**“ im Web (siehe Abschn. 4.1.2.2) und vor der Teilnahme an **Linktauschprogrammen**, deren Ziel es ist, die Rankingposition ihrer Mitglieder zu verbessern (Google 2016b). Zum einen besteht dabei die Gefahr, Links zu Webspammern zu setzen mit negativen Folgen für den eigenen PageRank, und zum anderen bringen Verlinkungen zu Seiten mit geringerer Bewertung als dem eigenen Projekt der eigenen Website weniger als dem Linkpartner. Bei einigen Linkprogrammen werden zwar die zugesagten Links auf die Webpräsenz gesetzt, aber zugleich den Crawlern über das Attribut `rel = "nofollow"` untersagt, diesen Links zu folgen. Deshalb sollte man Links immer nur auf einer gegenseitigen Basis tauschen.

Manipulationsversuche, wie Link-Farmen oder Anwendungen, die automatisch bzw. programmgesteuert Suchanfragen an Google senden, können sehr schnell mit dem Ausschluss aus dem Index enden, da eine plötzlich stark ansteigende Zahl von Verlinkungen oder Anfragen oft eine Überprüfung durch das Webspam Team der Suchmaschine nach sich zieht.

Stattdessen sollte man sich um hochwertige Verweise auf die eigene Internetpräsenz bemühen. An erster Stelle sind **seriöse Web-Verzeichnisse** (directories), insbesondere das Open Directory Project (ODP) zu nennen, bei denen fachlich versierte Menschen die für ein Themengebiet angemeldeten Webangebote überprüfen und ggf. in eine Kategorie einstufen. Da alle Anmeldungen personell begutachtet und katalogisiert werden, kann dieser Prozess durchaus Wochen dauern, und eine Aufnahme ist nicht garantiert. Einträge in Web-Verzeichnissen mit **menschlicher Redaktionsinstanz** erhalten eine höhere Bewertung als die maschinell gefüllten Web-Verzeichnisse (Fischer 2006, S.199). Das ODP stellt auch einen erheblichen Teil der Datenbasis für das Google Directory bereit.

Eine hohe Reputation genießen auch die Internetauftritte von **Hochschulen** und **Berufsverbänden** (z.B. Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Gesellschaft für Informatik (GI)), da ihren Mitgliedern für das jeweilige Thema eine hohe Fachkompetenz unterstellt wird.

Ebenso sind Verweise von Webpräsenzen der **Arbeitgeberverbände** (z.B. Dachverband Gesamtmetall, Bundesarbeitgeberverband Chemie (BAVC)), **Arbeitnehmervertretungen** (z.B. Vereinte Dienstleistungsgewerkschaft (ver.di), Industriegewerkschaft Metall (IG Metall, IGM)) und auf regionaler Ebene von **Wirtschaftsverbänden** wie Industrie- und Handelskammern (IHK) hoch bewertet.

Auch Links von anerkannten **karitativen und sozialen Organisationen** können hilfreich sein.

Referenzen von den oben genannten Webauftritten zu bekommen, ist nicht einfach, aber durchaus möglich, z.B. durch Kooperationen, Partnerschaften oder langfristiges Sponsoring. Auf Grund des Vererbungsmechanismus im PageRank-Verfahren ist die Verlinkung auf einer möglichst hohen Ebene der Webpräsenz anzustreben.

Etwas leichter ist die Verlinkung in den Onlinepublikationen und Newslettern dieser Organisationen zu erreichen, indem man Fachartikel bereitstellt. Um die Chance auf die

Annahme des Beitrags zu erhöhen, sollten diese keinen werblichen Charakter haben und auf die Themen der einzelnen Ausgaben abgestimmt sein. Da die Dauerhaftigkeit des Verweises wichtig ist, sollte man sich informieren, ob ältere Ausgaben unter statischen URLs abrufbar sind.

Gerade im **Web 2.0** mit vielen Veröffentlichungsmöglichkeiten für Jedermann ist es ohne Probleme möglich, an vielen Stellen einen Verweis auf ein Internetangebot zu hinterlassen, etwa Communitys, Foren und Newsgroups, Blogs oder Newsletter.

Die Plattform bzw. der Versender ist vorab auf ein geeignetes Themenspektrum, ein möglicherweise negatives Google-Image sowie die Möglichkeit zum Platzieren von Links zu überprüfen. Danach ist Geduld gefordert, denn erst wenn es in einem Blog-Beitrag um Fragestellungen rund um das Thema der Webpräsenz geht oder in einem Forum jemand eine passende Frage stellt, kann man eine kompetente Antwort mit einem Link auf die Internetpräsenz zu einem seriösen Beitrag vereinen, der vor den Augen des jeweiligen Moderators besteht. Werbliche Beiträge hingegen gelten als Spam und werden von den Moderatoren schnell gelöscht. Darüber hinaus droht Wiederholungstätern der Ausschluss aus der Community und Kritik aus der Internetgemeinde in Form von Flames (engl. für aufflammen, sich entzünden; hier: aggressive Kommentare ohne Sachbezug) oder auch weiter reichenden Reaktionen.

Als Antwort auf Link-Bomben hat Google allerdings seinen Algorithmus angepasst und u. a. die Bedeutung von Links in Kommentaren und Diskussionsbeiträgen herabgesetzt.

Künftig wird wohl auch die thematische Übereinstimmung der verlinkten Internetangebote positiv mit in die Bewertung von Links einfließen (**Theming**). Beispielsweise wird für ein Architekturbüro der Verweis eines anderen Architekten von höherem Wert sein, als der eines Zahnarztes mit identischem PageRank. Deshalb sollte man sich schon heute verstärkt um Referenzierungen von Webpräsenzen gleicher oder nah verwandter Thematik bemühen.

4.3 Monitoring

Die Überwachung (Monitoring) betrifft Leistungsparameter der Produktivumgebung wie Erreichbarkeit und Antwortzeiten (Server-Monitoring), den Rang in den Ergebnislisten der Suchmaschinen (Rank-Monitoring) und das Verhalten der Crawler auf der Website (User-Agent-Monitoring).

4.3.1 Server-Monitoring

Das Server-Monitoring umfasst das Überwachen des Servers auf verschiedene Faktoren hin, die speziell für die Indexierung durch Suchmaschinen wichtig sind. So werten Web-Crawler neben dem eigentlichen Internetauftritt auch dessen Erreichbarkeit und die Antwortzeiten des Servers aus. Sollte ein Server bei wiederholten Besuchen nicht erreichbar

sein, so werden die Besuchsfrequenz sowie die Bewertung der Seite gesenkt. Insbesondere bei virtuellen Servern kommt es oft durch eine Überlast, die von anderen Gästen des gleichen Hosts verursacht wird, zu langen Antwortzeiten oder sogar zur Überschreitung des Zeitlimits bei der Anfrage, was ebenfalls negativ bewertet wird. Weitere häufige Gründe für die Nicht-Verfügbarkeit des Servers bzw. einzelner Dokumente sind Änderungen des Protokolls, etwa vom HyperText Transfer Protocol zum HyperText Transfer Protocol Secure (HTTPS) (engl. für sicheres Hypertext-Übertragungsprotokoll; ein Standardverfahren auf Basis des Internetprotokolls, um Daten verschlüsselt zu übertragen), und das Löschen, Umbenennen oder Verschieben von Dokumenten bei Restrukturierungsmaßnahmen.

Auch für die Struktur einer Webpräsenz gilt die Goldene Regel „Never change a running system!“ Wenn Umstrukturierungen unvermeidlich sind und andere Namen oder Speicherorte für Dokumente bedingen, so sollte man gut bewertete alte Dateien möglichst nicht löschen, sondern auf den neuen Inhalt weiterleiten, um das Ranking auf das neue Dokument zu übertragen.

Für das Server-Monitoring kann man Softwarepakete einsetzen oder den Service eines Internet Service Providers (ISP) bzw. externen Dienstleisters nutzen. Wichtig ist, dass dieser einen Serverausfall schnell und zuverlässig (z.B. per E-Mail, SMS oder sogar persönlich durch einen Anruf) meldet, um den Fehler umgehend beseitigen zu können. Nur wenn man schneller als die Web-Crawler reagiert, lässt sich eine Abstufung der Bewertung durch die Suchmaschinen vermeiden (Erlhofer 2007, S. 350 ff.).

4.3.2 Rank-Monitoring

Durch das rapide Wachstum konkurrieren mit jedem Tag immer mehr Webseiten bei den Suchmaschinen um gute Bewertungen und hohe Rankingpositionen zu ihren Keywords. Auf einem bestimmten Internetauftritt kommen externe Links neu hinzu oder entfallen aus den unterschiedlichsten Gründen. Suchmaschinen passen außerdem immer wieder – auch im Geheimen – ihre Algorithmen an.

Diese Faktoren können dazu führen, dass sich die Position eines Informationsangebots in den Ergebnislisten verschiebt, obwohl sich an dem Auftritt selbst nicht ein Bit geändert hat. Im Extremfall könnte eine Website sogar ohne eigenes Verschulden aus dem Index gelöscht werden, z.B. wenn sich ein Linkpartner oder ein Nachbar auf demselben Host als Spammer entpuppt und Googles „Sippenhaft“ greift.

Deshalb empfiehlt es sich regelmäßig, und nicht nur nach Modifikationen, die Positionen des beobachteten Webauftritts und der konkurrierenden Angebote in den Ergebnislisten der Suchmaschinen zu verfolgen.

Dazu gibt man in den Suchmaschinen die Schlüsselwörter ein, für welche ein Dokument optimiert ist, und protokolliert die Position, an der das Dokument gelistet ist. Verbesserungsmaßnahmen sollten einzeln durchgeführt und dokumentiert werden. Durch eine erneute Anfrage nach einer gewissen Zeit kann man den jeweiligen Erfolg oder Misserfolg kontrollieren und für spätere Projekte aufzeichnen.

Entdeckt man bei der Beobachtung, dass ein konkurrierender Auftritt im Ranking höher bewertet ist, so lassen sich anhand des Quelltextes dieses Dokumentes bspw. Titel, Meta-Tags, Verzeichnisstruktur und Dateinamen analysieren.

Bei großen Webauftritten ist diese Vorgehensweise sehr aufwendig, und Softwaretools zur Überwachung der Rang-Position versprechen eine effizientere Abwicklung. Da diese Werkzeuge mit automatisierten Anfragen arbeiten, die Serverzeit und Ressourcen der Suchmaschinenbetreiber in Anspruch nehmen, ist ihr Einsatz meist untersagt und stellt einen Verstoß gegen die Nutzungsbedingungen dar, der mit der Verbannung aus dem Index sanktioniert werden kann (Google 2016a). Ersatzweise bieten einige Suchmaschinen Programmierschnittstellen (Application Programming Interface, API) an, mit deren Hilfe man solche Untersuchungen durchführen kann. Die Anzahl der Anfragen ist allerdings beschränkt und auch schnell erschöpft (Koch 2007, S. 228 ff.).

4.3.3 User-Agent-Monitoring

Das **User-Monitoring** (auch als **Webanalyse** oder **Web-Controlling** bekannt) zielt darauf ab, Herkunft und Verhalten von Besuchern einer Internetpräsenz fortlaufend zu erfassen und zu analysieren, um Barrieren abbauen und Potenziale erschließen zu können. Der Auftritt soll auf Basis dieser Informationen so gestaltet werden, dass Besucher sich den Zielen des Betreibers entsprechend über die Webseiten bewegen. Gleichzeitig versucht man, Informationen über die Kunden zu gewinnen, um mehr von ihnen auf das eigene Angebot umzuleiten, dort besser auf ihre Wünsche einzugehen und sie damit an sich binden zu können.

Wenn Benutzerdaten erhoben werden, sind unbedingt die datenschutzrechtlichen Bestimmungen einzuhalten, in Deutschland insbesondere die Vorschriften des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) und des Telemediengesetzes (TMG).

Das **User-Agent-Monitoring** wendet die gleichen Verfahren auf die von Suchmaschinen ausgesandten Besucher an, die sich über ihre IP-Adresse und User-Agents (z.B. „Googlebot“, „Yahoo! Slurp“, „MJ12bot“ etc.) identifizieren lassen. Es nutzt die Daten des Web-Controllings, um den Weg der einzelnen Suchmaschinencrawler durch ein Internetangebot zu verfolgen und Barrieren für die wunschgemäße Indexierung zu identifizieren.

Grundsätzlich lässt sich die Webanalyse hinsichtlich des Orts der Datengewinnung unterscheiden in serverbasiertes Tracking (die Analyse von Protokolldateien), clientbasiertes Tracking (die Auswertung von Zählpixeln, JavaScript-Tags und Tracking-Cookies) sowie netzwerkbasierte Verfahren (Netzwerk-Protokoll-Analyse, NPA). Dabei werden Network-Sniffer zwischen dem eigenen Webserver und der Verbindung ins Internet eingesetzt, die in speziellen Logdateien die Datenverkehrsdaten speichern und dabei zusätzliche Informationen (wie etwa Session-IDs) in die URLs schreiben. NPA spielen in der Webanalyse aber eine untergeordnete Rolle und werden daher nicht näher erläutert. In der Praxis liefern insbesondere hybride Verfahren, die ihre

Informationen von Server-Logfiles und JavaScript-Tags beziehen, eine reichhaltige Datenbasis.

Obwohl sich Informationen über die User-Agents der Suchmaschinen primär aus Protokolldateien ermitteln lassen, da Crawler in aller Regel keinen JavaScript-Code ausführen und Suchmaschinenbetreiber auch keine Cookies zulassen, sollen die gängigen Verfahren zur Gewinnung von Benutzerdaten dennoch im Zusammenhang vorgestellt werden.

4.3.3.1 Server-basiertes Tracking

Webserver zeichnen alle Zugriffe auf Webobjekte auf, meist in einem der wichtigsten Standards² oder Variationen dieser Formate. Im Wesentlichen enthält jedes Log-Dateiformat dieselben Informationen, wenn auch in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet; fehlende Angaben sind durch einen Bindestrich ersetzt. Die **LogFile-Analyse** (engl. für Protokolldatei) nutzt als Datenquelle diese Zugriffsprotokolle, die jeder Webserver in Form von reinen Textdateien zur Verfügung stellt.

Abb. 4.17 zeigt ein Beispiel für einen Datensatz der Log-Datei.

Die Einträge geben also Auskunft über:

- IP-Adresse oder Adresse im Domänennamen-System (Domain Name System, DNS) des zugreifenden Computers (hier die IP-Adresse „72.30.78.233“)
- Benutzername (bei passwortgeschützten Benutzerkonten; hier „-“)
- Zeitpunkt des Zugriffs (hier „[18/Dec/2014:17:36:41 +0100]“)
- Kommando, das an den Server gesandt wurde (hier „GET“). Meistens wird mit dem Befehl GET eine Datei angefordert.
- Pfad und Dateiname des Webobjekts (hier „/delicatessen/champagner/champagner-lanson-brut.html“)
- Eingesetztes Übertragungsprotokoll (hier „HTTP/1.0“)
- HTTP-Statuscode des Servers (hier „200“ (Übertragung erfolgreich))
- Anzahl der übertragenen Byte (hier „9652“)
- Referer, also die URL, welche unmittelbar vor der aktuellen Abfrage besucht wurde (hier „-“)
- Client Systemdaten wie Betriebssystem und Browser bzw. User-Agent (hier „Mozilla/5.0 (compatible; Yahoo! Slurp;)“)

Diese Daten lassen sich datenbankgestützt oder mit unterschiedlichen Software-Tools analysieren und so Informationen über den Erfolg von Maßnahmen und weiteres Verbesserungspotenzial gewinnen.

²National Center for Supercomputer Applications Common Log File Format (NCSA-CLF) bzw. Combined (NCSA Extended), W3C Extended Log File Format (W3C-ExLF), Microsoft Internet Information Server Log File Format (MS IIE) und O'Reilly Website Professional Log File Format.

```
72.30.78.233 -- [18/Dec/2014:17:36:41 +0100]
"GET /delicatessen/champagner/lanson-brut.html HTTP/1.0" 200 9652
"--" "Mozilla/5.0 (compatible; Yahoo! Slurp;
http://help.Yahoo!.com/help/us/ysearch/slurp)"
```

Abb. 4.17 Beispiel Spuren eines Crawlerbesuchs in einer Logdatei

Zunächst ist die Anzahl der Besucher (Visitors) und Besuche (Visits) pro Tag, Woche oder Monat von Interesse. Besuche bestehen oft aus mehreren Seitenaufrufen (Page Impression), die wiederum in aller Regel die Anforderung mehrerer Seitenelemente, wie etwa einzelner Bilder (Hits), auslösen. Durch tägliche Analyse und Interpolation dieser Werte lassen sich frühzeitig das ungefähr zu erwartende Transfervolumen abgeschätzen und ggf. Skalierungsmaßnahmen einleiten.

Die durchschnittliche Verweildauer der Besucher (Stickiness) ist ein wichtiger Indikator, ob Besucher nur zufällig auf der Seite gelandet sind, oder ob sie dort für sie interessante Informationen vorgefunden haben.

Über die **IP-Adresse** des Besuchers kann dessen Herkunftsland und Standort ermittelt werden. So sieht man, inwieweit man in der angestrebten Region Erfolg hat oder ob hier noch Potenzial zur Verbesserung besteht, und kann ggf. ortsbzogene Dienste anbieten. Je nach Analyse-Tool, sofern eines verwendet wird, sind die Daten allerdings eher als Tendenz und mit Vorsicht zu bewerten. Mittels einer „Whois“-Abfrage bei Internic oder dessen regionalen Beauftragten lassen sich bei Bedarf die Informationen über den Besucher konkretisieren.

Anhand der **Pfad- und Dateiangaben** lässt sich erkennen, welche Seiten bereits häufig gefunden und aufgerufen wurden und wo noch Verbesserungspotenzial vorhanden ist. So kann auch festgestellt werden, ob die Besucher tatsächlich auf den Seiten landen, auf denen sie landen sollen, und an welchen Stellen sie die Webpräsenz wieder verlassen.

Von elementarer Bedeutung ist auch die Analyse der zurückgelieferten **HTTP-Statuscodes**. Während der Code 200 einen erfolgreichen Aufruf repräsentiert, signalisieren die folgenden Werte einen Analyse- und ggf. Handlungsbedarf:

- HTTP-Statuscode 206 (Unvollständiger Inhalt)
- HTTP-Statuscode 301 (Seite dauerhaft an anderer Stelle)
- HTTP-Statuscode 302 (Seite an anderer Stelle gefunden)
- HTTP-Statuscode 304 (Seite nicht geändert)
- HTTP-Statuscode 403 (Antwort verweigert)
- HTTP-Statuscode 404 (Seite nicht gefunden!)
- HTTP-Statuscode 500 (Interner Server-Fehler, z. B. CGI-Fehler)

Man kann anhand dieser Analyse auch sehen, wie erfolgreich die einzelnen Maßnahmen (Offpage und Onpage) waren. Durch den **URL-Referer** kann man die Herkunftsseite des

Besuchers erfahren, dies gibt Aufschluss über den Erfolg von Offpage-Maßnahmen und die Link-Popularität. Hierdurch kann auch der Erfolg der externen Verweis-Strategie überprüft werden.

Zu den Basisinformationen zählen auch **Client-Systemdaten** wie Betriebssystem und Browser bzw. User-Agent, mittels derer man nicht nur die Spuren der Crawler in der Protokolldatei für eine vertiefte Untersuchung isolieren kann, sondern auch Hinweise erhält, für welche Client-Konfigurationen eine spezielle Optimierung lohnend sein könnte.

Auf Seiten der Onpage-Verbesserung kann man durch Verwendung guter Analyse-Tools die Verweise von externen Seiten und von Suchmaschinen unterscheiden (dies ist auch bei manueller Analyse möglich, allerdings zeitaufwendiger). Diese Daten sind von hoher Bedeutung, da sich so feststellen lässt, ob die Maßnahmen auf eine bestimmte Suchmaschine hin Erfolg hatte. Neben den Besuchen über Suchmaschinen ist hier auch die Anzahl der Besucher über Direkteingabe einer URL im Browser oder Wiederbesuche über Bookmarks interessant.

Suchbegriffe, mit Hilfe derer Besucher über Suchmaschinen auf die Website gelangt sind, lassen sich ebenfalls extrahieren. Die Anwendung wird auch hier durch Werkzeuge erleichtert. Wird der angestrebte Effekt mit Hilfe der gewählten Schlüsselwörter nicht erreicht, so sind diese zu überdenken. Das heißt, sollte ein Nutzer über ein anderes Keyword als das gewünschte über Suchmaschinen auf die Seiten gelangen, besteht noch Verbesserungspotenzial.

Eine Information, die viele Tools nicht preisgeben, ist, wie regelmäßig ein Web-Crawler die Seite besucht. Häufig ist nur das Datum des letzten Besuchs vermerkt. Aber auch dies lässt sich durch eine datenbankgestützte Auswertung der Logdatei leicht herausfinden.

Die Vorteile der Logfile-Analyse liegen in der Unabhängigkeit von Client-seitigen Beschränkungen, z. B. im Hinblick auf die Ausführung von Programmcode oder den Transfer von Daten. Die Protokolldaten geben Auskunft über den Client selbst und das Verhalten des Benutzers. Diese liegen in einer einfach zu verarbeitenden Form vor und können durch Import in eine Tabellenkalkulationssoftware oder Datenbanken komfortabel nach unterschiedlichsten Aspekten und Korrelationen ausgewertet werden. Ein breites Angebot an Softwarepaketen steht bereit, um bei der Analyse der Daten zu unterstützen.

Allerdings reicht eine reine Analyse der Serverzugriffe für eine professionelle Suchmaschinenoptimierung meist nicht aus. Zu den Nachteilen dieses Ansatzes zählt eine lange Reaktionszeit, denn die Daten sind nicht in Echtzeit auswertbar.

Auch ist die Zählweise unsicher – mal werden zu viele, mal zu wenige Nutzer gezählt. So gehen Anfragen bspw. gar nicht auf dem Webserver ein, wenn sie bereits ein Stellvertreter-Rechner (Proxy) beantwortet, und mehrere Nutzer, die sich hinter der gleichen Firewall befinden, werden als ein Nutzer gezählt. Auch Seitenaufrufe, die aus dem lokalen Zwischenspeicher (Cache) des Clients bedient werden (z.B. weil Benutzer im Browser die Schaltflächen „Vorwärts“ und „Zurück“ klicken), erreichen den Webserver nie. Zu große Besucherzahlen entstehen z. B. durch die eigenen HTTP-Requests, sofern

sie nicht von einer statischen IP-Adresse erfolgen und anhand dieser herausgefiltert werden können.

Dynamische IP-Adressen erschweren auch die Zuordnung von Sitzungen zu einzelnen Nutzern und machen die Ermittlung Unique Usern unmöglich. Unique User sind eindeutig identifizierbare, menschliche Besucher auf eine Website, d. h. auch wenn zwischen den einzelnen Seitenaufrufen eine bestimmte Zeitspanne liegt, liefert der Besucher zwar mehrere Visits, gilt aber dennoch als ein einziger Unique User. Diese Messgröße kann nur im Verbund mit Client-basierten Trackingverfahren ermittelt werden

Bei einer erfolgreichen Internetpräsenz können die Log-Dateien darüber hinaus schnell so groß werden, dass die schiere Datenmenge ausgefeilte, automatisierte Analyseprozesse und eine leistungsstarke Hardware erfordert. Dies gilt insbesondere für komplexe dynamische Websites, die z. B. zum Zwecke der Lastverteilung auf mehrere Hosts verteilt oder in viele (Sub-) Domains strukturiert sind.

4.3.3.2 Clientbasiertes Tracking

Bei der Client-seitigen Datenerhebung gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Entweder man erwirbt eine Software und betreibt diese selbst, oder man entscheidet sich für eine Application Service Provider (ASP, engl. für Anwendungsdienst-Anbieter)-Lösung. Hierbei werden die gesamte Wartung der Infrastruktur und die Weiterentwicklung der Software vom Anbieter der Web-Analyse-Software übernommen. Zu den gängigen Verfahren zählen Zählpixel, JavaScript-Tags und Cookies.

Zählpixel sind die einfachste Form, um in Echtzeit statistische Werte über die Nutzung einer Webseite zu gewinnen, und werden von ihren Gegnern gerne als Web-Wanzen (Web-Bugs) bezeichnet. Dabei handelt es sich meist um 1×1 px kleine Bilder in Webseiten und HTML-E-Mails, die in der Farbe des Hintergrundes oder transparent gestaltet sind. Dadurch sind sie für den Benutzer unsichtbar und lassen sich nur mit Plug-ins wie Ghostery entdecken. Bei ihrem Aufruf registriert der Server die im vorhergehenden Kapitel geschilderten Informationen und setzt bspw. einen Zähler (Counter) jeweils um Eins hoch.

Zählpixel lassen sich automatisiert durch Einsetzen des Codes in die Templates des CMS in den Quellcode von Webseiten einfügen. Da sich das Verweisziel nicht auf dem gleichen Server wie die eigentlichen Inhalte befinden muss, können externe Dienstleister die Sammlung, Speicherung und Auswertung der Daten übernehmen. Auch Spam-Versender versuchen mit diesem Verfahren herauszufinden, ob und wann die E-Mail geöffnet wurde (und die Adresse damit gültig ist).

Eine reichere Datenausbeute verspricht der zusätzliche Einsatz von **JavaScript-Tags**. Der JavaScript-Code wird nach dem gleichen Prinzip in den Quellcode der Seite integriert, erzeugt aber einen digitalen Fingerabdruck des Clients, den er an den Server übermittelt. Aus diesem lassen sich nicht nur die Konfiguration des Clients (Monitorauflösung und Farbtiefe, installierte Plug-ins etc.) sondern u. U. auch sicherheitskritische Informationen wie Mausbewegungen oder Tastatureingaben der Besucher ableiten und zum Cross-Side-Scripting (XSS) missbrauchen.

Zu den Vorteilen beider Ansätze zählt, dass umfangreiche Daten in Echtzeit vorliegen und sich auch komplexe Websites, dynamische URLs sowie HTML-E-Mails gut analysieren lassen.

Allerdings funktionieren diese Verfahren nur, wenn Zählpixel nicht blockiert werden bzw. JavaScript im Browser aktiviert ist (im Dezember 2014 hatten allerdings fast alle untersuchten Browser JavaScript aktiviert (Webhits 2014d)). Der teils umfangreiche JavaScript-Code muss auf allen auszuwertenden Seiten einer Website eingebaut sein und reduziert die Performance. Darüber hinaus wirken sich Performance-Probleme beim Dienstleister direkt auf das eigene Internetangebot aus. Aus juristischer Sicht sind diese Verfahren noch problematischer, und Gerichte in Deutschland gehen jüngst dazu über, Datenschutzbestimmungen enger auszulegen.

Cookies

Beim Versuch, im verbindungslosen HTTP-Übertragungsverfahren einzelne Seitenaufrufe einer Sitzung und eine Sitzung einem eindeutigen, eventuell wiederkehrenden Besucher zuzuordnen, setzen viele Web-Entwickler den **HTTP-State Management Mechanism** (engl. für ein Verfahren zur Verwaltung des HTTP-Status) ein, auch Cookie genannt. Dieser gestattet, mittels der Schlüsselworte „Set-Cookie“ und „Cookie“ eine logische Sitzung zu etablieren und relevante Informationen zwischen deren einzelnen HTTP-Requests zwischenspeichern.

Mit dem Begriff „Set-Cookie:“ und den zu speichernden Inhalten eröffnet ein Web-Server die Sitzung. Sofern der Browser Cookies akzeptiert, speichert er eine Text-Datei mit den enthaltenen Informationen dauerhaft (persistent) in einem bestimmten Verzeichnis auf der Festplatte des Clientsystems. Mit dem Begriff „Cookie:“ leitet der Client bei jeder späteren Anfrage die Übermittlung eventuell vorhandener Cookies der jeweiligen Internetpräsenz ein und informiert den Server so über den bisherigen Ablauf der Sitzung.

Cookies dürfen eine maximale Größe von 4 KB nicht überschreiten und enthalten Informationen zur Steuerung ihres Verhaltens sowie vom Web-Entwickler definierte Nutzdaten. Die **Informationen zur Verwaltung und Steuerung** können z.B. folgende Attribute umfassen: Den Namen und die Version des Cookies, sein Ablaufdatum bzw. die Ablaufzeit in Sekunden, Beschränkungen hinsichtlich Domainnamen, Pfad und Ports, einen Kommentar zur Funktionsweise des Cookies bzw. eine URL, welche auf eine solche Beschreibung verweist, die Anweisung zum Rücksenden über eine (mindestens ebenso) sichere Verbindung und das Kommando, dieses Cookie bei Beendigung des Webbrowsers zu löschen.

Typische **Nutzdaten** sind Benutzer- und Session-Identifikation, die vom Besucher zuletzt aufgerufene Seite und eventuelle Einträge des Benutzers in Formularen wie etwa Suchbegriffe oder Artikelnummern in einem virtuellen Warenkorb. Prinzipiell können alle Informationen enthalten sein, die einem Webserver zugänglich sind.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale bei Cookies sind Lebensdauer, Herkunft und Berücksichtigung von Datenschutzinteressen.

Im Hinblick auf die **Lebensdauer** ist ein wichtiges Kriterium, ob es sich um permanente Cookies ohne Verfallsdatum handelt oder um Sitzungs-Cookies, die am Ende der Sitzung automatisch gelöscht werden.

Nach der **Herkunft** differenziert man in solche Cookies, die das besuchte Internetangebot selbst speichert (First Party) und solche, die andere Server (Third Party) setzen, z. B. über Zählpixel oder Werbebanner. Letztere werden auch als Tracking (von engl. to track – nachspüren, verfolgen) Cookies bezeichnet, weil sich mit ihrer Hilfe prinzipiell das Besucherverhalten nicht nur sitzungs- sondern auch webseitenübergreifend erfassen und zum Aufbau detaillierter Benutzerprofile verwenden lässt.

Ob den Web-Entwicklern der **Datenschutz** am Herzen lag, erkennt man an der Anonymität und Konformität mit den Vorgaben der Platform for Privacy Preferences (P3P), einer auf Selbstauskünften der Webseiten-Betreiber basierende technische Plattform des W3C, die Nutzer informieren soll, was mit den bei einem Besuch anfallenden personenbezogenen Daten geschieht.

Es gibt massive datenschutzrechtliche Bedenken, insbesondere gegen personenbezogene und persistent gespeicherte Cookies. Die größten Chancen, von Benutzern akzeptiert zu werden, haben First Party Sitzungs-Cookies, die P3P-konform gestaltet sind.

Bei aller Kritik sind HTTP-Cookies für eine professionelle Webanalyse, die den Unique User und nicht die einzelne Sitzung in das Zentrum ihrer Aufmerksamkeit stellt, unverzichtbar.

Auch wenn im Dezember 2014 fast 99 % aller untersuchten Browser Cookies akzeptierten (Webhits 2014b), weisen auf Cookies beruhende Messtechniken bei der Identifikation von Unique Usern dennoch Unschärfen auf. Eine nicht zu vernachlässigende Zahl von Benutzern rufen Webseiten von unterschiedlichen Endgeräten aus auf, z. B. dem Arbeitsplatz-PC, dem Heim-Laptop und einem Rechner im Internet-Café, und werden deshalb jedes Mal als neue Benutzer gewertet. Gleicher gilt, wenn die Cookies auf dem Client seit dem letzten Besuch (manuell oder zeitgesteuert) gelöscht wurden (Cookie Death). Bereits im Jahre 2004 traf das binnen eines Monats auf ca. 40 % aller Systeme zu (Juptiermedia 2005) und aufgrund der gestiegenen Präsenz des Themas in den Massenmedien und dem Einsatz von Anti-Spyware ereilt heute eine noch größere Zahl von Cookies der vorzeitige Tod.

Andererseits kann die gemeinsame Nutzung eines PC (etwa in Schulen oder Familien) dazu führen, dass Erstbesucher fälschlicherweise als wiederkehrender Besucher erscheinen.

Alternative Methoden wie Adobes Local Shared Objects (LSOs) bieten zwar eine Möglichkeit, Besucher auch dann wieder zu erkennen, wenn sie verschiedene Browser verwenden, sind aber im Hinblick auf den Datenschutz noch bedenklicher (siehe Kap. 8.5.1) und davon abgesehen nur bei solchen Produktionen sinnvoll, die ohnehin ein aktives Flash-Plug-in auf dem Client erfordern (im Dezember 2014 hatten ca. 61 % aller untersuchten Browser Flash installiert (Webhits 2014c)).

4.4 Löschung der Seite aus Suchmaschinen

Zur Suchmaschinenoptimierung kann auch gehören, Seiten aus dem Index löschen zu lassen. Anlässe sind meist veraltete Informationen oder abgemahnte Verstöße gegen das Wettbewerbsrecht. Nach dem Löschen des Dokuments auf dem Server markiert man dazu die betroffene Seite in der Datei „robots.txt“ als gesperrt und meldet die zu löschen URL erneut bei der Suchmaschine an, um sicherzustellen, dass ein Crawler wiederkommt. Sobald dieser versucht, die Seite aufzurufen, liefert der Server den HTTP-Statuscode 404 zurück. Darauf reagiert die Suchmaschine mit dem Entfernen des Dokuments und dem entsprechenden Eintrag samt gecachter Seiten aus dem Index (siehe Abschn. 4.1.1.1). Einige Suchmaschinen bieten Webmastern auch die Möglichkeit, Seiten automatisch löschen zu lassen.

Bevor man Seiten online stellt, sollte man sich stets bewusst sein, dass sich die Veröffentlichung auch durch das Entfernen aus dem Cache der Suchmaschinen nicht mehr spurlos zurücknehmen lässt. Spezielle Suchmaschinen wie The Waybackmachine archivieren Webseiten und gestatten auch noch Jahre oder Jahrzehnte nach deren Löschung Zugriff darauf.

4.5 Linkverzeichnis

Nutzungsbedingungen Google <http://www.google.de/accounts/TOS>

Richtlinien Google <http://www.google.com/support/webmasters/bin/answer.py?hl=de&answer=35769>

Spezifikationen aller HTTP-Statuscodes <http://www.w3.org/Protocols/rfc2616/rfc2616-sec10.html>

Spezifikationen aller Medientypen <http://www.iana.org/assignments/media-types/media-types.xhtml>

Google-Operatoren <https://support.google.com/websearch/answer/136861?hl=e>

Test zur Überprüfung auf „schlechte Nachbarschaft“ <http://www.bad-neighborhood.com/text-link-tool.htm>

Google Toolbar <http://www.google.com/intl/de/toolbar/ie/features.html>

Beispiel eines Dienstleister für die Ermittlung des PageRanks <http://www.database-search.com/sys/pre-check.php>

Touch-Graph Navigator 2 <http://www.touchgraph.com/navigator.html>

Flughafenkürzeln der International Air Transport Association (IATA) <http://www.iata.org/publications/Pages/code-search.aspx>

Google AdWord-Keyword-Tool <https://adwords.google.de/KeywordPlanner>

Test zur Überprüfung von Verlinkungen <http://validator.w3.org/checklink>, <http://website-link-checker.online-domain-tools.com>

W3C Validator <http://validator.w3.org>

Standard für die Zugriffskontrolle durch Crawler (Standard for Robots Exclusion, SRE) <http://www.robotstxt.org/norobots-rfc.txt>, <http://www.robotstxt.org/orig.html>

Test zur Überprüfung der „robots.txt“-Datei <http://tool.motoricerca.info/robots-checker.phtml>
ISO-Zeichensatz 8859-1 <http://www.w3.org/TR/html4/sgml/entities.html#iso-88591>
Berechnung der Keyword-Dichte durch Softwaretools <http://www.wdfidf-tool.com>
Open Directory Project (ODP) <http://dmoz.org>
„Whois“-Abfrage bei Internic <https://www.internic.net/whois.html> und dessen deutschem Beauftragten Denic <http://www.denic.de>
Anti-Zählpixel-Plug-In Ghostery <https://www.ghostery.com/de/download>
HTTP-State Management Mechanism <http://www.ietf.org/rfc/rfc2109.txt>
Platform for Privacy Preferences <http://www.w3.org/P3P/>
Website bei Google löschen <https://support.google.com/webmasters/answer/6332384?hl=de>
Suchmaschine „The Waybackmachine“ <http://www.archive.org/index.php>

Literatur

- Bischopnick und Ceyp 2007. Von Bischopnick, Y., Ceyp, M., Suchmaschinen-Marketing: Konzepte, Umsetzung und Controlling. Springer Verlag, Berlin und Heidelberg 2007.
- Brin/Page 1998. Brin, S., Page, L., The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine, in: Computer Networks and ISDN Systems 30 (1998), S. 107ff.; auch unter URL: <http://infolab.stanford.edu/~backrub/google.html>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Chitika 2013. O. V., The Value of Google Result Positioning, Chitika, Inc. (Hrsg.), 7 June 2013, URL: <https://chitika.com/google-positioning-value>, abgerufen am 16.10.2015.
- Cutts 2006. Cutts, M., Myth busting: virtual hosts vs. dedicated IP addresses, URL: <http://www.mattcutts.com/blog/myth-busting-virtual-hosts-vs-dedicated-ip-addresses>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Erlhofer 2007. Erlhofer, S., Suchmaschinenoptimierung für Webentwickler, 3. aktualisierte und erweiterte Aufl., Galileo Press, Bonn 2007.
- Fischer 2006. Fischer, Mario. Website Boosting, mitp, Heidelberg 2006.
- Gallenbacher 2000. Gallenbacher, J., Web komplett, 3., überarb. u. aktualis. Aufl., C & I Computer-U. Literaturverlag, Böblingen 2000.
- Google 2007. O. V., Betrachtungsverlauf einer SERP, Eine Eyetracking-Studie zur Google Suchergebnisseite, Google Inc. (Hrsg.), URL: <http://full-value-of-search.de/pdf/Betrachtungsverlauf%20einer%20SERP%20-%20Eine%20Eyetracking-Studie%20zur%20Google%20Suchergebnisseite.pdf?1254243729>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014
- Google 2016a. O. V., Automatisierte Anfragen, Google Inc. (Hrsg.), URL: <http://www.google.com/support/webmasters/bin/answer.py?answer=66357>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Google 2016b. O. V., Richtlinien für Webmaster, Google Inc. (Hrsg.), URL: <http://www.google.com/support/webmasters/bin/answer.py?answer=35769&hl=de>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Google 2016c. O. V., XML-Sitemap-Richtlinien, Google Inc. (Hrsg.), URL: <https://support.google.com/webmasters/answer/183668?hl=de>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Hambridge 1995. Hambridge, S., Netiquette Guidelines, Network Working Group RfC 1855, URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc1855>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Heise Online 2003. O. V., Google überrascht bei der Suche nach erbärmlichen Versagern, Heise Online (Hrsg.), Meldung Nr. 42679 vom 06.12.2003, URL: <http://www.heise.de/newsticker/>

- [meldung/Google-ueberrascht-bei-der-Suche-nach-erbaermlichen-Versagern-89831.html](http://www.google.com/Google-ueberrascht-bei-der-Suche-nach-erbaermlichen-Versagern-89831.html), letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Heise Online 2007. O. V., Geheime Bombenentschärfung bei Google, Heise Online (Hrsg.), Meldung Nr. 84386 vom 28.01.2007, URL: <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Geheime-Bombenentschaerfung-bei-Google-139484.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Ihlenfeld, J., 2006a. Google setzt BMW vor die Tür, URL: <http://www.golem.de/0602/43155.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Ihlenfeld 2006b. Ihlenfeld, J., Google findet bmw.de wieder, URL: <http://www.golem.de/0602/43211.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Juptiermedia 2005. O. V., Measuring Unique Visitors: Addressing the Dramatic Decline in the Accuracy of Cookie-Based Measurement, Corp. (Hrsg.) URL: <http://archivesite.tvb.org/pdf/multiplatform/Jupiter-Research-Measuring-Unique-Visitors.pdf>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Karzauninkat/Alby 2006. Karzauninkat, S., Alby, T., Suchmaschinen Optimierung, Carl Hanser Verlag, München und Wien 2006.
- Koch 2007. Koch, D., Website-Marketing für Entwickler, Addison-Wesley, München 2007.
- Kunder 2016. de Kunder, M., The size of the World Wide Web (The Internet), URL: <http://www.worldwidewebsize.com>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Ludwig et al. 2012. Ludwig, C., Thesmann, S., Gaubitz, M.,: Effizientes Link-Management: Lohnende Maßnahmen, Wirtschaftsinformatik & Management (2012) 01, S. 74ff.
- Luhn 1958. Luhn, H. P., The Automatic Creation of Literature Abstracts, IBM Journal of research and development 2 (1958) 2, S. 159.
- Maynes und Everdell 2014. Maynes, R., Everdell, I., The evolution of Google search results pages, Mediative (Hrsg.), URL: <http://www.mediative.com/whitepaper-the-evolution-of-googles-search-results-pages-effects-on-user-behaviour>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Miller 2013. Miller, C., Google Alters Search to Handle More Complex Queries, The New York Times, September 26, 2013, URL: <http://bits.blogs.nytimes.com/2013/09/26/google-changes-search-to-handle-more-complex-queries>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Netcraft 2015. O. V., November 2015 Web Server Survey, Netcraft Ltd. (Hrsg.), URL: <http://news.netcraft.com/archives/2015/11/16/november-2015-web-server-survey.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Seibert/Hoffmann 2006. Seibert, B., Hofmann, M., Professionelles Webdesign mit (X)HTML und CSS, Galileo Press, Bonn 2006.
- SmartInsights 2013. O. V., Clickthrough rate per advert position in Adwords. November 19, 2013, SmartInsights, Ltd. (Hrsg.), URL: <http://www.smartinsights.com/paid-search-marketing-ppc/paid-search-analytics/clickthrough-rate-per-advert-position-in-adwords>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- StatCounter 2016a. O. V., Top 5 Desktop, Mobile & Tablet Search Engines in Germany from Dec 2015 to Jan 2016, StatCounter Global Stats (Hrsg.), URL: http://gs.statcounter.com/#desktop+mobile+tablet-search_engine-DE-monthly-201512-201601, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- StatCounter 2016b. O. V., Top 5 Desktop, Mobile & Tablet Search Engines from Dec 2015 to Jan 2016, StatCounter Global Stats (Hrsg.), URL: http://gs.statcounter.com/#desktop+mobile+tablet-search_engine-ww-monthly-201512-201601, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Stiller/Szymanski 2008. Stiller, J., Szymanski, K., Dynamic URLs vs. static URLs, Google Webmaster Central Blog vom 22.09.2008, URL: <http://googlewebmastercentral.blogspot.com/2008/09/dynamic-urls-vs-static-urls.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Thesmann et al. 2011. Thesmann, S., Wolff, P. M., Ludwig, C., Effizientes Link-Management: Worauf Google achtet, Wirtschaftsinformatik & Management (2011) 05, S. 26ff.

- Webhits 2014b. O. V., Web-Barometer (Cookies), Webhits (Hrsg.), URL: <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Webhits 2014c. O. V., Web-Barometer (Installierte Plug-ins), Webhits (Hrsg.), URL: <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Webhits 2014d. O. V., Web-Barometer (Java aktiviert), Webhits (Hrsg.), URL: <http://www.webhits.de/deutsch/index.shtml?webstats.html>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Wyszomierski/Grothaus 2007. Wyszomierski, M, Grothaus, G., A spider's view of Web 2.0, Google Webmaster Central Blog (Hrsg.) vom 06.11.2007, URL: <http://googlewebmastercentral.blogspot.de/2007/11/spiders-view-of-web-20.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Zipf 1932. Zipf, G., K., Selected Studies of the Principle of Relative Frequency in Language, Harvard University Press, Cambridge 1932.

Zusammenfassung

Der Designprozess beginnt mit dem Verfassen eines Exposés. Es besteht aus einer ersten Anforderungsanalyse und kurzen Vorschau auf das Projekt mit seinen wesentlichen Zielen, der Grundidee, dem Nutzungskontext, Rahmenbedingungen und einer vorläufigen Aufwand- und Nutzenschätzung. Auf dieser Basis entscheidet der Auftraggeber, ob das Projekt wie vorgeschlagen begonnen wird, ob Änderungen im Exposé erforderlich sind oder ob das Projekt verworfen wird.

Bereits zu diesem frühen Zeitpunkt sollten Sie Personen und Personengruppen identifizieren, die in irgendeiner Form an der Entwicklung beteiligt oder von ihr betroffen sein werden, um deren durchaus heterogene Interessen erfassen und beim Ausarbeiten der Anforderungen an die Applikation berücksichtigen zu können. Dabei handelt es sich um den Auftraggeber (und, falls abweichend, der bzw. die Anwender), die (potentiellen) Benutzer sowie betroffene Entwickler, Mediendesigner und Administratoren der Anwender.

Im Folgenden erfahren Sie,

- welche Dimensionen eine Zieldefinition berücksichtigen sollte,
- wie Sie kurz und prägnant die Grundidee zur Erreichung dieser Ziele formulieren,
- welche Aspekte des Nutzungskontext für das Design wichtig sind und wie Sie die künftigen Benutzer(gruppen) mit Hilfe von Zielgruppendefinitionen und Personas beschreiben,
- welche Rahmenbedingungen des Projektes Sie dokumentieren sollten und
- wie Sie bereits zu diesem frühen Zeitpunkt eine erste Aufwands- und Kostenschätzung durchführen können.

5.1 Zieldefinition

Unternehmensziele sind hierarchisch aufgebaut: Aus strategischen Zielen (Planungshorizont > 3 Jahre) leiten sich taktische Ziele ab (Planungshorizont 1–3 Jahre), und aus diesen wiederum operative Ziele (Planungshorizont < 1 Jahr). Bei der Definition der Projektziele ist auf die Übereinstimmung mit den strategischen, taktischen und operativen Zielen des Unternehmens zu achten.

Die **Zieldefinition** (Abb. 5.1) beschreibt drei Dimensionen:

- Inhaltliches Ziel (Was soll erreicht werden?)
- Zielerreichungsgrad (Inwieweit soll das Ziel erreicht werden?)
- Zeitliches Ziel (Bis wann soll das Ziel erreicht werden?)

5.2 Grundidee

Die Grundidee (Synopsis) beschreibt kurz und prägnant das Thema (Arbeitsaufgabe) und die essentiellen Bestandteile (Arbeitsmittel) der vorgeschlagenen Problemlösung. Eine mögliche Grundidee zu der in Abb. 5.1 definierten Problemstellung zeigt Abb. 5.2.

Strategisches Ziel eines Reiseanbieters ist es, Marktführer im Bereich Pauschalreisen ins Mittelmeer zu werden. Dazu sollen u.a. in den nächsten drei Jahren der Marktanteil durch Ansprache neuer Zielgruppen über Spartenangebote um 20 % gesteigert und zugleich die Bearbeitungskosten pro Reisevertrag um 30 % gesenkt.

Abb. 5.1 Beispiel für eine Zieldefinition

Grundidee ist der Aufbau einer Internetpräsenz, welche die Kombination einzelner Bausteine (Mass Customizing) zu Reiseangeboten durch den Endverbraucher selbst in den Sparten Kultur-, Sprach-, Abenteuer-, Sport-, und Wellness-Urlaub ermöglichen. Das System soll die Beratung, Präsentation, Verfügbarkeitsanfrage, Buchung, Stornierung von Reisen sowie den Vertrieb von Reiseversicherungen anbieten. Es soll als Website, mobile Website und mobile App verfügbar und in die bestehende informationstechnische Infrastruktur des Reiseveranstalters integriert sein.

Abb. 5.2 Beispiel für eine Grundidee

5.3 Nutzungskontext

Grundvoraussetzung für die Ermittlung von Anforderungen an eine gebrauchstaugliche und emotional ansprechende Gestaltungslösung ist es zu wissen, von wem die Software eingesetzt werden soll, unter welchen Umgebungsbedingungen sie eingesetzt wird, welchem Zweck der Benutzer damit verfolgt und wie er damit umgeht. Der Nutzungskontext beschreibt also im Wesentlichen:

- **Nutzer:** Absichten und Ziele, Eigenschaften (Kenntnisse und Fähigkeiten, Vorlieben und Abneigungen, Erwartungen und Ängste, mentale Modelle und Verhaltensweisen) sowie die den Nutzer beeinflussenden physische und soziale Umgebung
- **Anlass:** zufällig oder gezielt
- **Nutzungshäufigkeit:** einmalig oder wiederkehrend
- **Umfeld:** öffentlicher Raum, halböffentlicher Raum, privat, unterwegs
- **Nutzungsmodus:** vorgebeugt/aktiv (Lean Forward) oder passiv/zurückgelehnt (Lean Back)
- **Situation:** stationär oder mobil
- **Endgerät:** Geräteart, Geräteorientierung und verfügbare Datenrate

5.3.1 Zielgruppendefinition

Vor dem Entwurf einer internetbasierten Problemlösung ist festzulegen, welche Zielgruppe(n) man damit ansprechen möchte, denn deren Anforderungen beeinflussen Entwurf, Realisierung und Implementierung massiv, vor allem die Auswahl und Präsentation des Inhalts sowie die angebotenen Interaktionsmöglichkeiten. Dass sich ein Webauftritt zu einer Kindersendung im Fernsehen vom Internetangebot eines Finanzdienstleisters für institutionelle Anleger im Design grundlegend unterscheiden muss, ist aufgrund der Heterogenität der Zielgruppen offenkundig.

Bei der Definition der Zielgruppe(n) kann man auf die Hilfe von Marktforschungsunternehmen und die Sinus Milieus der Sinus Sociovision zurückgreifen. Abb. 5.3 zeigt, dass diese Milieus Gesellschaften auf Basis von sowohl sozialer Lage als auch grundlegender Wertorientierungen segmentieren und deren charakteristischen Lebenswelten und Lebensstile beschreiben (Sinus Institut 2015).

Um die Bedürfnisse der Adressaten erkennen zu können, reicht es i. d. R. nicht aus, zu versuchen, sich in die Zielgruppen hineinzudenken und aus deren Sichtweise den Entwurf zu konzipieren. Vielmehr sollte ein detailliertes Eigenschaftenprofil aller relevanten (Sub-)Zielgruppen erstellt werden, aus dem sich Anforderungen an die künftige Anwendung ableiten lassen. Es umfasst vor allem persönliche Faktoren wie Kenntnisse und Erfahrungen, Fähigkeiten und Beeinträchtigungen, Motivation und Erwartungen, Präferenzen, Präjudizien und Prioritäten.

Die Sinus-Milieus® in Deutschland 2015

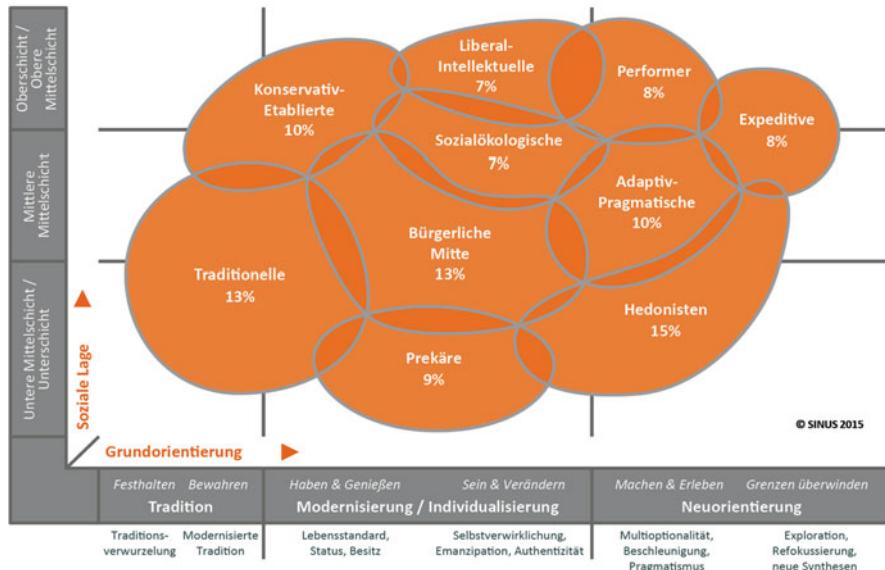


Abb. 5.3 Sinus Milieus in Deutschland 2015

Eine **Zielgruppendefinition** sollte mindestens die folgenden Elemente umfassen:

- Die **Größe**, also die Anzahl an Personen. Sie wirkt sich auf die Kalkulation und auf die zu erwartenden Anfragen pro Zeiteinheit aus, für welche die Software (z. B. durch schnelle Programmlogik) und ihre Umgebung (z. B. durch Lastverteilung) ausgelegt werden müssen.
- Die **soziodemografische Struktur** (Geschlechteranteile, Altersgruppen, Familienstand, Bildungsstand, Einkommensverhältnisse) hat vielfältige Auswirkungen. Die Geschlechteranteile wirken sich vor allem auf die Art der Ansprache und der Präsentation aus (siehe Kap. 3.1.1, 4.2.1.2 und 7.4.4). Der Familienstand lässt auf weitere Interessen schließen und bestimmt, welche Produkteigenschaften hervorgehoben werden (beim Automobil für Familien etwa der Stauraum und die Unterhaltungsmöglichkeiten für Kinder, und für Kinderlose etwa die Eleganz des Designs oder Leistungsstärke des Antriebs). Der Bildungsstand beeinflusst neben den Inhalten insbesondere den Satzbau und die Wortwahl in Textelementen. Die Einkommensverhältnisse sind bspw. für die Auswahl an angebotenen Produkten oder die Gestaltung von Preisen, Entgelten und Gebühren relevant.
- Der **fachliche Wissensstand**, also der Anteil an Einsteigern, Fortgeschrittenen und Experten in fachlicher Hinsicht. Dieser wirkt sich insbesondere auf die Auswahl und Präsentationsform der Inhalte aus. So reichen z. B. einem Experten bereits wenige Eckdaten, um sich ein Bild von einem Produkt machen zu können, während der Fortgeschrittene dafür eine Animation des Funktionsprinzips benötigt und der Einsteiger zusätzlich ein Video vom Produkt im Einsatz zu sehen bekommt.

- Der **IV-Wissensstand**, also der Anteil an Einsteigern, Fortgeschrittenen und Experten in der Informationsverarbeitung. Er hat vor allem für die Gestaltung der Benutzerschnittstelle Konsequenzen, insbesondere für die Komplexität von Navigation, Suche und anderen Interaktions- und Dialogmöglichkeiten. Während bspw. Einsteiger sich auf der Suche nach einem Produkt häufig explorativ durch die Angebote einer Produktkategorie bewegen und am besten mit einer einfachen Volltextrecherche zureckkommen, neigen Fortgeschrittene zu einer selektiveren Vorgehensweise unter Verwendung von Sitemap und erweiterten Suchfunktionen, während Experten einen direkten, schnellen Zugang, z. B. über eine Produkt-Identifikationsnummer zu schätzen wissen.
- **Generelle Erwartungen** an die Produktion beziehen sich vor allem auf Informationsangebot und Darstellungsform, Einfachheit der Bedienung, Reaktions- und Antwortzeiten sowie Nutzungskosten. Neben den eigentlichen Erwartungen sind auch eventuelle Vorurteile zu berücksichtigen. Interessant ist ebenfalls, welche Informationen besonders wichtig sind, um diese an prominenter Stelle platzieren zu können.
- Sind weitere **Interessen** bekannt, kann dies zur Schaffung von Mehrwertdiensten genutzt werden. Beispielsweise bietet es sich an, auf der Seite eines Fußball-Fanklubs mit Ausrichtung auf Hedonisten zusätzliche Informationen (etwa Kneipenführer für alle Spielorte), Angebote (etwa Fanartikel, Sportausstattung und -bekleidung, Reiseorganisation) und Funktionen (etwa Onlinespiele, Foren zu einschlägigen Themen) zu integrieren.
- Auch **Nutzungsanlass** und **Nutzungshäufigkeit** (inklusive Zeitpunkt und verfügbares Zeitbudget) können für die Gestaltung relevant sein. Wird z. B. eine Internetpräsenz gezielt und wiederkehrend genutzt, sind die Besucher eher bereit, Cookies zuzulassen oder ein Profil anzulegen, um den Benutzungskomfort zu erhöhen, als wenn Benutzer zufällig oder einmalig auf dem Webauftritt sind. Eine berufliche Verwendung weist im Gegensatz zum privaten Besuch auf ein geringes Zeitbudget hin, welches einen schnellen Informationszugriff und eine kompakte Informationsdarstellung erfordert. Die Frage nach dem Zeitpunkt der Nutzung gestattet die frühzeitige Erkennung von Lastspitzen.
- **Technische Zugangsrestriktionen**, z. B. im Hinblick auf Zugangsgeräte (PC/Laptop, Tablet PC, Smartphone) und Übertragungsgeschwindigkeit im verwendeten Netz, können selbst bei einer weitgehend barrierefreien Gestaltung der Anwendung z. B. dazu führen, dass auf bestimmte Darstellungsformen verzichtet werden muss.
- Darüber hinaus sind **Besonderheiten** (z. B. ethnische, kulturelle, religiöse, politische, geografische, körperliche) sowie **Conditiones sine qua non** („Heilige Kühe“) bei der Gestaltung (z. B. Themenauswahl, Motiv- und Farbwahl, Bildschirmstruktur) und Realisierung (z. B. Barrierefreiheit) zu berücksichtigen.

Dennoch ist eine Zielgruppendefinition und -analyse nur ein Anhaltspunkt, denn eine homogene Zielgruppe mit „dem“ typischen Besucher existiert nicht. Deshalb sollte sich das Webangebot so weit wie möglich automatisch an den jeweiligen Benutzer anpassen (z. B. an die eingestellte Sprache oder Bildschirmauflösung) bzw. vom Anwender nach seinen Bedürfnissen anpassen lassen (z. B. Platzierung von Seitenelementen, Wahl der Schriftgröße, Audioeinstellungen etc.).

5.3.2 Personas

Zielgruppendefinitionen sind wichtig, um die Vielfalt von Eigenschaften und Besonderheiten möglicher Besucher berücksichtigen zu können. Sie reichen aber für die Gestaltung eines Benutzererlebnisses (**User Experience**) nicht aus, denn Erlebnisse sind emotionale Erfahrungen, Zielgruppen hingegen abstrakte Konstrukte. Deshalb beschreibt man beim **User Experience Design** als Stellvertreter von Zielgruppen virtuelle Personen (**Personas**), z.B.

- *Franziska*
 - Rentnerin (76 Jahre)
 - verwitwet, 2 erwachsene Kinder in den 50ern, 3 erwachsene Enkelkinder in den 30ern, 3 jugendliche Ur-Enkel
 - kein PC, Smartphone zu Weihnachten geschenkt bekommen
 - möchte vor allem mit Familie in Kontakt bleiben
 - vorsichtig
- *Andrea*
 - Hauptabteilungsleiterin (50 Jahre)
 - 2 Kinder Anfang/Mitte 20
 - Eigenheim am Strand
 - viel Erfahrung mit MS Windows und MS Office
 - zielstrebig und erfolgsorientiert
 - wichtige Multiplikatorin
- *Mohammed*
 - Handwerker (23 Jahre)
 - Migrant, spricht nur wenig Deutsch
 - Single
 - Mietwohnung in der Stadt
 - Computerspieler, nutzt viele soziale Medien und Web TV, grundlegende Erfahrung mit MS Windows und MS Office
 - legt Wert auf Besitz und Status
 - Meinungsführer in seiner sozialen Gruppe

Eine detailliert menschliche Beschreibung der Personas (fehlerhaft gebildeter Plural von persona, lat. für Rolle, Charakter, Darsteller) mit ihren Zielen, Erwartungen, Emotionen und ihrem Nutzungsverhalten hilft dem Entwickler, sich in die Benutzer hineinzudenken, Empathie zu entwickeln und auf diese Weise gelungene Benutzererlebnisse zu kreieren. Dies ist insbesondere in Business-to-Consumer-Produktionen wichtig. Die Personas erleichtern es dem Entwickler, eine plastischere Vorstellung von künftigen Benutzern und eine „persönlichere“ Beziehung zu ihnen zu entwickeln, Vorteile und Hindernisse von Entwurfsentscheidungen aus Benutzersicht zu prüfen und die Kommunikation im Team zu verbessern. Abb. 5.4 zeigt auf der linken Seite einen zustimmungspflichtigen Hinweis bei der Installation einer App und auf der rechten Seite, was Franziska und Mohammed davon wirklich wahrnehmen.

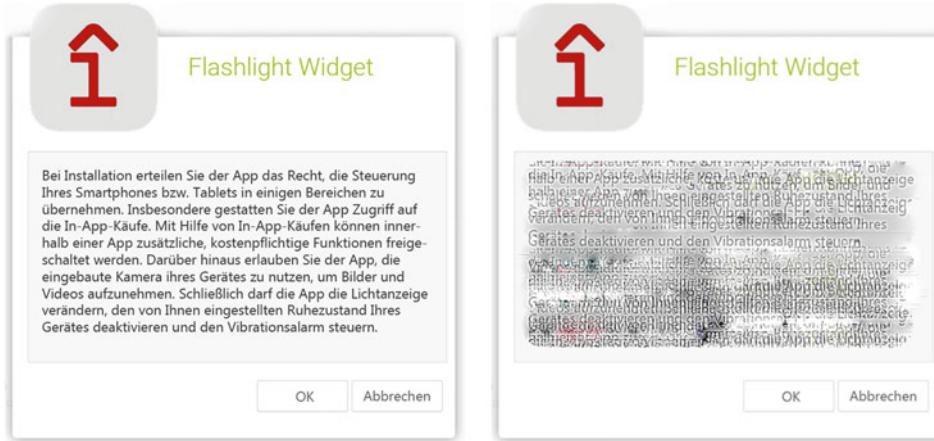


Abb. 5.4 Installationshinweis und seine Wahrnehmung durch eine Persona

Fragen Sie sich, wie die drei Personas auf diese Meldung reagieren könnten:

- *Franziska* denkt sich „Hilfe! Was soll ich denn da unterschreiben? Meine Enkel haben mich doch vor irgendwas gewarnt. Was war das noch mal?“ und klickt auf Abbrechen.
- *Andrea* hat gerade keine Zeit (der nächste Termin wartet), denkt sich „Ach, wird schon passen.“ und klickt auf OK.
- *Mohammed* versteht die Formulierung zwar nicht, möchte die Software aber unbedingt haben und klickt in solchen Fällen immer auf OK.

Durch ein strukturierteres Layout und einfache, prägnante Formulierungen lässt sich Informationsaufnahme und -verarbeitung für alle drei Personas vereinfachen und beschleunigen (Abb. 5.5).

Personas lassen sich am besten auf Basis einer Zielgruppenanalyse mit einer Brainstorming-Methode namens Empathy Map entwickeln (Abb. 5.6). Die Empathy Map nutzt die Technik des Mind-Mappings (siehe Kap. 6.3.1), um für die identifizierten Personas mit ihren Emotionen Beziehungen zu ihrer Umwelt und ihren Verhaltensweisen zu beschreiben. Dabei sind psychologische Kenntnisse (siehe Kap. 2) und eine Diskussion im Team hilfreich, um falsche Stereotype zu vermeiden. Stellen Sie sich zu jeder Persona folgende Fragen:

- Was denkt und fühlt sie?
- Was hört sie?
- Was sieht sie?
- Was sagt und tut sie?
- Was empfindet sie als Probleme (pains)?
- Was empfindet sie als Nutzen (gains)?



Abb. 5.5 Überarbeiteter Installationshinweis

Um typische Nutzer eines Onlineshops mit Personas beschrieben zu können, hat das Göttinger Beratungsunternehmen eResult Daten von 1.000 Internetnutzern ausgewertet (Wilhelm 2015). Dabei wurden Online- und Kaufhäufigkeit, Anforderungen an Inhalte und Funktionen von Web-Shops, Anstoßketten (Welche Quellen sind maßgeblich für das Auslösen eines Shop-Besuchs und einer Kaufanregung), Shopping-Intention (zielgerichtet/stöbern), Multikanal-Nutzung (Online-/Offline-Vertriebswege) und Gerätenutzung analysiert. Das Ergebnis waren vier „Deutschland Shop-Personas“, von denen Abb. 5.7 eine als Beispiel zeigt.

5.4 Rahmenbedingungen

5.4.1 Annahmen

Gerade bei den kurzen Entwicklungszyklen in der IT-Branche ist es essenziell, sich den relevanten Ausschnitt der Realität zum Zeitpunkt der Freigabe und während der geplanten Nutzungsdauer des Systems vorzustellen und dann rückwärts zu planen, um nicht ein System zu realisieren, das bei Freigabe bereits veraltet ist. Daher plant man immer innovativ, nicht tradiert. Annahmen, auf denen die innovative Planung basiert, sollten dokumentiert

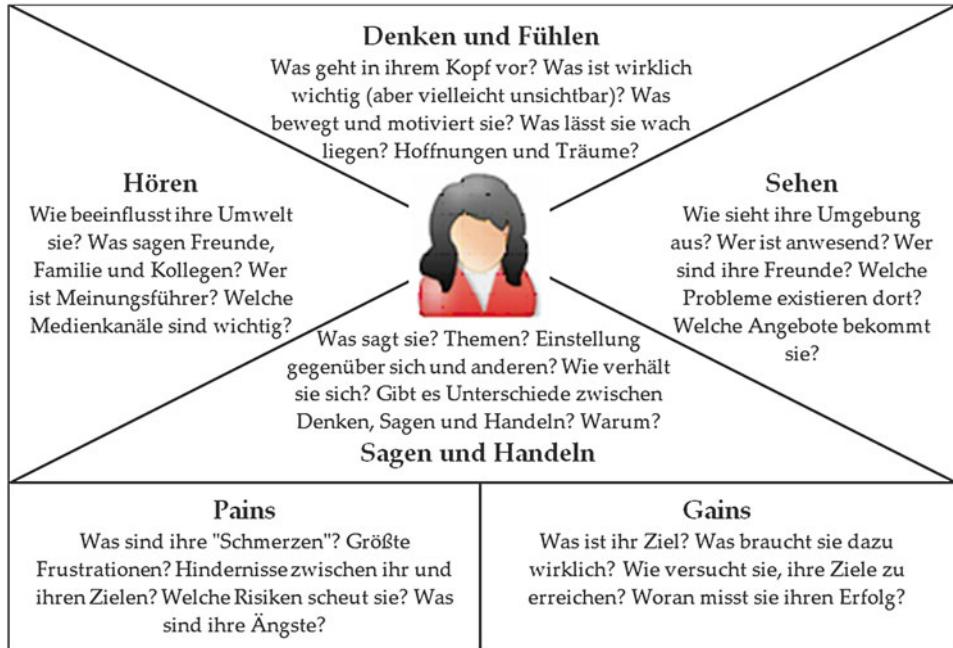


Abb. 5.6 Empathy Map

sein, insbesondere von welchen künftigen Entwicklungen man bei der eingesetzten Hard- und Software sowie beim Thema selbst ausgeht.

5.4.2 Bedarfs- und Marktanalyse

Beim unternehmensinternen Einsatz ist u. U. eine **Bedarfsanalyse** sinnvoll. Dazu eignen sich die folgenden Methoden und Werkzeuge:

- **Interviews** (standardisiert, halbstandardisiert, frei) können mit (elektronischen) Fragebögen, E-Mail, Foren, Textverarbeitungssoftware, z.B. MS Word, und OCR-Software (Optical Character Recognition, engl. für optische Zeichenerkennung) durchgeführt werden.
- Für **Selbstaufschreibungen** eignen sich Datenbanklösungen (z.B. MySQL, MS Access).
- **Beobachtungen** (offen, verdeckt) und Multimomentaufnahmen nutzt man insbesondere für das Erfassen von (Arbeits-)Abläufen. Sie können durch die Betriebsdatenerfassung und Videoauswertung unterstützt und mit Modellierungstechniken wie Business Process Model and Notation (BPMN) visualisiert und analysiert werden.
- Eine komfortable Auswertung des **Informationsbedarfs** ist durch IT-Protokollierung möglich, insbesondere durch Logfile-Analyse und/oder clientbasiertes Tracking sowie durch eine Netzwerk-Protokoll-Analyse (z.B. Piwik, Webalizer, Google Analytics, etracker).
- Eine Darstellung des **Kommunikationsablaufs** mit Flowchart-Programmen (z. B. MS Visio) erleichtert das Aufdecken von Schwachstellen, um im Rahmen des Projektes die betroffenen Prozesse glätten zu können.

Olivia Online

Die junge Digital Native



„Ob Notebook, Tablet oder Smartphone:
Ich liebe Online-Shopping!“

~29%
aller Befragten

Alter:
21 Jahre

Lebensumfeld:
Lebt als Single in einer 4-er Wohngemeinschaft

Interessen & Hobbies:
Reisen, Kochen, mit Freunden und ihrer Familie zusammen sein, Lesen, Musik, TV, Kino, Ausgehen

Das sagen die Freunde:
Hilfsbereit, humorvoll, vertrauenswürdig



Das ist Olivia sehr wichtig:

- Gute Qualität
- Gütesiegel
- Merkzettel
- Verfügbare Versanddienstleister

Das ist Olivia auch wichtig:

- Gutes Preis-Leistungs-Verhältnis
- Schnelle Lieferung
- Preisgarantie
- Preisvergleich
- Preisgarantie

Wichtigste soziale Aktivitäten in und um Online-Shops:

- Bewertungen lesen
- Bewertungen schreiben
- gelegentlich:
- Shopping Club besuchen
- Facebook Fanpage besuchen

Olivia kauft online...



Abb. 5.7 Beispiel für Deutschland Shop-Personas der eResult GmbH

Dabei sollten die Rechte der Mitarbeiter stets im Auge behalten werden und geplante Maßnahmen vorab mit der Rechtsabteilung und der Mitarbeitervertretung bzw. dem Betriebsrat abgestimmt werden.

Falls das Web-Projekt ein großes Investitionsvolumen hat und/oder kommerziell vertrieben werden soll, empfiehlt es sich, eine professionelle **Marktanalyse** durchzuführen, die folgende Punkte beleuchtet:

- Wettbewerbssituation und Marktchancen im Hinblick auf einzelne Zielgruppen und Themen
- Preisflexibilität der Nachfrage zur Abklärung der Preisgestaltungsmöglichkeiten
- Updatefrequenz zur Abschätzung möglicher Pflegekosten.

5.4.3 Zeitraster

Zunächst definiert man, wann die Produktion fertig gestellt sein soll und welche fixen Termine bis dahin eingehalten werden müssen. Solche Termine können z. B. wichtige Meilensteine in der Entwicklung sein, Messetermine, Pressekonferenzen oder betriebliche Präsentationen.

Im Vergleich zu den anderen Branchen ist die Planung von Web-Projekten durch den Einsatz neuer Technologien, kurze Zeitvorgaben und durch schwer übersichtliche, neuartige Aufgaben zusätzlich kompliziert. Die Problemfelder werden häufig erst bei der Durchführung erkannt und fordern den Einsatz zusätzlicher Ressourcen oder Planänderungen. Um trotzdem ein realistisches Projektende festlegen zu können, empfiehlt der Deutsche Multimedia Verband e.V. (heute: Bundesverband Digitale Wirtschaft e.V.), 60 – 70 % der vorgesehenen Zeit für die geplanten Tätigkeiten, 15 – 20 % als Puffer für unerwartete Aktivitäten und die restlichen 15 – 20 % für spontane Tätigkeiten zu veranschlagen.

5.4.4 Organisation

Dokumentieren Sie, welche Arbeitsräume mit welcher Ausstattung für die tägliche Arbeit und für regelmäßige Projektmeetings benötigt werden. Müssen Kommunikationsplattformen (z. B. E-Mail, Foren, gemeinsame Verzeichnisse) installiert werden? Welche Infrastruktur wird darüber hinaus benötigt?

5.4.5 Team

Die wichtigste Ressource in einem Web-Projekt sind qualifizierte, motivierte und teamfähige Mitarbeiter. Bei der Personaleinsatzplanung ist hinsichtlich der Verfügbarkeit geeigneter interner und externer Mitarbeiter zu berücksichtigen, dass besonders gute Mitarbeiter

oft unvorhergesehen als „Feuerwehr“ in anderen Not leidenden Projekten eingesetzt werden müssen. Daher sollte man schon frühzeitig über einen potenziellen Ersatz für diese Mitarbeiter nachdenken.

Bei Fremdaufträgen ist es üblich, im Exposé die projektrelevanten Qualifikationen der Teammitglieder nachzuweisen.

Eine Kommunikationsmatrix beschreibt die Rollen der beteiligten Personen und verknüpft diese mit dem Kommunikationsplan (Art, Umfang, Detaillierungsgrad, und Häufigkeit von Projektdokumenten und Berichten). Außerdem werden Eskalationswege festgelegt.

5.4.6 Technische Umgebungen

Spezifizieren Sie Entwicklungs-, Produktions- und Zielplattformen insbesondere hinsichtlich der Hardware, des Betriebssystems und Tools. Darüber hinaus sind besondere Anforderungen, wie etwa an das Netzwerk oder Zugriff auf interne bzw. externe Datenbanken, zu dokumentieren.

5.4.7 Conditiones sine qua non

Vergessen Sie nicht, „Heilige Kühe“ des Auftraggebers zu eruieren, z. B. Corporate Design (etwa Größe und Platzierung des Firmenlogos, Farbschema, Schriftarten und Stil) oder Vorgaben hinsichtlich Hardware und Software (etwa Open Source). Oft sind gerade diese grundlegenden Bedingungen für den Auftraggeber so selbstverständlich, dass sie nicht (explizit) geäußert werden.

5.5 Aufwand- und Nutzenschätzung

Während einer Angebotskalkulation hat ein Anbieter das Problem, auf Basis einer ersten **Aufwandschätzung** den richtigen Angebotspreis zu finden. Eine zu sichere Kalkulation kann zu überhöhten Preisen und Verlust des Auftrags führen, eine zu optimistische Kalkulation hingegen kann zu Aufträgen führen, die sich im Zuge der Nachkalkulation als nicht kostendeckend erweisen. Das Unternehmen steht also vor der Problematik, ein für beide Parteien verbindliches Angebot kalkulieren zu müssen, ohne dass zu diesem Zeitpunkt detaillierte Leistungsmerkmale des Auftrages festgelegt sind. Diese Unsicherheiten beziehen sich z. B. auf die Inhalte, den Interaktivitätsgrad, die Art der technischen Umsetzung oder die Komplexität des Produktionsvorgangs (Leidig und Sommerfeld 2003, S. 146 ff.) und können zu extremen Kostenschwankungen führen.

Die erste Aufwandsschätzung kann daher nur einen groben Anhaltspunkt über die Größenordnung der zu erwartenden Kosten liefern. Üblicherweise schätzt man die Kosten anhand bereits durchgeführter, ähnlicher Projekte, z. B. über die durchschnittlichen

Kosten pro Line-of-Code, pro Bildschirmseite, pro Medienobjekt, pro Use Case etc. Zusätzlich fließen Erfahrungswerte über außerplanmäßige Kostentreiber ein, die früher bei diesem oder ähnlichen Kunden bzw. vergleichbaren Projekten aufgetreten sind, wie z.B. zusätzliche Präsentationen beim Kunden und Meetings, viele Entscheidungsträger, unvorhergesehene Korrektur- und Testläufe, lauffähige Vorabversionen sowie Änderungen in der Navigationsstruktur (Böhringer et al. 2006, S. 909 ff.) oder in der Präsentationsart (Audio, Video, Animation).

Auf Grund der ausgeprägten Individualität der Projekte und nur sehr wenig allgemein anerkannter Vergleichswerte ist es insbesondere für junge Unternehmen schwer, geeignete Erfahrungswerte für die Aufwandschätzung heranzuziehen. Deshalb ist es wichtig, im Rahmen der Projektdokumentation derartige Zahlen systematisch zu sammeln und für die Kalkulation künftiger Projekte bereitzustellen, um später bereits in den ersten Projektphasen zuverlässige Schätzungen erstellen zu können.

Darüber hinaus fehlt es jungen Unternehmen oft schlicht am Know-how, eine Kalkulation korrekt durchzuführen. Häufig werden auch im Voraus absehbare Überstunden, zu berücksichtigende Wagniszuschläge oder andere Ressourcenbedarfe ignoriert, da man auf Subventionen aus einem lukrativeren Folgeprojekt spekuliert. Werden jedoch nicht alle kostenrelevanten Faktoren systematisch erhoben, so steigt das Risiko, eine Kostendeckung zu verfehlten.

Deshalb bietet es sich an, die Kalkulationssystematiken des Deutschen Multimedia Verbandes e.V. (dmmv) (Dellingshausen et al. 2004) einzusetzen.

Die Systematik bspw. deckt viele Anwendungsbereiche und nahezu alle Kostenarten ab. Das Kalkulationsformular berücksichtigt vielfältige mögliche Leistungen und Teilleistungen in den Bereichen Analyse und Strategie (Ist- und Soll-Analyse), Konzeption und Modellierung (Basis-Konzept/Grob-Konzept und Fein-Konzept/Spezifikation), Realisierung und Implementierung (Medien-Produktion und Programmierung), Einsatz und Distributionsart sowie Allgemeines (Qualitätsmanagement, Projektmanagement, Mobilität und Administration und Sonstiges). Als Distributionsarten sind die Veröffentlichung auf einem Trägermedium, Website, Systeme für den Point of Interest bzw. Point of Sale und Schulung berücksichtigt. Ein Point of Interest (POI), engl. für interessanter Ort, ist in diesem Zusammenhang insbesondere eine touristische Attraktionen oder ein Freizeitangebot wie Denkmäler, Museen und andere Sehenswürdigkeiten, während der Point of Sale (POS) einen Verkaufsort bezeichnet. Die entsprechenden Systeme informieren den Besucher in Form eines Kiosksystems oder per Datenübertragung auf das Smartphone.

Auf Basis der Netto-Fertigungskosten (= Summe der Einzelkosten), Gemeinkosten, Überschreitungsreserve und Selbstkosten, Gewinn und Umsatzsteuer erfolgt am Schluss die Ermittlung des Bruttopreises.

Eine derartige Systematik ist gerade für unerfahrene Unternehmer eine große Hilfe, weil sie die Kalkulation in aller Regel deutlich realistischer macht. Dennoch sollte man aus der formalisierten Vorgehensweise keine Präzision der Schätzung ableiten, weil das Schema zu diesem frühen Zeitpunkt auf Basis ungenauer Daten arbeitet. Deshalb sollte man prüfen, ob die Marktsituation bei der Kostenplanung (ähnlich wie bei der Zeitplanung)

einen Sicherheitszuschlag für unerwartete bzw. spontane Aktivitäten in Höhe von ca. 35 % des geschätzten Aufwands gestattet.

Bei der **Nutzenschätzung** ist quantifizierbarer und qualifizierbarer Nutzen zu unterscheiden. Beide Nutzenarten sollten strukturiert aufgeführt werden. Quantifizierbarer Nutzen lässt sich in Zahlen ausdrücken, z. B. Einsparung von x Arbeitsminuten bei Arbeitsgang y durch automatische Datenübernahme. Meist lässt sich quantifizierbarer Nutzen auch direkt monetär bewerten und so den Kosten gegenüberstellen. Qualifizierbarer Nutzen ist nur schwer zu ermitteln, z. B. der Imagegewinn durch ein innovatives und benutzerfreundlicheres GUI, sollte aber in der Aufstellung nicht fehlen.

5.6 Fazit

Ein Exposé ist eine Sammlung von Einzeldokumenten. Es enthält

- den Nutzungskontext mit Grundidee (Arbeitsaufgabe und Arbeitsmittel), Zielsetzung, Zielgruppen und Personas,
- die Rahmenbedingungen sowie
- eine erste ökonomische Einschätzung des Web-Projekts.

Damit bildet das Exposé die Entscheidungsbasis für den Auftraggeber, ob eine Entwicklung

- wie beschrieben,
- mit Änderungen oder
- überhaupt nicht

angegangen werden soll.

5.7 Linkverzeichnis

Webcontrolling-Software

Piwik <http://piwik.org>

Webalizer <http://www.webalizer.org>

Google Analytics <http://www.google.com/analytics>

etracker <http://www.etracker.com/de>

Literatur

- Böhringer et al. 2006. Böhringer, J., Bühler, P., Schlaich, P., Kompendium der Mediengestaltung, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl. für Digital- und Printmedien, Springer Verlag, Berlin und Heidelberg 2006.
- Dellingshausen et al. 2004. Von Dellingshausen, C., Gläser, M., Pracht, B., Walter, K., Winkelhage, C., dmmv-Kalkulationssystematik: Leitfaden zur Kalkulation von Multimedia-Projekten, hightext Verlag, Düsseldorf und München 2004.
- Leidig/Sommerfeld 2003. Leidig, G., Sommerfeld, R. in: Bundesverband Druck und Medien (Hrsg.), Kalkulations- und Projektmanagement: Leitfaden für Digital- und Printmedien, Print & Media Forum, Wiesbaden 2003.
- Sinus Institut 2015. O. V., Sinus-Milieus, sinus institut (Hrsg), URL: <http://www.sinus-institut.de/sinus-loesungen/sinus-milieus-deutschland>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Wilhelm 2015. Wilhelm, T., Personas – Ein UX Ansatz auf dem Vormarsch, eResult (Hrsg.), URL: http://www.eresult.de/fileadmin/Downloads/downloads/Personas_fuer_UpDate_24112015_final.pdf, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

Zusammenfassung

Das Rohdrehbuch (Treatment) ist der zweite Schritt in einem Web-Projekt und beschreibt die Inhalte der künftigen Internetpräsenz, die grundlegende Struktur der Bildschirmseiten für unterschiedliche Endgeräte und die Navigationsmöglichkeiten zwischen den Seitentypen. Im Hinblick auf das Projektmanagement umfasst es die Organisation der Projektphasen und Qualitätssicherungsmaßnahmen sowie eine verfeinerte Aufwand- bzw. Kostenplanung.

Im Folgenden erfahren Sie,

- wie Sie mit Hilfe der Netzplanteknik MPM die Entwicklungsphasen planen,
- welche Ergonomie-Aspekte ein menschengerechtes, leistungsförderndes System berücksichtigt und welche Maßnahmen die Qualität Ihrer Entwicklungsdokumente sichern,
- wie Sie die Inhalte Ihrer Website mit Hilfe von MindMaps und Themenbäumen bestimmen, im Netz beschaffen, bewerten und in Digital Asset Management Software verwalten,
- wie Ihnen Gestaltgesetze, Nutzererwartungen und Blickverläufe beim Entwurf der Bildschirmstruktur mit Wireframes und der Navigation zwischen den einzelnen Seiten helfen und
- wie Sie das Datenvolumen bereits vor der Umsetzung kalkulieren und die Aufwandschätzung verfeinern können.

6.1 Phasenorganisation

Um die Phasenorganisation eines Web-Projekts zu planen, eignen sich prognostizierende Modelle aus der Systemforschung („Operations Research“), insbesondere Netzplantechniken wie **Critical Path Method** (CPM, „Vorgangspfeilnetz“), **Metra-Potenzial-Methode** (MPM, „Vorgangsknotennetz“) oder **Program Evaluation and Review Technique** (PERT, „Ereignisknotennetz“).

Netzplantechniken dienen zunächst der grafischen Veranschaulichung umfangreicher, meist einmaliger, im Planungsstadium befindlicher Projekte, die in eine große Anzahl einzelner erforderlicher Aktivitäten zerlegbar sind. Danach lassen sich das Zusammenspiel von Aktivitäten und zeitlichen Puffern sowie solche Aktivitätenfolgen identifizieren, bei denen kein zeitlicher Spielraum besteht („Kritischer Pfad“). Routinemäßig werden Netzplanmodelle bspw. im Hoch- und Tiefbau, Industrie- und Stahlbau, im Schiffs- und Flugzeugbau sowie bei der Abwicklung von Großreparaturen eingesetzt.

Die **Metra-Potenzial-Methode** läuft prinzipiell in folgenden sieben Schritten ab:

1. Zerlegen des Projekts in Einzeltätigkeiten.
2. Bestimmen der Vorläufertätigkeit(en) und Dauer jeder Einzeltätigkeit.
3. Visualisieren der Tätigkeiten (Knoten) und des Arbeitsflusses (Kanten).
4. Vorwärtsterminieren zum Ermitteln der frühesten Beginnzeitpunkte.
5. Rückwärtsterminieren zum Ermitteln der spätesten Beginnzeitpunkte.
6. Berechnung der Puffer und des Kritischen Pfads.
7. Übertragen in konkrete Kalenderdaten.

Der Ablauf soll an dem in Tab. 6.1 dargestellten, stark vereinfachten Beispiel veranschaulicht werden.

Die Notation der MPM stellt mindestens die in Abb. 6.1 gezeigten Elemente zur Verfügung.

Damit ergibt sich für die Beispieldaten das in Abb. 6.2 dargestellte Ablaufdiagramm.

Tab. 6.1 Beispieldaten für die Planung der Projektphasen (Ergebnis von Schritt 1 u. 2)

Tätigkeit	Abkürzung	Vorläufer	Dauer [Arbeitstage]
Konzeption	KONZ	–	10
Realisierung der Oberfläche	GUI	KONZ	30
Realisierung der Verarbeitung	VER	KONZ	25
Realisierung der Datenbank	DB	KONZ	20
Realisierung der GUI-Anbindung	GUI-A	GUI, VER	05
Realisierung der DB-Anbindung	DB-A	DB, VER	06
Integrationstest	TEST	GUI-A, DB-A	07

- Gerichtete Kanten zur Darstellung des Arbeitsflusses →
- Knoten zur Darstellung der Aktivitäten

Nr. i	Nummer der Tätigkeit i
Di	Dauer der Tätigkeit i
FZi	Frühestes Beginnzeitpunkt der Tätigkeit i
SZi	Spätestes Beginnzeitpunkt der Tätigkeit i
Pli	Gesamtpuffer der Tätigkeit i
Pii	Freier Puffer der Tätigkeit i

Abb. 6.1 Visualisierungselemente der MPM

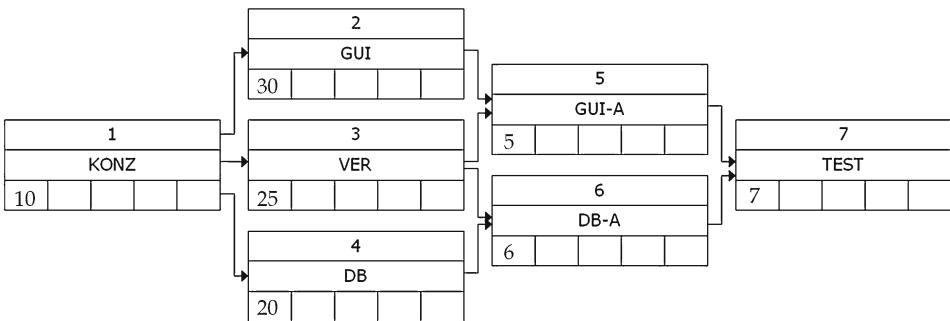


Abb. 6.2 Schritt 3 der MPM: Visualisieren des Projektablaufs

Die erste Aktivität im Prozess beginnt zum Zeitpunkt 0. Danach berechnet man für jede Aktivität den **frühesten Beginnzeitpunkt** (Abb. 6.3). Sie ergibt sich als Maximum der jeweiligen Summen von Dauer und frühestem Beginnzeitpunkt aller direkten Vorläufertätigkeiten. Damit bspw. mit Aufgabe 5 begonnen werden kann, müssen sowohl Aktivität 2 als auch Aktivität 3 abgeschlossen sein; daher errechnet sich der früheste Beginnzeitpunkt für diese Tätigkeit (Tag 40) als Summe aus Dauer und frühestem Beginnzeitpunkt der Aktivität 3.

Frühest mögliches Projektende ist demnach in diesem Beispiel der 52ste Arbeitstag nach Projektbeginn (Summe aus der Dauer und dem frühesten Beginnzeitpunkt der letzten Tätigkeit). Von hier aus beginnt die Rückwärtsterminierung, um die **spätest möglichen Beginnzeitpunkte** für jede Tätigkeit zu ermitteln, die eingehalten werden müssen, weil es sonst zwangsläufig zu Verschiebungen des Endtermins kommt (Abb. 6.4). Bei der letzten Tätigkeit berechnet sich der späteste Beginnzeitpunkt aus dem frühest möglichen Projektendzeitpunkt minus der Tätigkeitsdauer, bei allen anderen Aktivitäten aus dem spätesten Beginnzeitpunkt des Nachfolgers minus der Dauer der betrachteten Tätigkeit.

Wenn Tätigkeiten mehrere direkte Nachfolger haben (im Beispiel die Aktivitäten 1 und 3), ergeben sich bei deren Berücksichtigung unterschiedliche Werte, von denen natürlich das Minimum zu wählen ist. So führt etwa im Fall der Aktivität 1 die Berücksichtigung des Prozessschritts 2 zu einem spätesten Beginnzeitpunkt von 0, die Berücksichtigung des Prozessschritts 3 zu einem spätesten Beginnzeitpunkt von 4 und die Berücksichtigung des

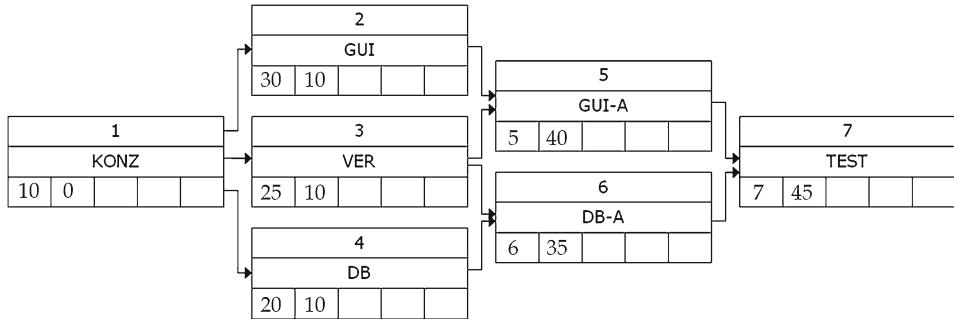


Abb. 6.3 Schritt 4 der MPM: Vorwärtsterminieren zum Ermitteln der frühesten Beginnzeitpunkte

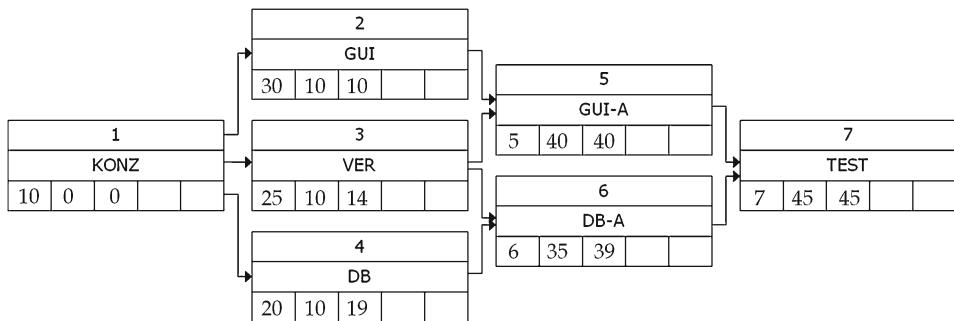


Abb. 6.4 Schritt 5 der MPM: Rückwärtsterminieren zum Ermitteln der spätesten Beginnzeitpunkte

Prozessschritts 4 zu einem spätesten Beginnzeitpunkt von 9, von denen das Minimum zu wählen ist. Analog ist bei der Aktivität 3 der späteste Starttermin der Tag 14 wegen der Nachfolgertätigkeit 6.

Als letzter Schritt werden die Pufferzeiten und der Kritische Pfad ermittelt (Abb. 6.5). Der **Gesamtpuffer** ist die Differenz zwischen dem frühest möglichen und dem spätest möglichen Beginnzeitpunkt einer Tätigkeit. Er gibt an, um wie viel sich der Beginn einer Tätigkeit verzögern darf, ohne dass sich dadurch der Projektendtermin verschiebt. Alle aufeinander folgenden Tätigkeiten mit einem Gesamtpuffer von Null werden als der **Kritische Pfad** bezeichnet, weil sich jede Verzögerung unweigerlich auf den Endtermin auswirkt. Sie bedürfen deshalb einer besonders sorgfältigen Planung und Überwachung und sollten durch die Vorbereitung von Ausweichmaßnahmen abgesichert werden.

Freie Puffer sind solche Zeiten, um die sich eine Tätigkeit verschieben kann, ohne dass dadurch der Beginnzeitpunkt einer Nachfolgetätigkeit beeinflusst wird. Sie stellen sozusagen eine „stille Reserve“ im Ablauf dar. Dazu zieht man die Summe aus dem frühest möglichen Beginnzeitpunkt und der Dauer einer Tätigkeit vom frühest möglichen Starttermin jeder Nachfolgetätigkeit ab.

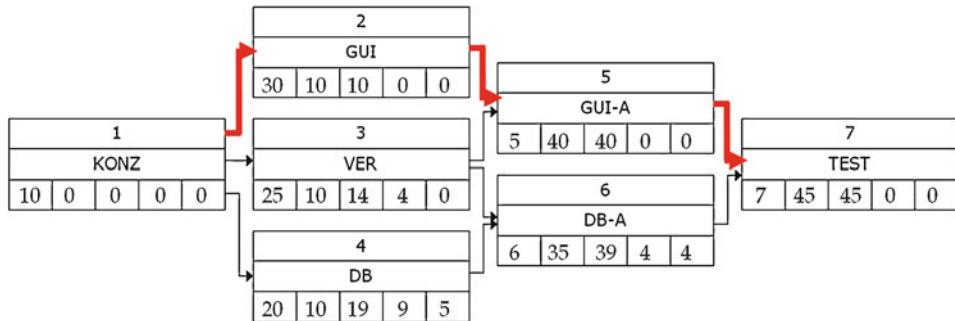


Abb. 6.5 Schritt 6 der MPM: Berechnung der Puffer und des Kritischen Pfads

Darüber hinaus kann man auch noch den **Unabhängigen Puffer** berechnen, der zusätzlich unabhängig von den Vorgängertätigkeiten ist, weil er außerdem die Vorgabe besitzt, dass die Vorgängertätigkeiten zu ihrem spätest möglichen Zeitpunkt beginnen dürfen. Er berechnet sich aus der Differenz zwischen frühest möglichen Beginnzeitpunkt der Nachfolgetätigkeiten und der Summe aus Dauer der betrachteten Aktivität, dem spätesten Anfangszeitpunkt und der Dauer seiner Vorgänger.

Zum Aufstellen und Pflegen der Phasenorganisation eignen sich Projektmanagementtools wie etwa LibrePlan oder MS Project.

Diese Projektmanagement-Programme gestatten es, Vorgänge unterschiedlicher Granularität und Meilensteine zu definieren, auf deren Basis die Zeitplanung automatisiert erfolgt. Das Terminmanagement liefert nicht nur die relevanten Termine, sondern ermöglicht es auch, die Auswirkungen von Terminverschiebungen zu simulieren. Außerdem bieten diese Tools ein Ressourcenmanagement. Dazu lassen sich den Vorgängen Ressourcen (Mitarbeiter, Maschinen, Materialien usw.) mit Zeiten und Kosten (z.B. Lohn) zuordnen. Auf diese Weise lassen sich bspw. die Projektkosten in den einzelnen Phasen abschätzen, die Mehrfachverplanung von Ressourcen vermeiden und Aufgabenlisten für die einzelnen Mitarbeiter erstellen. Auf Basis dieser Informationen lässt sich mit derartiger Software der Projektfortschritt jederzeit in Bezug zu geplanten und verbrauchten Zeiten bzw. Kosten setzen.

6.2 Qualitätssicherung

In der Grundkonzeptionsphase wird die Architektur des künftigen Produktes festgelegt – und damit auch ein Großteil der Kosten in den folgenden Phasen. Fehler in dieser frühen Phase wirken sich daher besonders schwer aus. Je später diese „frühen Fehler“ erkannt werden, desto größer werden i. d. R. die Kosten für ihre Beseitigung. Qualitätssicherungsmaßnahmen kosten zwar Zeit und Geld – die Kosten für die gesamte Qualitätssicherung machen ca. 30 % der Projektkosten bei Anwendungssoftware aus, sie helfen aber, viel höhere Folgekosten (direkte Kosten aus Systemausfällen und indirekte Kosten durch unzufriedene Benutzer und hohen Supportaufwand) zu vermeiden. Sie sind detailliert zu

planen, schriftlich zu fixieren und es sind organisatorische Vorkehrungen für ihre Umsetzung zu treffen. Dies gilt vor allem für

- Analyse- und Designtechniken,
- Dokumentationsarten und -verfahren sowie
- Testmethoden und -daten.

Zunächst ist aber zu klären, welche Anforderungen an die Gestaltung der Webapplikation bestehen bzw. welche Eigenschaften mit Hilfe der Qualitätssicherungsmaßnahmen gewährleistet werden sollen.

6.2.1 Systemergonomie

Ziel der Entwicklung ist ein ergonomisches System. Systemergonomie umfasst Hardware- und Softwareergonomie sowie das Zusammenspiel von Hard- und Software, um ein menschengerechtes, leistungsförderndes System zu erhalten.

Hardwareergonomie beschreibt technische Anforderungen vor allem an die Geräte, wie etwa Größe, Auflösung, Kontrast und Reaktionszeit von Monitoren, Aufnahme- und Nebengeräuschempfindlichkeit von Mikrofonen, Größe und Anordnung von Tasten auf einer Tastatur oder Geschwindigkeit, Lärm-, Wärme- und Ozonentwicklung bei Druckern.

Softwareergonomie hingegen definiert Normen für Anwendungen. Usability-Normen definieren im Gegensatz zu technischen Normen aber keine Produkteigenschaften, sondern sie sprechen Empfehlungen aus, die im Nutzungskontext angewendet, d.h. in konkrete Nutzungsanforderungen transformiert werden müssen.

Als Leitfaden für softwareergonomische Qualitätsstandards können die folgenden Teile der ISO 9241 Normenreihe „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ dienen, die z.B. auch bei juristischen Auseinandersetzungen als Standard zur Bewertung der Forderung nach Benutzerfreundlichkeit im Sinne der Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) herangezogen werden:

- Teil 11 (Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze)
- Teil 110 (Grundsätze der Dialoggestaltung)
- Teil 151 (Leitlinien zur Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für das WWW)
- Teil 171 (Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software)
- Teil 12 (Informationsdarstellung)
- Teil 13 (Benutzerführung)
- Teil 14 (Dialogführung mittels Menüs)
- Teil 15 (Dialogführung mittels Kommandosprachen)
- Teil 16 (Dialogführung mittels direkter Manipulation)
- Teil 17 (Dialogführung mittels Bildschirmformularen)

Ein geeignetes Modell für die Bewertung der Qualität von Softwareprodukten wie Web-sites bzw. Webapplikationen liefert die ISO-Norm 9126, welche in der Norm ISO 25010 aufgegangen ist. Sie richtet sich an Entscheidungsträger und stellt Qualitätsanforderungen sowie einen Leitfaden zu deren Verwendung bereit. Die Softwarequalität bemisst sich daran, inwieweit die Software die jeweils relevanten Normen, Standards und Konventionen einhält und folgende sechs Eigenschaften aufweist:

Funktionalität

Hinsichtlich der Funktionserfüllung ist zu untersuchen, ob die Funktionen für die Aufgaben angemessen sind (Suitability), den Spezifikationen entsprechend genaue Ergebnisse liefern (Accuracy), eine Integration in die bestehende IT-Infrastruktur möglich ist (Interoperability), relevante Standards und gesetzliche Bestimmungen einhalten (Compliance) und unberechtigte Zugriffe auf Programme und Daten verhindern (Security).

Zuverlässigkeit

Die Kriterien zur Zuverlässigkeit prüfen, inwieweit Software in der Lage ist, ein gefordertes Leistungsniveau unter definierten Bedingungen zu produzieren. Die Hauptaspekte sind Versagenshäufigkeit auf Grund von Fehlern (Maturity), die Wiederherstellbarkeit bei Systemabstürzen (Recoverability) und die Stabilität bei Fehleingaben (Robustness) bzw. Softwarefehlern (Fault Tolerance).

Gebrauchstauglichkeit

Die Benutzbarkeit hängt von Benutzern selbst, den Aufgaben und der Arbeitsumgebung ab. Sie wird gemessen am Aufwand, den ein Benutzer treiben muss, um das grundlegende Konzept und die Anwendung zu verstehen (Understandability), die Bedienung des Systems zu erlernen (Learnability) und die Anwendung zu bedienen (Operability). Letztlich spiegelt sie sich in der Attraktivität des Systems für den Anwender wider.

Effizienz

Die Effizienz bewertet den Mitteleinsatz zur Erreichung eines definierten Leistungsniveaus, insbesondere die dafür erforderliche Inanspruchnahme von Betriebsmitteln (Resource Behaviour) sowie Antwort- und Verarbeitungszeiten und Durchsatz bei der Funktionsausführung (Time Behaviour).

Änderbarkeit und Wartungsfreundlichkeit

Die Änderbarkeit und Wartungsfreundlichkeit untersucht den Aufwand, der zur Durchführung von Änderungen notwendig ist, insbesondere den Aufwand, um Mängel oder Softwarefehler zu identifizieren (Analyzability), um Anpassungen durchzuführen (Changeability) und das modifizierte System anschließend zu testen (Testability). Außerdem wird die Wahrscheinlichkeit des Auftretens unerwarteter Seiteneffekte von Änderungen berücksichtigt (Stability).

Übertragbarkeit

Der Aufwand, eine Anwendung in einer anderen Umgebung lauffähig zu machen, bemisst sich primär am Aufwand, der erforderlich ist, die Software in einer definierten Umgebung zu installieren (Installability), diese Software neben einer anderen mit ähnlichen oder gleichen Funktionen (Coexistence) oder anstelle dieser in deren Umgebung zu verwenden (Replaceability) und die Anwendung an andere Umgebungen anzupassen (Adaptability).

Diese Anforderungen sind, wie auch diejenigen, welche sich aus der zuvor genannten ISO 9241 Normenreihe „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ und den Kap.² bis⁴ ergeben, in die Empfehlungen zu den jeweiligen Tätigkeiten im Software-Entwicklungsprozess eingegangen.

6.2.2 Qualitätssicherungsmaßnahmen

Sobald ein Dokument (ein Modul, das Gesamtsystem) fertig gestellt ist, muss es auf Fehler, Regelverstöße und Unvollständigkeiten überprüft werden. Darüber hinaus entsteht im Verlauf der meisten Produktionen ein zunehmender Zeitdruck, den die Entwickler häufig durch verringerten Testaufwand zu kompensieren versuchen. Zur Überprüfung der Entwicklungsdokumente eignen sich Schreibtischtests und Review-Verfahren (Walk Through, Code Review bzw. Code Inspection).

Beim **Schreibtischtest** überprüft der Autor eines Dokuments dieses selbst auf Fehler, Widersprüche und Unvollständigkeiten. Die Aussagen im Dokument sind jeweils aus Sicht der Normalfälle, Sonderfälle, Grenzfälle und Fehlerfälle zu analysieren. Der Schreibtischtest eignet sich für alle Entwicklungsdokumente, auch für Zwischenergebnisse.

Bei **Reviews** (Walk Through, Code Review, Code Inspection) wird das Dokument von einer Gruppe, bestehend aus einem Moderator, erfahrenen Prüfern und dem Autor selbst, inspiziert. Reviews werden wegen des höheren Aufwands hauptsächlich für entscheidungreife Planungsunterlagen eingesetzt. Mit diesen Methoden lassen sich ca. 40 % aller Entwurfs- und Spezifikationsfehler aufdecken. Die Review-Verfahren laufen prinzipiell in folgenden Phasen ab:

- Review-Planung: Berufung eines Moderators, der das Review organisiert (Benennung von ca. drei bis fünf geeigneten Prüfern, Terminabstimmung, Kommunikationssteuerung und Bereitstellung der Dokumente).
- Überprüfung des Dokuments auf formale Eignung durch den Moderator.
- Vorbereitungssitzung (Erläuterung des Review-Ziels, ggf. des Projektstandes, Übergabe der Prüfungsunterlagen und Information über weitere Vorgehensweise durch den Moderator, evtl. Klärung erster Fragen).
- Einarbeitungszeitraum (ca. ein bis zwei Arbeitswochen).
- Review-Meeting (Zunächst werden allgemeine Einwände vorgebracht. Dann wird das Dokument seitenweise durchgegangen, wobei die Prüfer ggf. unterbrechen und der Autor erläutert/„verteidigt“. Alle relevanten Ergebnisse werden fortlaufend protokolliert. Mögliche Ergebnisse des Reviews: uneingeschränkte Freigabe, Freigabe nach Überarbeitung, Nachinspektion, Zurückziehen des Projektes).
- Nachbearbeitung des Dokuments.

Reviews können auch ohne Gruppensitzungen in schriftlicher Form mit Hilfe elektronischer Medien erfolgen. Dadurch kann der Teilnehmerkreis wesentlich größer und ohne Rücksicht auf geografische Einschränkungen gewählt werden. Die Vorbereitungssitzung wird durch eine schriftliche Einführung ersetzt. An die Stelle des Review-Meetings tritt ein Prüfungszeitraum von einigen Wochen, in denen die Prüfer schriftlich (möglichst in einer Forumsoftware oder per E-Mail) durch Kommentare, Vorschläge etc. Stellung nehmen. Der Autor schickt seine Antworten umgehend an alle Teilnehmer zurück bzw. veröffentlicht sie im Forum. Das Protokoll entsteht durch Sammlung des Schriftverkehrs.

Ein **Walk Through** dient der Überprüfung allgemeiner Entwicklungsdokumente wie Themenräume, Interaktionsdiagramme, Storyboards etc. Dabei sollen Fehler, Widersprüche und Unvollständigkeiten erkannt werden.

Ein **Code Review** dient im späteren Verlauf des Projekts der Überprüfung von Quellcode. Dabei sollen neben Fehlern, Widersprüchen und Unvollständigkeiten auch Abweichungen von den Spezifikationen und Programmierregeln erkannt werden.

Die **Code Inspection** ist eine Vertiefung des Code Reviews, bei der erkannte Fehler zusätzlich hinsichtlich ihrer Ursachen und ihrer Auswirkungen auf das Gesamtsystem analysiert werden.

6.3 Redaktion

Die redaktionellen Aufgaben umfassen die Bestimmung möglicher Inhalte, deren Beschaffung sowie Verwaltung. Dazu findet in regelmäßigen Abständen eine Redaktionskonferenz statt, in der die anstehenden Aufgaben verteilt und deren Erledigung überwacht werden. Zur organisatorischen Unterstützung kann man eine Projektmanagementsoftware einsetzen (siehe Abschn. 6.1), in der für jede Aufgabe ein Vorgang mit eindeutiger Identifikationsnummer, Thema, Aufgabenspezifikation, Verantwortlichen, Betroffenen und Abgabetermin angelegt wird. Bei der Recherche nach Medienbausteinen (Assets) würde die Aufgabenspezifikation fachliche und technische Aspekte umfassen, bei Bildern etwa Motiv, Hintergrund, Blickwinkel, Ausleuchtung und Auflösung, Farbtiefe, Dateiformat etc.

6.3.1 Bestimmung möglicher Inhalte

Welche Inhalte für die Produktion überhaupt in Frage kommen, kann mit Hilfe von Kreativitätstechniken, etwa Mind-Maps, bestimmt werden.

Der Begriff „**Mind-Mapping**“ wurde 1973 von dem Briten *Tony Buzan* als Markenname eingesetzt und geschützt. Es handelt sich dabei um eine Methode der Gedankenstrukturierung und -sortierung, in der man Diagramme in Form von Bäumen zeichnet, um somit gedank-

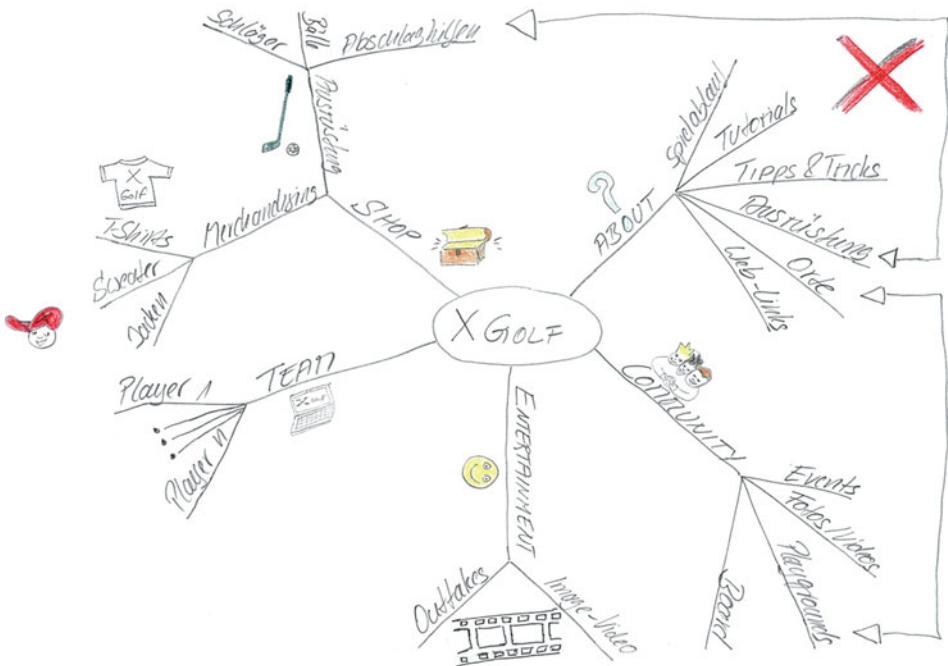
lich vom Abstrakten zum Konkreten, sowie vom Allgemeinen zum Besonderen zu gelangen. Neben der „Gedanken-Landkarte“ können Gedankenführer, Gedächtniskarte, Fall-Zusammenhang, Spinnennetz-Notizen, Ideen-Muster oder Entscheidungsbaum weitere Übersetzungen des Begriffs sein (Eipper 2001, S. 2).

Die **Vorgehensweise** beim Mind-Mapping wird laut *Eipper* (Eipper 2001, S. 3 ff.) wie folgt beschrieben:

- Es beginnt mit einem zentralen Schlüsselwort. Ein Schlüsselwort soll Assoziationen oder Bilder in uns wecken und somit den Auslöser für das Abspielen eines gedanklichen Films zu diesem Begriff darstellen. Anfangs fällt es schwer, das eine „richtige“ Schlüsselwort zu finden, welches den gesamten „Film im Kopf“ auslöst. Die Schwierigkeit liegt darin, trotz der Angst, es könnte etwas verloren gehen, die Informationsfülle auf einen Begriff zu reduzieren. Aber genau darin liegt der Kerngedanke beim Mind-Mapping.
- Um Kreativität und freies Assoziieren nicht zu behindern, arbeitet man zunächst von Hand auf einem hinreichend großen Blatt Papier mit Hilfe, vorzugsweise reversibler, (Bunt-)Stifte.
- Der zentrale Begriff bzw. das Thema wird in die Mitte des Blattes geschrieben; vorzugsweise in Form einer Ellipse mit „Wortfüllung“. Dann wählt man aus den gesammelten Begriffen maximal fünf derjenigen Oberbegriffe aus, die am besten das Thema repräsentieren und schreibt diese auf Linien, die vom zentralen Begriff in verschiedene Richtungen wegstreben. Diesen Hauptästen lassen sich nun weitere Unteräste hinzufügen, die mit so vielen Unterbegriffen besetzt werden können, wie nötig sind, um den gesamten Inhalt abzurufen. Für die Unteräste existiert zwar keine mengenmäßige Begrenzung, jedoch sollte die Maxime des Mind-Mappings, nämlich die Beschränkung auf das Wichtigste, auch hier nicht vernachlässigt werden. So wird eine übersichtliche baumartige Struktur der assoziierten Schlüsselwörter aufgebaut, um das Kernthema gedanklich vollständig zu durchdringen. Als Gedächtnissstütze und zur Verbesserung der Übersichtlichkeit können mehrere Farben verwendet oder den Schlüsselwörtern individuelle Symbole hinzugefügt werden. Dies spielt vor allem hinsichtlich des Erinnerungswerts eines Mind-Maps eine Rolle: dieser ist umso höher, je einzigartiger und individueller es gestaltet ist.

Die **Notation** empfiehlt, alle Schlüsselwörter in Druckschrift und nach Möglichkeit in Großbuchstaben zu schreiben. Wichtig ist außerdem, dass auf jeder Linie nur ein Schlüsselwort steht und jede Linie einen Anknüpfungspunkt besitzt. Abb. 6.6 zeigt einen Hauptast mit zwei Unterästen.

Ein Ergebnis dieses Prozesses zeigt Abb. 6.7 exemplarisch für die Website www.takingbackgolf.de. Beim elektronischen Erstellen oder Aufbereiten von Mind-Maps für Präsentationszwecke helfen Programme wie FreeMind oder Mindjet MindManager. Sie stellen auch eine breite Palette von Symbolen und Bildern aus vielen Bereichen für die visuelle Ausgestaltung des Mind-Maps zur Verfügung.

**Abb. 6.6** Notationselemente im Mind-Map**Abb. 6.7** Beispiel einer Mind-Map

Berücksichtigen Sie bei der Wahl von Motiv und Inhalten nicht nur das zu vermittelnde Thema und Ihre Intention, sondern auch die Eigenschaften der Zielgruppe(n), insbesondere in kultureller Hinsicht.

Zur ersten Einschätzung einer Kultur und den Konsequenzen für die Gestaltung der Kommunikation schlägt die Kulturwissenschaft ca. 25 Dimensionen vor, zeigt Konsequenzen in der Kommunikation auf und ordnet Länder nach diesen Dimensionen ein.¹ Einige für das Webdesign wichtige Aspekte sollen in Anlehnung an Stefan Noack (Noack 2005, S. 67 ff.) an dieser Stelle kurz angesprochen werden. Die Aufzählung erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll den Leser nur für das Thema sensibilisieren.

¹ Vor allem (Kluckhon und Strodtbeck 1961 Condon und Yousef 1981 ; Parsons 1987; Hall und Reed Hall 1990; Adler 1997; Victor 1997; Trompenaars und Hampden-Turner 2001; Hofstede und Hofstede 2005).

Generelle Einstellung zum Leben

Einige Kulturen gehen davon aus, dass das Schicksal jedes Menschen vorherbestimmt ist, während andere daran glauben, dass der Mensch selbst Einfluss auf seinen Lebensweg nehmen kann. Oft damit verbunden ist die Stellung eines Individuums in der Gesellschaft, die entweder durch die Herkunft unabänderlich festgelegt ist oder zu einem erheblichen Teil dadurch definiert wird, was man im Leben erreicht hat. Bei der Motivwahl ist also darauf zu achten, dass die Aussage nicht der fundamentalen Einstellung der Zielgruppe zum Schicksal widerspricht: Das für US-amerikanische Webauftritte erfolgreich einsetzbare Leitthema „Vom Tellerwäscher zum Millionär“ könnte im vom Kastensystem geprägten Indien als unglaublich oder gar als zynisch interpretiert werden.

Auch die Lebensziele unterscheiden sich in den Kulturen. In einigen Gesellschaften dominieren materielle Ziele, in anderen intellektuelle und in dritten spirituelle. In vielen Fällen lässt sich dies bei der Motivauswahl berücksichtigen. So kann bspw. eine Internetbuchhandlung oder ein Antiquariat ein Buch-Motiv unterschiedlich benutzen, je nach dem in welcher Gesellschaftsform die Website entstehen soll: Seltene Bücher als Anlagermöglichkeit mit Renditechance oder literarische und wissenschaftliche Bücher zur intellektuellen Weiterbildung oder religiöse Werke zur spirituellen Bereicherung.

Zeitverständnis

Die zeitliche Perspektive einer Kultur kann eher auf die Vergangenheit, die Gegenwart oder die Zukunft ausgerichtet sein. Die Motivwahl für vergangenheitsorientierte Gesellschaften sollte daher in Bild und Ansprache Bezug auf historische Ereignisse, Persönlichkeiten, Bauwerke etc. nehmen. Bei Webpräsenzen für gegenwartsorientierte Gesellschaften sollten praktische Informationen und aktuelle Nachrichten integriert sein. Die Zukunftsorientierung einer Gesellschaft sollte sich in einer modernen Seitengestaltung, futuristischen Bildmotiven und Berichten aus Forschung und Wissenschaft zum jeweiligen Thema widerspiegeln.

Das jeweilige Zeitverständnis ist oft verbunden mit einer eher kurzfristigen bzw. langfristigen Orientierung der Kultur. In kurzfristig orientierten Gesellschaften steht der schnelle Erfolg im Vordergrund, weshalb die schnelle Zielerreichung mittels des Produktes im Vordergrund stehen, der Weg zu den Informationen kurz und die Motive besonders leicht verständlich sein sollten. In langfristig orientierten Gesellschaften sollte man hingegen verstärkt auf Themen wie Lebensdauer eines Produktes, Nachhaltigkeit, Folgekosten u. Ä. eingehen. Das Motiv kann komplexer sein, da der Zeitdruck beim Besucher geringer ist.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal bzgl. des Zeitverständnisses liegt darin, ob in einer Kultur Tätigkeiten i. d. R. sequentiell oder parallel durchgeführt werden. Dementsprechend müssen nicht nur Benutzerdialoge eines Webauftritts entweder fokussiert auf eine Tätigkeit in einzelnen Arbeitsschritten ablaufen (modale Dialoge wie dies etwa in Assistenten („Wizards“) realisiert ist) oder paralleles Arbeiten in mehreren simultan geöffneten Fenstern gestatten, sondern diese Präferenzen auch bei der Motivwahl berücksichtigt werden.

Individualismus

Individualistisch geprägte Kulturen erwarten von ihren Mitgliedern ein hohes Maß an Eigenständigkeit und Unabhängigkeit, räumen ihnen aber auch viele persönliche Rechte ein. Im Webdesign kann sich dies z. B. in der Betonung der (bildlichen) Motive Initiative und Erfolg, aber auch in detaillierten Erläuterungen zu den Rechten des Nutzers (Datenschutz, Fernabsatzrichtlinie) niederschlagen. In kollektivistischen Kulturen hingegen sollte die Zugehörigkeit des Unternehmens zur Gruppe und Respekt gegenüber sozialen Normen (universell gültige Regeln bedeuten mehr als Partikularinteressen) und der Tradition deutlich gemacht werden. Hier werden bspw. Motive gewählt, die Verbundenheit mit lokalen Unternehmen und Organisationen demonstrieren, das soziale Engagement des Unternehmens unterstreichen, traditionelle Symbole und Farben einsetzen und Kunden in Gruppenbildern zeigen.

Machtdistanz

In Kulturen mit einem hohen Grad an Machtdistanz wird eine unterschiedliche Verteilung der Macht geduldet oder sogar begrüßt. Mächtige Personen und Institutionen werden respektiert und Status spielt eine große Rolle. Beim Entwurf des Informationsangebots sollten daher z. B. an prominenter Stelle der Inhaber und seine Mission in Bild (oder Video) vorgestellt, Zertifikate und Auszeichnungen abgebildet und alle Ansprechpartner mit Bild und ihrem Titel angegeben werden. In Kulturen mit einem geringen Grad an Machtdistanz empfiehlt es sich dagegen, den Besucher der Website auf eher informelle und gleichberechtigte Art anzusprechen.

Unsicherheitsvermeidung

Internetauftritte für Kulturen mit einem hohen Grad an Unsicherheitsvermeidung erfordern ein besonderes Maß an Vertrauensbildung, zumal die mit dem Medium verbundenen Risiken wie Onlinebetrug u. Ä. für zusätzliche Unsicherheit sorgen. Bei der Gestaltung des Webangebots ist daher neben einer klaren Struktur und einfachen Bedienung mit sehr begrenzten Auswahlmöglichkeiten Wert auf vertrauensbildende Motive zu legen, wie etwa Zertifizierungsurkunden der Website und der offerierten Produkte, Kundenbilder und -empfehlungen oder eine kostenlose Hotline-Nummer, bei der für jedes Thema vertrauenswürdig aussehende Mitarbeiter des Unternehmens im Bild zu sehen sind.

Geschlechtsspezifisches Verhalten

Feminin orientierte Kulturen legen Wert auf die Beziehungsebene in der Kommunikation. Um den Aufbau einer angenehmen Beziehung zum Besucher zu erleichtern, sollten die Motive ästhetisch, die Farben leicht und die Ansprache freundlich und höflich gewählt werden. Für maskulin orientierte Kulturen hingegen stehen Wettbewerb und Leistung im Vordergrund. Die Gestaltung der Motive sollte prägnant sein und die Farben kontrastreich. In der Bildsprache wird das Rollenklichee gepflegt, und die Ansprache des Besuchers ist fakten- statt beziehungsorientiert: Die Produktmotive stellen Leistungsfähigkeit und

Dominanz gegenüber dem Wettbewerb heraus und spielerische Elemente (grafische Konfiguratoren, Simulatoren, Onlinespiele etc.) befriedigen das Kind im Manne.

Kontextabhängigkeit der Kommunikation

High-Context-Kulturen kommunizieren Nachrichten eher implizit, wobei die korrekte Interpretation oft zusätzliches Hintergrundwissen und begleitende Informationen erfordert, die z.B. durch Wortwahl oder Körpersprache übermittelt werden. Die Werbung folgt dem Soft-Sell-Ansatz, der auf emotionale und subjektive Aussagen statt auf Betonung der Fakten setzt. Höflichkeit, Freundlichkeit und Bescheidenheit sind wichtige Regeln im Umgang mit dem Besucher und sollten sich in Begrüßung, elaborierter Textgestaltung, freundlichen Farben sowie harmonischen Motiven niederschlagen. Der Soft-Sell-Ansatz lässt sich mittels emotionaler Bilder (und Videoclips) realisieren, welche zusätzlich non- bzw. paraverbale Informationen übermitteln durch Körpersprache, Mimik, Gestik, Tonlage, Kleidung und Erscheinung. Low-Context-Kulturen hingegen kommunizieren direkt und unverblümt. Die Werbung ist aggressiv, eher faktenorientiert und oft (sofern gesetzlich erlaubt) auch vergleichend. Der Auftritt darf also ruhig durch markante Motive und Farbwahl auffallen, das Unternehmen auch mit Superlativen werben und dies durch Rankings, Umfragen u. Ä. untermauern. Ausführliche Datenblätter und Vergleiche mit Wettbewerbsprodukten in Leistung und Preis geben den Mitgliedern dieser Gesellschaften den Eindruck, eine unter rationalen Aspekten optimale Entscheidung zu treffen. Rabatte für Onlinebestellungen fördern den Umsatz über das Internet.

Affektivität

Mitglieder affektiver Kulturen dürfen offen ihre Emotionen zeigen, während Menschen in neutralen Kulturen unabhängig von ihrer Stimmungslage einen freundlich-neutralen Gesichtsausdruck zeigen. Insbesondere das Zurschaustellen von negativen Emotionen in der Öffentlichkeit wirkt bedrohlich, und zwischengeschlechtliche Emotionen werden als anstößig empfunden. Beides kann sehr schnell zum Gesichtsverlust führen und damit zur sozialen Ächtung, also dem Abbruch der Kommunikation und dem Ausschluss aus der Gesellschaft. So wäre in affektiven Gesellschaften z.B. ein Werbeclip gestattet, in dem sich jemand lautstark über die schlechte Qualität eines Konkurrenzproduktes ärgert und es aus dem Fenster wirft; in neutralen Gesellschaften wäre dies hingegen völlig inakzeptabel.

Beziehung zur Natur

Die Beziehung zur Natur reicht von Kulturen, die sich die Natur bedingungslos untertan machen bis hin zu Kulturen, die sich der Natur unterwerfen. In ökologisch orientierten Gesellschaften sollte jedes Motiv daraufhin geprüft werden, ob es in Einklang mit den Prinzipien der Ökologie und Nachhaltigkeit steht.

Grad der Diffusität

In Kulturen mit einem hohen Grad an Diffusität verwischen die Grenzen zwischen Beruf und Freizeit, während Kulturen mit einem hohen Grad an Spezifität eine klare Trennung

der Lebensbereiche bevorzugen. In Gesellschaften mit einem hohen Grad an Diffusität können Internetpräsenzen, ohne an Seriosität einzubüßen, durchaus in einem Bild neben beruflich Relevantem auch Elemente aus Freizeit und Hobby anbieten, um die Attraktivität des Internetangebots zu erhöhen.

6.3.2 Auswahl und Strukturierung des Inhalts

Standardmethode für die Auswahl und Strukturierung des Stoffes unter fachlichen Gesichtspunkten ist der Themenbaum. Unter fachlichen Gesichtspunkten („Was soll dargestellt werden?“) wird auf Basis des Mind-Maps der thematische Inhalt ausgewählt und vom Generellen zum Speziellen bis zur Einzelthemenebene strukturiert. Einzelthemen sind solche Themenelemente, die thematisch so zusammenhängen, dass sie nur noch sequenziell dargestellt werden.

Vorrangig wird also die inhaltliche Struktur des Projektes wiedergegeben, wobei jedoch auch formale Anmerkungen oder generelle Rahmenbedingungen enthalten sein können. Die inhaltliche Gliederung eines Themas ist aber nicht zwangsläufig identisch mit der Navigationsstruktur der späteren Anwendung.

Der Themenbaum wird in Form einer baumartigen Grafik dargestellt, deren Äste mit Ober- oder Unterthemen besetzt sind, die sequenziell dargestellt werden. Bei Oberthemen handelt es sich um Themenkomplexe, die sich in mehrere Unterthemen aufteilen lassen. Unterthemen hingegen können nicht weiter unterteilt werden. Diese Unterteilung erfolgt unter Verwendung der Haupt- und Unteräste bzw. der Ober- und Unterbegriffe des Mind-Maps, wobei hier keine vollständige Übernahme aller Äste vorgenommen wird, sondern vielmehr eine auf die fachlichen Gesichtspunkte ausgerichtete Stoffselektion erfolgt. Bevor der Themenbaum grafisch dargestellt wird, werden die Ober- und Unterthemen in einer in sich logisch schlüssigen Durchnummerierung, die eine maximale Gliederungstiefe von vier Ebenen nicht überschreiten sollte, schriftlich festgehalten. So lassen sich später z. B. einzelne Scribbles des Storyboards den Themen einfach zuordnen.

Im Anschluss daran wird nun die grafische Version des Themenbaumes erstellt, in der die Niederschrift in Form einer Baumstruktur abgebildet wird. Wenn gewünscht, kann der Themenbaum auch Hinweise auf formale Aspekte, wie z. B. Medienarten, Interaktionsmöglichkeiten, Vorgaben des Auftraggebers oder gesetzliche Rahmenbedingungen usw. in Form von Randnotizen enthalten, die an den entsprechenden Inhaltspunkten positioniert werden. Ebenso könnten technische Angaben, wie z. B. bezüglich der Datenbankgröße, Datenübertragung (intern, extern) Video-, Audioleistung, Interaktionstechnologie, Installation/Deinstallation in Form solcher Notizen gemacht werden.

Informationen sollten möglichst in vielfältiger **Präsentationsform** vorliegen, sodass der Benutzer selbst auswählen kann, in welcher Form (z. B. Tabelle oder Diagramm) und Qualität (z. B. Größe und Kompressionsrate eines Bildes) er eine Information sehen

möchte. Je nach Informationsart eignen sich unterschiedliche Medien zu deren Präsentation. Eine Aufstellung findet sich z. B. in der **ISO-Norm 14915-3**:

- Für **wichtige Informationen** und **Details** eignen sich diskrete Medien (Text und Bild) besser als zeitkontinuierliche Medien (Audio, Animation, Video), da der Benutzer die Geschwindigkeit des Informationsflusses besser an seine Aufnahmefähigkeit anpassen kann.
- **Physische Informationen**, d. h. Information über das Aussehen und Verhalten konkreter Dinge, die physisch existieren (z. B. Gegenstände, Menschen), lassen sich gut durch unbewegte und bewegte Bilder darstellen.
- **Begriffliche Informationen**, d. h. Fakten, Meinungen oder Informationen über nicht körperlich existente Dinge (z. B. Definitionen, Klassifikationen, Konzepte, Zusammenhänge) können durch Text, Sprache und nichtrealistische Bildmedien (Diagramme) vermittelt werden.
- **Beschreibende Informationen**, d. h. von Merkmalen eines Gegenstands, einer Entität oder eines Mittels (z. B. Größe, Farbe und Gewicht eines Artikels, politische Einstellung einer Person, sind durch Text, Sprache und realistische Bildmedien gut zu repräsentieren.
- **Räumliche Informationen**, d. h. Informationen über die Maße, räumliche Position und Verteilung von Elementen (z.B. Formen und Adressen von Hochschulgebäuden und ihre Anordnung auf dem Campus) können mit realistischen oder nichtrealistischen unbewegten Bildern (Schaubildern) transportiert werden.
- **Wertinformationen**, d. h. Informationen über Merkmale von Elementen, die in konkreten Zahlen ausgedrückt werden (z. B. Unverbindlicher Verkaufspreis (UVP): 22,50 Euro), lassen sich mit numerischen Werten, numerischem Text, Tabellen oder durch Sprache wiedergeben.
- Für **Verhältnisinformationen**, d. h. Informationen über Verbindungen oder Beziehungen zwischen Elementen (z. B. Abstammung eines Menschen, Struktur eines Produktes oder Unternehmens), passt ein nichtrealistisches Bild (Diagramm, Schaubild) sehr gut.
- **Diskrete Aktionen**, d. h. Informationen über (getrennt stattfindende) Einzeltätigkeiten (z. B. Mausklick), lassen sich durch realistische unbewegte Bilder veranschaulichen, und **kontinuierliche Aktionen**, d. h. Informationen über (eine bestimmte Zeitspanne) andauernde Handlungen (z. B. Herunterladen oder Ansehen eines Videos), durch bewegte Bilder (Video) oder nichtrealistische Animationen.
- **Ereignisinformationen**, d. h. Informationen über Begebenheiten, die eine Aktion und (in deren Folge) ggf. eine Zustandsveränderung auslösen (z. B. Versand oder Empfang einer E-Mail, Ablauf maximalen Zeitspanne einer Sitzung, insbesondere Warnungen, sollten gleichzeitig akustisch und bildlich angezeigt werden.
- **Zustandsinformationen**, d. h. Informationen über Merkmale von Elementen, die über eine bestimmte Zeitspanne unverändert bleiben (z. B. freie Kapazität eines Speichermediums, Ladestand eines Akkus, lassen sich mittels unbewegter Bilder und sprachbasierter Medien abbilden.

- Für komplexe **kausale Informationen**, d. h. Informationen über die Zusammenhänge zwischen Ursachen und deren Wirkungen (z. B. Ursachen einer staatlichen Schuldenkrise und Auswirkungen auf die Gesellschaft), sind unbewegte oder bewegte Bilder besonders geeignet.
- **Prozessabläufe**, d. h. Informationen über eine Abfolge von Ereignissen, die Aktivitäten auslösen, und Aktivitäten, die ihrerseits in Ereignisse münden (z. B. Schritte im Bezahlvorgang eines Onlineshops), lassen sich am besten durch Bildsequenzen mit Textunterschriften darstellen.

Offiziell existieren zwar keine Formvorschriften oder Standards für die **Darstellung des Themenbaums**, jedoch sollte innerhalb einer **Notation** auf Konsistenz bzgl. der Durchnummerierung und Darstellung geachtet werden. Als Nummerierungsform empfiehlt sich die fortlaufende hierarchische Durchnummerierung, in der die Gliederungsebenen durch Punkte voneinander getrennt dargestellt werden. Hinsichtlich der grafischen Darstellung empfiehlt es sich, alle Einzelthemen in Form eines Rechtecks darzustellen. Linien zwischen den Rechtecken bilden die Verbindungen zwischen den Ober- und Unterthemen ab (Abb. 6.8).

Zur Entwicklung und Darstellung des Themenbaums eignen sich neben Textverarbeitungssoftware und Mind-Map-Programmen insbesondere Flussdiagramm-Software, z. B. Dia aus dem GNOME Projekt oder MS Visio, welche das Einhalten von Notationsregeln erleichtern. Sie stellen einen ganzen Katalog von Schablonen zur Erstellung unterschiedlichster Diagrammtypen zur Verfügung. Dieser Katalog beinhaltet u. a. Schablonen für standardgemäße Flussdiagramme, Unified Modeling Language (UML)-Diagramme, Entity Relationship (ER)-Diagramme etc.; ebenfalls können Schablonen selbst erstellt und eigene Notationen realisiert werden. Verbinder-Elemente sorgen dafür, dass sich die Kanten zwischen Themen beim Umgruppieren automatisch mit verschieben.

Abb. 6.9 zeigt einen Ausschnitt aus den Themenbaum der Website takingbackgolf.de.

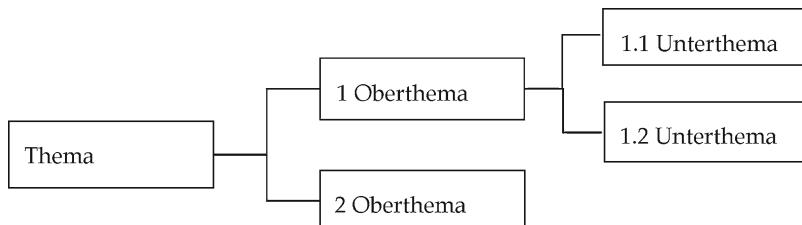


Abb. 6.8 Notationselemente des Themenbaums

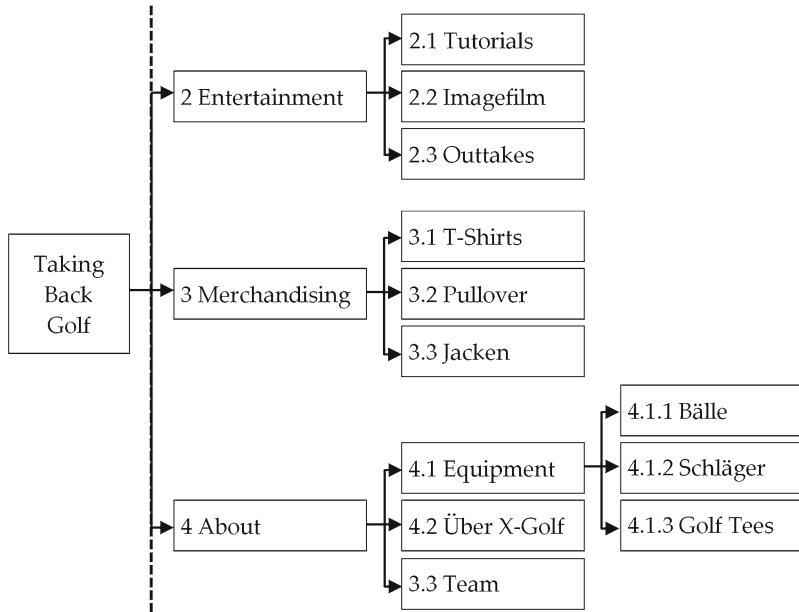


Abb. 6.9 Beispiel eines Themenbaums (Ausschnitt)

6.3.3 Informationsbeschaffung

Sofern die benötigten Inhalte nicht selbst erstellt oder in Auftrag gegeben werden, kommen für die Recherche vor allem Suchmaschinen und Metasuchmaschinen, Verzeichnisse (Kataloge, Linkssammlungen), Besprechungsdienste sowie spezialisierte Suchmaschinen und Portale in Frage. Beim Aufspüren eines geeigneten Dienstes können Suchmaschinenverzeichnisse wie das Suchlexikon oder CNET Search.com helfen. Gute Übersichten zu Methoden und Strategien für die Informationssuche im Internet finden sich auf den Seiten der Universitäten, wie z. B. der Universität Bielefeld. Aktuelle Beiträge rund ums Thema liefert die Searchenginewatch.

Die Qualität vor allem der frei zugänglichen Daten im Netz ist sehr heterogen und reicht von Informationen, die eine seriöse Redaktionsinstanz durchlaufen haben, über Privatmeinungen bis zu von Partikularinteressen dominierten Beiträgen, bspw. auf Unternehmensseiten. Vor Verwendung solcher Daten sollten daher nicht nur rechtliche und insbesondere urheberrechtliche Aspekte, sondern auch die Qualität des gefundenen Materials kritisch geprüft werden. Indikatoren für die Einschätzung eines Funds sind z. B.

- **Inhaltliche Qualität** (Ist der Autor bekannt? Wie aktuell ist der Beitrag? Wie wird der Inhalt präsentiert? Handelt es sich bei dem Thema um einen Haupt- oder einen Neben-aspekt des Webauftritts? Halten Sie selbst den Inhalt für plausibel bzw. richtig? Stimmt der Inhalt mit anderen Quellen überein?)
- **Formale Qualität** (Layout, Rechtschreibung, sind Autor(en) und Quelle(n) genannt? Funktionieren die Links?)

- **Herkunft** (Wer ist der Urheber? Gibt es einen Verantwortlichen mit Kontaktinformationen? Wie lautet der Domainname des Webservers, wo ist die Seite gehostet?)
- **Intention** (Was ist das Ziel und wer ist die Zielgruppe der Seite? Welcher Kategorie gehört die Quelle an (kommerziell, privat, wissenschaftlich, unterhaltend, werbend)? Wohin gehen die Links dieser Seite, welche Seiten verweisen auf dieses Dokument?)

Hat man eine interessante Seite gefunden, gibt es z. B. bei Google mit Hilfe des Schlüsselwortes „related:“ die Option, nach ähnlichen Seiten zu suchen (Abb. 6.10), die gegebenenfalls weitere interessante Informationen und Ergebnisse liefern.

Suchmaschinen bieten eine Vielzahl an Operatoren und Kommandos wie „related:“ an, um die Suche zielgerichtet zu gestalten. Sie brauchen sich aber nicht jeden Operator zu merken; meist können Sie Ihre Suchanfragen auch über ein Formular für die erweiterte Suche genauer spezifizieren. Besonders schwierig gestaltet sich die Suche nach Bildern und audio-visuellen Inhalten. Suchmaschinen hingegen kämpfen mit dem Problem, dass sie sich (zumindest bei der Klassifikation von Medienobjekten in binären Formaten) nur an wenigen beschreibenden Informationen, aber nicht am Inhalt selbst orientieren können. Erste Anbieter haben zwar mit der semantischen Erschließung des audiovisuellen Content begonnen, wie z. B. Musipedia bei Audiodateien oder die Google Bildersuche

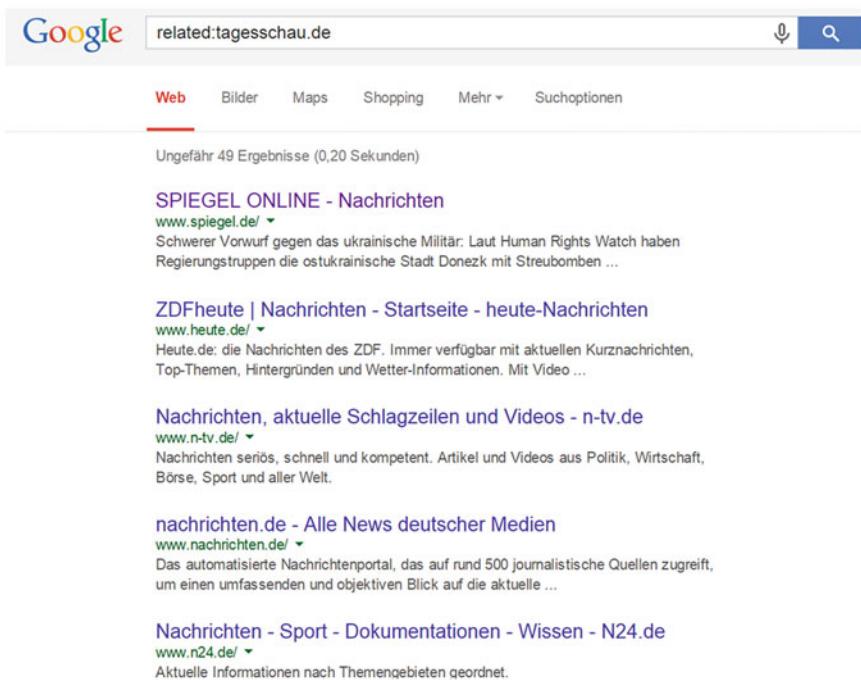


Abb. 6.10 Suche nach ähnlichen Seiten bei der Recherche mit Google

bei der Gesichtserkennung, aber die meisten Suchmaschinen nutzen dafür die folgenden Angaben, wenn auch mit Unterschieden in Umfang und Gewichtung:

- Titel des Dokumentes
- URL
- Meta-Tags oder Teile davon
- alt-Attribute (Diese enthalten alternative Texte, falls der eigentliche Inhalt nicht dargestellt werden kann. Darüber hinaus wird teilweise Text in der Nähe des jeweiligen Tags bei der Aufnahme in den Index mit berücksichtigt.)
- Beschriftungen der Links

Wesentliche Teile dieser Angaben sind freiwilliger Natur und oft nicht vorhanden oder fehlerhaft, etwa bei Metadaten und alt-Attributen. Betrachtet man die zur Verfügung stehenden Daten und Methoden, wird ersichtlich, warum es bei vielen Anbietern keine speziellen oder nur relativ undifferenzierte Suchfunktionen für multimediale Datenformate gibt.

Im Gegensatz zu Suchmaschinen können Verzeichnisse und Besprechungsdienste zwar bei der Beschreibung von Medienobjekten auf die Expertise von Redakteuren bauen, aber dieser Prozess ist zeit- und kostenintensiv, weshalb der indizierte Datenbestand im Vergleich zu Suchmaschinen klein ist. Daher versuchen Social-Bookmarking-Plattformen, die Benutzer selbst die Internetangebote bewerten zu lassen.

Texte, Grafiken und Bilder, Musik, Videos und Animationen – viele nützliche Assets, die zur Umsetzung eines Web-Projekts benötigt werden – lassen sich im Netz finden.

Dabei sind jedoch unbedingt **rechtliche Rahmenbedingungen** zu beachten. Genauso wie die Verletzung von Verbraucherschutzvorschriften, etwa Impressumspflicht (§ 6 TDG und § 10 MDStV), Datenschutzerklärungen (§ 4 TDDSG), Informationspflichten von Verbrauchern (§§ 312b – 312f BGB i. V. m. BGB-InfoV) und Wettbewerbsrecht, etwa vergleichende Werbung (§ 2 UWG), irreführende Angaben (§ 3 UWG) und Erlangung eines sittenwidrigen „Vorsprungs durch Rechtsbruch“ (§ 284 StGB i. V. m. § 1 UWG), können insbesondere Verstöße gegen Schutz- und Kennzeichenrechte wie Urheberrecht, Markenrecht und Geschmacksmusterschutz sowie Patentrechte und Gebrauchsmusterschutz zu Abmahnungen, Unterlassungserklärungen und Schadensersatzforderungen führen.

Insbesondere wenn keine Allgemeinen Geschäftsbedingungen und Nutzungsbedingungen angegeben sind, sollte man die gefundenen Objekte unter keinen Umständen verwenden, da dies mit enormen Lizenzkosten verbunden sein kann und die Gefahr besteht, dass der Fund gegen Patentrechte, Gebrauchsmusterschutz, Markenrechte oder Geschmacksmusterschutz verstößt.

Fallstricke für unerfahrene Entwickler und Webmaster verstecken sich ebenfalls hinter den Begriffen „kostenlos“ und „lizenzfrei“. Viele (Medien-)Datenbanken werben mit dem Begriff „kostenlos“, aber oftmals bezieht sich der Begriff lediglich auf die Registrierung, nicht aber auf die Nutzung der Dienste, die dem User sehr wohl in Rechnung gestellt werden. Auch der Begriff „lizenzfrei“ kann zu Missverständnissen führen: Er bedeutet nicht, dass Objekte kostenlos und nach Belieben verwendet werden dürfen.

Schutz- und Kennzeichenrechte

In Deutschland genießen die Urheber von Werken der Literatur, Wissenschaft und Kunst für ihre Werke Schutz nach Maßgabe des Urheberschutzgesetzes (UrhG). Zu den geschützten Werken zählen gem. § 2 UrhG insbesondere auch

- Sprachwerke, wie Schriftwerke, Reden und Computerprogramme
- Werke der Musik
- Lichtbildwerke einschließlich der Werke, die ähnlich wie Lichtbildwerke geschaffen werden
- Filmwerke einschließlich der Werke, die ähnlich wie Filmwerke geschaffen werden
- Darstellungen wissenschaftlicher oder technischer Art, wie Zeichnungen, Pläne, Karten, Skizzen, Tabellen und plastische Darstellungen sowie gem. § 4 UrhG
- Sammlungen von Werken, Daten oder anderen unabhängigen Elementen [...], nicht aber ein zur Schaffung des Datenbankwerkes oder zur Ermöglichung des Zugangs zu dessen Elementen verwendetes Computerprogramm.

Der Rechteinhaber kann in Lizenzbestimmungen frei festlegen, welche Rechte er abtritt, d.h. unter welchen Bedingungen und auf welche Weise sein Werk genutzt werden darf. Die Wahrnehmung seiner Rechte kann er an Dritte übertragen. So nimmt in vielen Fällen eine Organisation stellvertretend für den eigentlichen Rechteinhaber die Urheberrechte wahr. In Deutschland vertreten z.B. die Gesellschaft für musikalische Aufführungs- und mechanische Vervielfältigungsrechte (GEMA) und die Verwertungsgesellschaft (VG) Musikdition Komponisten, Textdichter und Verleger bei der Verwertung von Musikwerken, die VG Wort verwaltet die Tantiemen aus Zweitnutzungsrechten an Sprachwerken für Autoren, Übersetzer und Verleger von schöpfeistigen und dramatischen, journalistischen und wissenschaftlichen Texten und die VG BildkunstVerstöße gegen das Urheberrecht lassen sich nur dadurch vermeiden, dass für jedes Asset einer Produktion geklärt und dokumentiert wird, aus welcher Quelle es stammt und unter welchen Lizenzbedingungen es erworben wurde.

Im Gegensatz zu vielen Medienbibliotheken im Netz bieten leider nur wenige Suchmaschinen so wie Google [http://www.google.de/advanced_search] die Möglichkeit, bei der Recherche auch die Nutzungsrechte der Medienbausteine zu berücksichtigen (Abb. 6.11).



Abb. 6.11 Berücksichtigung von Lizenztypen bei der Recherche

In der deutschen Version von Bing ist dies im Gegensatz zur internationalen Version leider noch nicht möglich. Ein kleiner Trick hilft Ihnen weiter: Wählen Sie in den Einstellungen von Bing auf der Karteikarte Weltweit (Worldwide) als Land/Region „Vereinigte Staaten – Englisch“ aus. Danach ist der Lizenzfilter in der Bildersuche verfügbar. Sofern Sie Deutsch als Sprache bevorzugen, können Sie anschließend in den allgemeinen Einstellungen als Anzeigesprache „Deutsch“ wählen und die Einstellungen speichern. Bei Yahoo!s Dienst Flickr können Sie in den „Commons“ suchen.

Da die Suchmaschinen aber nicht für die Richtigkeit der Angaben haften, ist es unerlässlich, zur Absicherung die jeweiligen „Allgemeinen Geschäftsbedingungen“ und „Nutzungsrechte“ des Inhalteanbieters zu beachten.

Um Verstöße gegen Patentgesetz, Geschmacksmustergesetz, Markengesetz und Gebrauchsmustergesetz zu vermeiden, sollten geplante Domainnamen, Logos und auch die Benennung von Meta-Tags und Links mit den Einträgen in Patent- und Markenrechtsdatenbanken abgeglichen werden. Eine Recherche nach deutschen Patenten und Gebrauchsmustern sowie Marken und Geschmacksmuster ist auf den Webseiten des Deutschen Patent- und Markenrechtsamtes kostenlos möglich. Internationale Markenrechte sind in der „Madrid (Express) Datenbank“ der World Intellectual Property Organization einsehbar. Das Deutsche Patent- und Markenrechtsamt weist explizit darauf hin, dass „Namen und Logos, die im geschäftlichen Verkehr verwendet werden, andere Markenrechte verletzen, selbst wenn diese nicht in Markenregistern eingetragen sind“ und empfiehlt daher, „auch in Internet-Suchmaschinen, Telefonverzeichnissen, Handelsregistern, Titelschutzzanzeigen und/oder Branchen- bzw. sonstigen Produktverzeichnissen nach identischen oder ähnlichen Namen“ zu suchen.

Lizenzen

Wie im vorausgegangenen Abschnitt erwähnt, kann der Inhaber der Urheberrechte an Assets auf seine Rechte verzichten oder im Rahmen von Lizenzvereinbarungen seine Rechte ganz oder teilweise im Rahmen von Lizenzvereinbarungen an Dritte übertragen.

Häufig unterscheidet man zwischen gemeinfreier, lizenzfreier und lizenzpflchtiger Nutzung.

- Als **gemeinfreie Werke (Public Domain, PD)** bezeichnet man solche Werke, die keinem Urheberrecht (mehr) unterliegen. Bei der Public-Domain-Software kann es allerdings auch bedeuten, dass der Urheber mindestens einer nicht kommerziellen Verbreitung, aber nicht notwendigerweise auch der kommerziellen Verwertung zugestimmt hat. Diese können von jedermann kopiert, verändert und verwendet werden, als wären es die eigenen.
- Bei **lizenzfreien Nutzungsverfahren (Royalty Free, RF)** ist der Begriff „lizenzfrei“ irreführend, denn i. d. R. wird eine einmalige Nutzungsgebühr erhoben. Allerdings ist der Medienbaustein damit „umfassend lizenziert“ oder „voll lizenziert“, d.h. er lässt sich ohne zeitliche Einschränkung, mehrfach, und auch gewerblich nutzen. Die genauen Bedingungen werden vertraglich geregelt. Das Verfahren findet sich häufig beim Vertrieb von Schriften, Fotografien, Zeichnungen und anderen Grafiken.

- Im Gegensatz dazu ist das **lizenzpflchtige Nutzungsverfahren (Rights Managed, RM)** mit einer projektbezogenen Lizenzgebhr verbunden. Bei der Kalkulation der Gebhr spielen vor allem die Nutzungsdauer, der geografische Verbreitungsraum, die Abbildungsgröe und die Branche eine Rolle. Die Nutzungsrechte an Medienobjekten unter diesem Lizenztyp sind eingeschränkt und jede weitere Nutzung muss neu verhandelt werden. Eine Sonderform des RM ist das exklusive Nutzungsverfahren, bei dem einem einzigen Lizenznehmer die Nutzung des Werks für einen bestimmten Zeitraum gewährt wird und das Werk ansonsten vom Markt genommen wird.

Mit dem Web 2.0 verstärkte sich das Bedürfnis nach einfachen und international einheitlichen Standards für die Lizenzierung von Content. Zu den Grundprinzipien des Web 2.0 zählt u. a. der Wechsel von „All Rights Reserved“ zu „Some Rights Reserved“. Dahinter steht die Erkenntnis, dass zu strenge Schutzbestimmungen die User einschränken und die Verbreitung der Daten verhindern. Darum sollen Standards und Lizenzen mit weniger Einschränkungen genutzt werden, in deren Rahmen die Daten leichter fließen können. Die Artikel von O'Reilly im Jahr 2005 (O'Reilly 2005a; O'Reilly 2005b) dürften erheblich zur wachsenden Popularität der bereits 2001 gegründeten Initiative der „Creative Commons“ beigetragen haben.

Die **Creative Commons** ist eine nicht kommerzielle Organisation, die eine Plattform für eine international einheitliche Rechtevergabe bereitstellt. Sie hat sechs standardisierte Lizenztypen (Tab. 6.2) definiert, die ein Autor kostenlos nutzen kann, um sein Werk zu veröffentlichen.

Tab. 6.2 Lizenztypen der Creative Commons

Lizenztyp	Eigenschaften			
	Namensnennung	Verbot der kommerziellen Nutzung	Verbot der Bearbeitung	Weitergabe unter gleichen Bedingungen
by-nc-nd				
by-nc-sa				
by-nc				
by-nd				
by-sa				
by				

Suchmaschinen und Portale, die bei der Recherche diese Lizenztypen berücksichtigen können, sind z. B. Google, Yahoo!, Flickr, blip.tv, OWL music search und spinXpress.

6.3.3.1 Texte

Am einfachsten gestaltet sich die Suche nach textlichen Inhalten für eine Website. Vor allem wissenschaftliche Informationen, Nachrichten und Zeitschriftenartikel, Beiträge in Blogs und Foren, aber auch speziellere Formate wie Poesie und Zitate können einen Internetauftritt bereichern. Gerade bei Nachrichten und anderen Informationen mit einer kurzen Haltbarkeit bzw. einem kurzen Aktualisierungintervall bietet sich das Einbinden per Feed an, um auf diese komfortable Weise dem Besucher stets Neuigkeiten bieten zu können.

Wissenschaftliche Informationen

Virtuelle Bibliotheken bieten Metasuchmaschinen für die simultane Suche nach Büchern und (vor allem wissenschaftlichen) Zeitschriftenartikeln im Bestand vieler Bibliotheken gleichzeitig an, etwa die Deutsche Nationalbibliothek oder die US-amerikanische Library of Congress sowie Universitätsbibliotheken wie z. B. in Karlsruhe, Regensburg und Georgetown. Linkssammlungen zu deutschen Online-Bibliotheken veröffentlichen u. a. das Hochschulbibliothekszentrum NRW oder das Bibliotheksservice-Zentrum Baden-Württemberg und zu internationalen Online-Bibliotheken die Berkeley University. Auch die Suchmaschine Google indiziert gezielt wissenschaftliche Texte. Weitere Quellen sind Online-Lexika, wie etwa das CIA-Länderlexikon, die Encyclopedia Britannica, die Bertelsmann Enzyklopädie, die Weltchronik und Wikipedia (mit den bekannten Einschränkungen wegen des Fehlens einer geordneten Redaktion).

Nachrichten und Zeitschriftenartikel

Waren bis vor wenigen Jahren für die Nachrichtensuche noch spezialisierte Suchmaschinen erforderlich, so lässt sie sich heute gut mit spezialisierten Indizes der allgemeinen Suchmaschinen abdecken. Tab. 6.3 zeigt beispielhaft die Suchmöglichkeiten bei drei großen Anbietern:

Tab. 6.3 Vergleich der Suchoptionen für Nachrichten

Suchmaschine	Suchoptionen
Google	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Themenbereich, Region, Position der Suchbegriffe im Beitrag (irgendwo im Artikel, Schlagzeile, Text, URL), Indexierungszeitpunkt, Nachrichtenquelle, Erscheinungsort. RSS Feed und Benachrichtigung per E-Mail verfügbar. Artikel, die älter als 30 Tage sind, findet man über die Google Websuche.
MS Bing	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Themenbereich, Region. RSS Feed verfügbar.
Yahoo!	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Themenbereich, Region, Publikationszeitpunkt, Nachrichtenquelle, Erscheinungsort, Sprache. RSS Feed verfügbar.

Beiträge in Blogs und Foren

Oftmals schreiben auch die Benutzer von Weblogs (Blogs) und Foren interessante Neuigkeiten in ihren Beiträgen oder veröffentlichen hilfreiche Fotos (Fotoblogs), Audiobeiträge (Audioblogs bzw. Podcasts) und Videos (Videoblogs bzw. Vlogs). Diese Posts lassen sich mit Blog-Directories bzw. -Suchmaschinen oder über Trackbacks aufspüren. Dabei ist Trackback eine Funktion, mit der Weblogs Informationen über Backlinks in Form von Reaktionen bzw. Kommentaren durch einen automatischen Benachrichtigungsdienst untereinander austauschen können. Trackbacks kommt bei der Recherche eine große Bedeutung zu.

Im Linkverzeichnis sind bedeutende Blog-Directories und Blog-Suchmaschinen aufgeführt, die Blogs nach Kategorien geordnet auflisten und eine Suche nach Begriffen gestatten. Blog-Suchmaschinen kann man unterscheiden in allgemeine und spezielle, die etwa auf bestimmte Medienformate (z. B. Foto, Audio, Video) oder Themen (z. B. Marketing, Medizin oder Recht) fokussieren. Mit Hilfe von Suchbegriffen, Tags und verweisenden Links lassen sich Blogs und einzelne Beiträge (Posts) finden.

Google vermarktet die Blogsuche zwar seit Mai 2014 nicht mehr als eigenständigen Dienst, hat die Funktionalität aber im Wesentlichen in seine News-Suche eingebaut. Sie können Ihre Suche auf Blogs begrenzen, indem Sie die normale Websuche verwenden, dann in der Dienstleiste oberhalb der Ergebnisliste „News“ auswählen und dort in den Suchoptionen von „Alle Meldungen“ auf „Blogs“ wechseln.

Spezialformate

Aphorismen, pointierte Zitate und geflügelte Wörter drücken in sehr komprimierter Form Erkenntnisse und Weisheiten aus, deren Erläuterung sehr umfangreich wäre. Darüber hinaus fallen sie dem Betrachter ins Auge und prägen sich ein. Beim Einsatz dieser Stilmittel ist darauf zu achten, dass sie inhaltlich zum Thema passen und mit der Grundstimmung harmonieren.

Im Netz finden sich dafür viele Quellen. Hervorzuheben ist Wikiquote, das sich durch eine große Auswahl an Zitaten und Sprichwörtern sowie eine differenzierte Suche auszeichnet. So kann man nicht nur nach Suchbegriffen, Autoren und Daten recherchieren, sondern auch in hierarchischen Bäumen nach Zitaten zu bestimmten Themen, in bestimmten Religionen oder aus bestimmten Filmen fahnden.

Poesie transportiert, genau wie z.B. auch Farben, Stimmungen und Emotionen zum Besucher. Wichtig beim Einsatz von Reimen und Versen ist, dass sie inhaltlich zum Thema passen, die emotionale Grundstimmung des Webangebots unterstreichen, als Ausdrucksform in der Zielgruppe akzeptiert werden und kurz gehalten sind. Poesie findet sich oft in spezialisierten Blogs oder themenbezogenen Webauftritten.

Typografische Ressourcen

Das Netz ist auch eine hervorragende Quelle für typografische Ressourcen. Hat man die für ein Projekt benötigte Schrift bestimmt (siehe Kap. 7.4.3.3), kann man den benötigten Font bequem herunterladen. Eine umfangreiche Auswahl an (kommerziellen) Schriften hat bspw. Fontshop in seiner Bibliothek, und eine Linkliste zu kostenlosen Fonts in guter

Qualität findet sich im dtp-blog. Besonders hervorzuheben ist auch die Seite von Vandelay Design, auf der eine Sammlung mit vielen typografischen Ressourcen für Webdesigner veröffentlicht ist, die neben Schriftarten auch Softwaretools, Anleitungen (Tutorials), Sätze miteinander harmonierender Gestaltungsrichtlinien (Styleguides) u. v. m. umfasst.

6.3.3.2 Bilder

In binären Bildformaten enthaltene Metadaten beschränken sich hauptsächlich auf Aspekte wie Auflösung, Farbtiefe und ggf. die Version des zugrunde liegenden Formats.

Für Recherchen wichtigere Daten wie Titel, Ersteller, Beschreibung, Copyright, Erstellungsdatum, Themenzuordnung usw. sind in den Formaten nicht explizit vorgesehen oder der Standard sieht – wie z.B. beim Graphic Interchange Format – nur optionale Kommentarbereiche vor. Dies erschwert die Verarbeitung für Suchdienste entscheidend. Selbst wenn die Erweiterungen für beschreibende Informationen nicht optional wären, würde die fehlende Strukturierung der darin enthaltenen Informationen eine fein granulare, attribuierte Suche verhindern.

Aus diesem Grund müssen die größten Anbieter von Suchsystemen in diesem Bereich immer noch auf Texte, die die binären Inhalte umschließen, und diverse Optimierungstechniken für ihre Suche zurückgreifen.

Im Gegensatz zu Binärformaten gestatten es XML-basierte Formate wie Scalable Vector Graphics (siehe Kap. 8.2.3), auch solche Texte in Suchvorgänge mit einzubeziehen, die in der gerenderten Darstellung erscheinen, da diese als einfacher Text innerhalb spezieller Tags hinterlegt und zusätzlich mit Informationen zum Rendering versehen sind (Abb. 6.12).

```
<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20010904//EN"
"http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVG-20010904/DTD/svg10.dtd">
<svg width="10cm" height="3cm" viewBox="0 0 1000 300"
xmlns="http://www.w3.org/2000/svg">
<desc>Example text00 - 'Hallo, lieber Leser!' in red</desc>
<text x="250" y="150"
font-family="Arial" font-size="55" fill="red" >
    Hallo, lieber Leser!
</text>
<!-- Show outline of
<rect x="1" y="1" width="298" height="298" fill="none"
stroke="red" stroke-width="2" />
</svg>
```

Der Inhalt im `<text>`-Tag wird als Grafik gerendert, ist aber genauso durchsuchbar wie die regulären Metadaten im oberhalb befindlichen `<desc>`-Tag.

Abb. 6.12 Beispiel für die Suche im Inhalt von SVG-Dateien

Tab. 6.4 Vergleich der Suchoptionen für Bilder

Suchmaschine	Suchoptionen
Google	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Bildgröße, Bildfarbe, Bildtyp (Gesicht, Fotos, Clipart, Strichzeichnung, animiert), Indexierungszeitpunkt und Nutzungsrechte. Das Ergänzen der Suchphrase um das Kommando „filetype:“ gestattet die Einschränkung auf bestimmte Dateiformate, wie „jpg“, „png“ oder „bmp“. Darüber hinaus sind eine Suche nach ähnlichen Bildinhalten (Search by Image) sowie ein Filter gegen anstößige Inhalte (Safe Search) verfügbar.
MS Bing	Größe, Farbe, Typ (Foto, Grafik, Strichzeichnung), Layout (Rechteck, Hoch-/Querformat), Person (Gesicht/Kopf und Schultern), Indexierungsdatum, Lizenztyp. Das Ergänzen der Suchphrase um das Kommando „contains:“ gestattet die Einschränkung auf bestimmte Dateiformate, wie „jpg“, „png“ oder „bmp“. Darüber hinaus sind eine Suche nach ähnlichen Bildinhalten (Bildübereinstimmung/Image Match) sowie ein Filter gegen anstößige Inhalte (Safe Search) verfügbar.
Yahoo!	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Bildgröße, Bildfarbe (Farbe/Schwarz-Weiß, Quelle (Web/Flickr)), Indexierungszeitpunkt (Neueste) und Nutzungsrechte (nutzbar/nicht nutzbar). Das Ergänzen der Suchphrase um das Kommando „originurlexension:“ gestattet die Einschränkung auf bestimmte Dateiformate, wie „jpg“, „png“ oder „bmp“. Darüber hinaus ist ein Filter gegen anstößige Inhalte (Familienfilter/Safe Search) verfügbar.

Microsoft bietet für Anwender seiner Office-Produkte eine Auswahl an Grafiken, aber auch Animationen, Fotos und Sounds an. Die Suche erfolgt dabei entweder über vorgegebene Kategorien oder durch Suchbegriffe. Um die Inhalte verwenden zu dürfen, benötigt man lediglich eine gültige Lizenz für ein Microsoft Office-Produkt, zu dem die Microsoft Clip Gallery oder der Microsoft Clip Organizer gehört.

Für die Bildsuche bieten alle großen Anbieter ähnliche Optionen, wie Tab. 6.4 beispielhaft zeigt.

Zusätzlich etablieren sich derzeit spezielle Portale für Medien wie z. B. Exalead, die sich durch einen großen Index und ausgefeilte Suchoptionen wie z. B. phonetischer und ungefährer Rechtschreibung der Suchbegriffe auszeichnen.

Einen reichhaltigen Fundus an qualitativ hochwertigen, mit aussagekräftigen Metadaten versehenen und zum Teil sogar freien Bildern stellen Portale wie Fotolia, iStockphoto, Freeimages oder die Web 2.0 Fotocommunity Flickr bereit. Dort können gezielt Bilder eines bestimmten Lizenztyps gesucht werden, bspw. solche, bei denen lediglich auf den Urheber verwiesen werden muss.

Auch Verbände und Organisationen, wie z. B. Tourismusverbände und Industrieorganisationen, bieten häufig auf Anfrage freie Bilder oder lizenzierte Bilder mit geringen Auflagen an.

6.3.3.3 Audio

Da es sich bei Audio-, Video-, Streaming- und anderen Rich Media-Formaten (z. B. Adobe Flash) genau wie im Grafikbereich um binäre Formate handelt, lässt sich der Inhalt selbst

nur schwer durchsuchen. Suchmaschinen benötigen daher, neben genauen Informationen zum Aufbau des jeweiligen Formates und passenden Treibern für den Zugriff, Metadaten. Im audio-visuellen Bereich bieten die Dateiformate zwar im Vergleich zu Bildformaten teilweise mehr und besser strukturierte Metadaten, wie z.B. Titel, Autor, Copyright usw., aber auch dort sind die Angaben meistens optional und daher in der Praxis leider selten gefüllt. Erschwerend kommt hinzu, dass jedes Format seine eigene Metadatensyntax und -struktur definiert. Beispielsweise gibt es für die diversen Windows Media Dateiformate spezielle Redirector-Formate, die in Form von Text oder XML Metadaten sowie den Verweis auf die eigentliche Quelle enthalten. Um diese Situation zu verbessern und neue Anwendungsfelder zu erschließen, hat die ISO mit MPEG-7 im Jahr 2002 einen Standard zur Beschreibung von Inhalten in Multimedia Formaten verabschiedet, der u.a. zu besseren Suchmöglichkeiten beitragen soll (siehe Kap. 8.7.2.9).

Wie schon bei den Bildformaten gestatten XML-basierte Formate (etwa die Synchronized Multimedia Integration Language) auch bei audio-visuellen Informationen eine erheblich verbesserte Suche. Für die Suche ist, neben der einfachen Verarbeitung bzw. dynamischen, regelbasierten Manipulation mittels eines DOM konformen XML Parsers, in erster Linie die Verfügbarkeit von Metadaten von entscheidender Bedeutung. Daher hat das W3C von Anfang an entsprechende Strukturen im Standard vorgesehen, sowie auf Integrationsmöglichkeiten mit existierenden oder in Entwicklung befindlichen Metadatenkonzepten geachtet. Realisiert wird dies über das Konzept der Namensräume (Namespaces), das in diesem Zusammenhang genutzt wird, um innerhalb eines Dokumentes mehrere Auszeichnungsstandards für beschreibende Informationen gleichzeitig einsetzen zu können (Namespace 2009). Auf dem Smartphone ermöglichen Programme wie z.B. Bing Audio und Shazam die Identifikation von Musikstücken. Sie errechnen aus einer kurzen, mit dem Smartphone-Mikrofon aufgezeichneten Passage eines Musikstücks einen digitalen Fingerabdruck und vergleichen diesen mit dem Bestand ihrer zentralen Datenbank. Der Benutzer erhält im Fall eines Treffers den Titel und Interpreten sowie weiterführende Informationen wie den Liedtext oder Links auf entsprechende YouTube-Videos.

Bei den großen Suchmaschinen ist die Suche nach Audiodaten aber noch nicht sehr ausgeprägt. Google und Bing bieten keine spezielle Suche an und Yahoo! betreibt zwar ein Musikportal, bietet aber nur konventionelle Suchmöglichkeiten. Daher bietet es sich an, Suchphrasen um Kommandos wie „`filetype:`“, „`contains:`“ bzw. „`originurl-extension:`“ und das gesuchte Dateiformat (etwa „`mp3`“ oder „`mid`“) zu ergänzen.

Musikportale wie Elixir oder Tunefinder bieten ebenfalls nur konventionelle Suchmöglichkeiten nach Titel, Interpret, Genre etc.; dafür liefern sie aber eine große Auswahl teils kostenloser Musikstücke im MP3-Format. Ihr Fundus speist sich vor allem aus Werken neuer oder wenig bekannter Musiker, die ein Publikum für ihre Musik suchen oder auf diesem Wege versuchen, ihren Bekanntheitsgrad zu steigern. Vor einer kommerziellen Verwendung der Audiodateien muss man jedoch eine Nutzungsvereinbarung mit den jeweiligen Interpreten treffen, was einige Tage dauern kann.

Musipedia hingegen erlaubt die Recherche nach Musiktiteln über das Spielen auf einem virtuellen Piano Keyboard, Singen oder Pfeifen, durch Rhythmus über Klopfen auf der

Tastatur und mittels Eingabe von Noten oder mit Hilfe des Parsons Code. Beim Parsons Code beschreibt man einen Melodieverlauf ohne Berücksichtigung des Rhythmus: Jedes Paar aufeinander folgender Noten wird als „U“ („up“) notiert, wenn die zweite Note höher ist als die erste, als „R“ („repeat“), wenn die Noten gleich sind, und sonst „D“ („down“). Die Anfrage wird nach einigen Parametern wie z. B. Rhythmus und/oder Melodiekontur analysiert und anschließend mit dem Bestand in der Datenbank verglichen. Dort sind die Musikdateien dem MPEG-7 Standard entsprechend erfasst. So werden in den Metadaten bspw. Rhythmus, Taktart und Tempo, Geschlecht und Anzahl der Sänger, Art und Menge der Musikinstrumente sowie Art der Melodieführung mit den zugehörigen Harmonien festgehalten. Das Rechercheergebnis erscheint in Form einer nach abnehmender Ähnlichkeit sortierten Trefferliste mit einem Auszug aus der Partitur, der Möglichkeit sie anzuhören und als MP3-Datei zu kaufen. Für mobile Geräte bietet SoundHound eine ähnliche Suchfunktionalität an.

Quellen für Geräusche aus unterschiedlichen Bereichen sind vor allem ältere, mittlerweile urheberrechtlfreie Computerspiele, Beigaben von Audio-/Videoschnitt-Software (siehe Kap. 8.8.3 bzw. 8.8.4) sowie Webangebote, die Klänge gemeinfrei (z. B. die Hörspielbox) oder unter Creative Commons-Lizenz (z. B. das Freesound Project) veröffentlichen.

6.3.3.4 Video

Seit sich das Internet von einem reinen Informationsmedium immer stärker in Richtung eines Unterhaltungsmedium entwickelt hat, Videoportale wie YouTube einen kometenhaften Aufstieg feierten und ganze Fernsehsendungen mit Internetvideos bestritten werden, bieten Suchmaschinen spezielle Dienste für die Recherche nach bewegten Bildern an. Tab. 6.5 zeigt beispielhaft die Suchmöglichkeiten bei drei großen Anbietern.

Weitere wichtige Quellen sind Videoportale wie Dailymotion, Googles Youtube oder Vimeo. Sie beziehen ihr Material aus Beiträgen der Nutzer, aber zu erheblichen Teilen

Tab. 6.5 Vergleich der Suchoptionen für Video

Suchmaschine	Suchoptionen
Google	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Sprache, Spieldauer, Veröffentlichungszeitpunkt, technische Qualität, Webquelle und Untertitel. Das Ergänzen der Suchphrase um das Kommando „filetype:“ gestattet die Einschränkung auf bestimmte Dateiformate, wie „mpg“ oder „mp4“. Darüber hinaus ist ein Filter gegen anstößige Inhalte (Safe Search) verfügbar.
MS Bing	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Spieldauer, Veröffentlichungszeitpunkt, technische Qualität, Webquelle und Preis. Das Ergänzen der Suchphrase um das Kommando „contains:“ gestattet die Einschränkung auf bestimmte Dateiformate, wie „mpg“ oder „mp4“. Darüber hinaus ist ein Filter gegen anstößige Inhalte (Safe Search) verfügbar.
Yahoo!	Suchbegriffe und deren Kombinationen, Spieldauer, Veröffentlichungszeitpunkt, technische Qualität und Webquelle. Das Ergänzen der Suchphrase um das Kommando „originurlexension:“ gestattet die Einschränkung auf bestimmte Dateiformate wie „mpg“ oder „mp4“. Darüber hinaus ist ein Filter gegen anstößige Inhalte (Familienfilter/Safe Search) verfügbar.

auch aus TV-Programmen. Daher bieten diese i. d. R. nicht nur die Suche nach Schlagwortsuchen, Spieldauern und Lizenzbedingungen an, sondern auch die Einschränkung auf bestimmte Sparten und Kanälen. Sie setzen verstärkt auf typische Suchmöglichkeiten des Web 2.0, die Nutzerfeedback und -verhalten auswerten, wie etwa „am häufigsten gesehen“, „beliebteste Suchanfragen“ etc. Auch die Navigation ist moderner gestaltet, z. B. als Video Wall, und die Suchergebnisse sind treffgenauer als früher.

Militär und Sicherheitsbehörden haben in den vergangenen Jahren die Verbesserung von Bild- und Spracherkennungssoftware vorangetrieben.

Dazu zerlegt eine Mustererkennungssoftware den Videostream in einzelne Szenen und analysiert diese im Hinblick auf eine Vielzahl charakteristischer Merkmale wie z. B. Dauer der Szenen, Helligkeit, Anzahl Personen, Anzahl Gesichter, Innen- oder Außenaufnahme, Geräusche sowie Sprache und Inhalt des Gesprochenen, um nur einige zu nennen. Diese Informationen werden zu jeder Szene gespeichert und bilden in ihrer Gesamtheit zugleich eine Art digitalen Fingerabdruck, anhand dessen sich eine Szene identifizieren und auch direkt ansteuern lässt.

Erste Suchmaschinen (z. B. Google) und Social-Media-Plattformen (z. B. Facebook) nutzen jetzt Teile dieser Verfahren, um beschreibende Informationen aus den binären Audio- und Videodaten selbst zu extrahieren und die Metadaten damit zu ergänzen. Insbesondere Fernsehsender und -studios dürften künftig zu den kommerziellen Anwendern zählen.

6.3.3.5 Animation

Zwar existieren noch viele Adobe Flash-Ressourcen (siehe Kap. 8.5.1) im Netz, aber neue Animationen für Webseiten werden fast ausschließlich in HTML5 erstellt (siehe Kap. 8.2.4). Sie bieten im Gegensatz zu Flash Standardkonformität, Barrierefreiheit und Indizierbarkeit, da es sich nicht um binäre Dateien handelt. Weil kein proprietäres Plug-In zum Abspielen benötigt wird, sind sie auch auf allen mobilen Geräten nutzbar. Allerdings sind Ressourcen für den Entwickler etwas schwerer zu finden, da die Einschränkung der Suchphrasen um Kommandos wie „`filetype:`“ nicht zielführend ist.

6.3.4 Informationsverwaltung

Bei der Entwicklung und dem Betrieb einer multimedialen Applikation gilt es, den Überblick zu bewahren über große Mengen unterschiedlicher Daten (Texte, Grafiken und Bilder, Animationen, Videos, Audiodateien, Programmcode) aus verschiedenen Quellen. Deshalb ist auf sprechende Dateinamen und eine strukturierte Ablage zu achten.

Bei größeren Projekten erleichtert diese Aufgabe der Einsatz einer zentralen Datenbank für die Verwaltung von Binärdateien, deren Metainformationen (neben ihrer Art, Herkunft und Verwendung insbesondere die Bewertung der Daten im Hinblick auf thematische Eignung, Bedeutung für Thema und (Sub-)Zielgruppe, Qualität, Aktualität und Kosten) sowie der Zugriffsrechte auf die Assets.

Sofern sie nicht Bestandteil eines CMS sind, können diese **Digital Asset Management (DAM)** Software, auch **Multimedia Data Dictionaries (MDD)** genannt, separat erworben

werden, so z. B. Cerious ThumbsPlus, Canto Cumulus und Exensis Portfolio. Auf Basis grundlegender Datenbankfunktionalität hat sich diese Produktklasse spezialisiert auf:

- **Import, Konvertierung, Export**

Vielfältige Filter gestalten den Import unterschiedlicher Dateiformate. Dokumente lassen sich i. d. R. dadurch konvertieren, dass sie mittels eines Exportfilters in einem anderen Format gespeichert werden. Der Konvertierungsvorgang ist auch in Stapelverarbeitung (Batch-Modus) möglich.

- **Indexierung**

Die DAM-Software erfasst automatisch alle Dateien der Arbeitsumgebung und bildet sie in einer internen Tabelle zusammen mit bestimmten Attributen ab. Eine Indexierung ist u.a. nach folgenden Kriterien möglich: Besitzer, Name, Dateipfad, Dateityp, Dateigröße, Erstellungsdatum, Änderungsdatum, Breite, Höhe, Farbauflösung, Bildinhalt oder Ähnlichkeit.

- **Katalogisierung, Versionierung und Archivierung**

Für jedes Projekt lassen sich ein eigener Katalog anlegen und Attribute auswählen, aus denen die DAM-Software automatisch Metadaten generiert, welche dann wiederum bei der Suche nach Dokumenten verwendet werden. Eine Versionsverwaltung stellt auch beim Arbeiten im Team sicher, dass stets an der aktuellen Version eines Assets weitergearbeitet wird und dass nur die freigegebene Version in die Produktion eingebunden wird. Für den Rückgriff auf alte Versionen steht ein Archiv zur Verfügung.

- **Verwaltung von Metadaten**

Metadaten zu einem Dokument können manuell eingegeben, geändert oder gelöscht, aber auch automatisch aus verschiedenen Datei-Attributten generiert werden (s. o.). Diese automatische Nachdokumentationsfunktion generiert Schlüsselwörter z.B. aus dem vollständigen Dateinamen, Dateityp, Wörtern in dem Dateinamen, Verzeichnisnamen im Pfad, Benutzernamen, Attributen, International Press Telecommunication Council (IPTC)-Schlüsselwörtern und aus Bildkommentaren.

- **Dateisuche**

Die Suche kann nach Dateinamen, Schlüsselwörtern oder über SQL-Befehle erfolgen, die es gestatten, unterschiedliche Suchkriterien miteinander zu kombinieren. Weiterhin besteht die Möglichkeit, nach Bildern zu suchen, die Ähnlichkeiten zu einem vorgegebenen Bild aufweisen, wobei sich der Grad der geforderten Ähnlichkeit einstellen lässt.

- **Anzeigen (bzw. Anhören) von Dateien**

Alle verwalteten Dokumente können eingesehen bzw. angehört und mehrere Musik- und Videotitel gleichzeitig abgespielt werden. Bilder lassen sich als Diashow vorführen.

- **Komprimierung**

Die Komprimierung gibt zunächst unbenötigten, unbenutzten oder gelöschten Platz in einer Datenbank frei, z.B. von Vorschaubildern (Daumennagelbilder, „Thumbnails“) gelöschter oder verschobener Dokumente. Will man die Binärdaten komprimieren, so kann man die entsprechende Datei in einem komprimierten Format (z. B. JPEG- statt Bitmap-Format bei Bildern) abspeichern. Die Kompression kann auch im Batch-Modus ablaufen.

- **Stapelverarbeitung**

Eine der nützlichsten Funktionen einer DAM-Software ist die Stapelverarbeitung (Batch-Modus). Sie gestattet es, Routinetätigkeiten zu automatisieren, die bei vielen Dateien immer wieder durchzuführen sind (etwa Formatkonvertierungen o. Ä.). Dabei kann ein definierter Prozess, der auf eine große Menge von Objekten automatisch ausgeführt werden soll, aus mehreren Schritten bestehen. Beispielsweise lassen sich Bilder aus einem Verzeichnis in einem bestimmten Format einlesen, dann manipulieren (z. B. drehen, vergrößern und Farben ändern), Kommentare hinzufügen und schließlich in einem weiteren Verzeichnis komprimiert ablegen.

- **Zugriffsschutz**

Allein der Name „Assets“ für die medialen Inhalte einer Website bzw. Webapplikation kennzeichnet ihren Wert. Gerade in verteilten Umgebungen sind Maßnahmen zu ihrem Schutz wichtig. Jede DAM-Software sollte daher über die Einbindung in eine Public-Key-Infrastruktur oder über Passwortabfragen differenziert den Zugriff auf Datenobjekte und Operationen regeln können.

Ebenfalls sollten ein Urheber-/Quellenverzeichnis und ein Updateplan gepflegt werden. Im **Urheber-/Quellenverzeichnis** kennzeichnet man jedes Asset mit einer eindeutigen Identifikationsnummer und vermerkt dazu Fundstelle, Urheber, Lizenzart bzw. Freigabeerklärung und Lizenzkosten. Durch die systematische Vorgehensweise vermeidet man Probleme mit Urheberrecht bzw. Abmahnungen und erhält außerdem eine Datenbasis für die Ermittlung der Assetkosten im Rahmen einer Zwischen- oder Nachkalkulation. Ein **Updateplan** erweitert die Informationen zu jedem Asset um die Angabe, in welchen Intervallen bzw. zu welchen Terminen das Asset auf Aktualität zu überprüfen ist. Dies verringert das Risiko, dass bei Freigabe der Produktion noch veraltete Assets aus frühen Projektphasen enthalten sind und stellt zugleich Informationen für die Kalkulation der künftigen Pflegekosten bereit.

Auch die **Sicherung der Daten** ist hinsichtlich Frequenz, Art, Medium, Aufbewahrungsort und -dauer explizit festzulegen. Es empfiehlt sich, audiovisuelle Daten zunächst unkomprimiert zu sichern, um sie später in beliebigen Qualitätsstufen zur Hand zu haben.

6.4 Entwurf der Bildschirmstruktur

Was ist die optimale Anordnung von Elementen, um dem Besucher die Orientierung in einem Webangebot zu erleichtern?

Bei der Orientierung an unbekannten Orten hält der Mensch nach Vertrautem Ausschau, um dann aus (realen oder kognitiven) Landkarten weitere Informationen, insbesondere über seinen derzeitigen Standort sowie Richtung und Entfernung seines Ziels, ableiten zu können.

In der realen Umwelt dienen uns Landmarken und Wegweiser als Orientierungshilfe. So erwarten wir bspw. auf Grund unserer Erfahrung, dass eine Dorfkirche im Zentrum des Ortes steht, und können nach dem Kirchturm Ausschau halten, um in die Ortsmitte zu finden. Ähnlich verhält es sich mit der virtuellen Welt. Auch hier ist das Vorhandensein und die Position von bekannten Elementen eine wichtige Voraussetzung für die Orientierung.

Um herauszufinden, welche Elemente am besten an welchen Stellen des Bildschirms positioniert werden sollten, sollte man grundlegende Gestaltgesetze berücksichtigen (Abschn. 6.4.1) und die Erwartungen der Benutzer (Abschn. 6.4.2 sowie ihr tatsächliches Blickverhalten (Abschn. 6.4.3) evaluieren. Auf dieser Basis lässt sich ein fundiertes Konzept für die Struktur von Webseiten ableiten und mit geeigneten Darstellungsmethoden (Abschn. 6.4.4) veranschaulichen.

6.4.1 Gestaltgesetze

Nach den Erkenntnissen der Gestaltpsychologie soll die Anordnung und Form von Objekten bestimmten Regeln folgen. Diese basieren darauf, dass die menschliche Wahrnehmung in ihrem Effizienzstreben (siehe Kap. 2) bei der Informationsverarbeitung auf bereits vorhandene Erfahrungen zurückgreift und diejenige Interpretationsmöglichkeit auswählt, welche die geringste kognitive Last verursacht. Durch das Zusammenfassen von ähnlichen Bildbestandteilen zu Komplexen reduziert sich dabei die Anzahl der zu verarbeitenden Objekte. Die Ähnlichkeit kann auf ganz unterschiedlichen Eigenschaften der Figuren beruhen, und schlägt sich in den in den folgenden Abschnitten beschriebenen Gestaltgesetzen nieder.

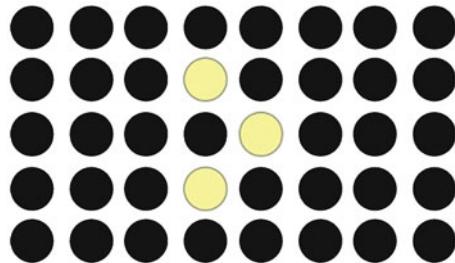
Die Gestaltgesetze liefern nützliche Hinweise zur Gestaltung eines Layouts. Sie beschränken sich hauptsächlich auf Erklärungsmuster für die Wahrnehmung einfacher Geometrien und eignen sich daher mehr für eine grobe Strukturierung des Layouts als für den Feinentwurf einzelner Bildschirmelemente. Die Kunst besteht darin, durch Kombination der Gestaltgesetze so starke Effekte zu erzielen, dass einzelne, bewusst gesetzte Verstöße Spannung erzeugen, ohne die Zugänglichkeit der Oberfläche zu verringern.

6.4.1.1 Das Gesetz der Ähnlichkeit

Das Gesetz der Ähnlichkeit ist sozusagen das Grundgesetz der Gestaltpsychologie und besagt, dass zusammengehörende Elemente durch Ähnlichkeiten erkannt werden. Die Ähnlichkeit kann in allen von den menschlichen Sinnen wahrnehmbaren Objekteigenschaften begründet sein, z. B. in Farben, Größen, Helligkeiten, Bewegungsrichtungen und -geschwindigkeiten, Verhaltensweisen, Texturen oder letztlich auch Geräuschen. Die Gruppierungstendenz in unserer Wahrnehmung ist umso stärker,

- je größer die Ähnlichkeit in einer Eigenschaft ist,
- je stärker der Kontrast in dieser gemeinsamen Eigenschaft zu anderen Objekten ist und
- je mehr gemeinsame Eigenschaften zusammengehörige Objekte aufweisen.

Abb. 6.13 Gesetz der Ähnlichkeit



Starke FDP erschreckt Union und SPD



Das Rekord-Ergebnis der FDP bei der Hessen-Wahl verunsichert die Große Koalition. CDU-Ministerpräsident Oettinger fordert eine klare Abgrenzung von den Liberalen. Die SPD will angesichts der neuen Machtverhältnisse im Bundesrat die Abstimmungsregeln ändern. [mehr...](#) [Forum]

- Hessen-Wahl: Liberale retten Kochs Comeback
- Wahlverlierer SPD: "Es hat uns mittendurch zerrissen"
- Minutenprotokoll: So lief der Wahlabend in Hessen
- Alle Umfragen, alle Analysen: Wie nah TSG Koch wirklich kam
- Zitate des Abends: "Thorsten, mach's bloß nicht"

SPIEGEL ONLINE

Die Ergebnisse aus Hessen: Sitze, Prozente, Gewinne und Verluste

VIDEO >

Nachrichten kicker.tv

Nachrichten am Morgen SPIEGEL TV ONLINE

Abspielen Vergrößern Foto: AP

SPD-Debakel in Hessen

Rückzug aus dem Gazastreifen

Einstimmung auf Obama-Party

Abb. 6.14 Gesetz der Ähnlichkeit bei Verweisen

In Abb. 6.13 sind identisch große schwarze und gelbe Punkte zu sehen. Diese sind alle im gleichen Abstand zueinander angeordnet. Trotzdem ist durch die ähnliche Farbgebung sofort ersichtlich, welche Objekte zusammen gehören und als Gruppe aufgefasst werden können.

Diese Eigenschaft ist beim Design von Webseiten vor allem dann nützlich, wenn eine ähnliche oder gemeinsame Information bzw. Funktion aus gestalterischen Gründen nicht durch Nähe (mit anderen Worten: Ähnlichkeit in der horizontalen oder vertikalen Position) dargestellt werden kann.

Auf dem Internetauftritt der Magazins „Der Spiegel“ wird das Gesetz bspw. genutzt, um bei unterschiedlichen Elementen durch die gleiche Farbgebung und identisches Verhalten die Funktion des Verweisens zu veranschaulichen (Abb. 6.14). Verlinkungen sind in der Farbe Rot dargestellt und heben sich vom Rest des Textes stark ab. Außerdem werden sie unterstrichen angezeigt, sobald sie sich im Mausfokus befinden, und der Mauszeiger ändert seine Form, sodass der Besucher die Funktion deutlich erkennen kann.

Belkin Sport Armband Plus for 80/120 GB iPod classic 6G (Midnight Blue)
 Other products by Belkin
 ★★★★★ (18 customer reviews) | More about this product

List Price: \$39.99
 Price: **\$23.89** & eligible for FREE Super Saver Shipping on orders over \$25. Details
 You Save: \$16.10 (40%)

In Stock.
 Ships from and sold by Amazon.com. Gift-wrap available.

Want it delivered Tuesday, January 20? Order it in the next 13 hours and 14 minutes, and choose One-Day Shipping at checkout. See details

43 used & new available from \$6.88

See larger image
 See all 4 customer images
 Share your own customer images

Frequently Bought Together

Total List Price: \$119.94
 Price for All Three: \$56.82
 Add all three to Cart

This item: Belkin Sport Armband Plus for 80/120 GB iPod classic 6G (Midnight Blue)
 Coby 1.5-Inch Digital Photo Keychain (White)
 V-MODA Bass Freq Earbuds - Bling Bling Black

More Buying Choices

BuyForLess \$17.49 + \$5.78 shipping
 In Stock

BuyNow Incorporated \$30.99 + Free Shipping
 In Stock

Apple Accessories \$21.70 + \$1.99 shipping
 In stock. Processing takes an additional 2 to 3 days.

43 used & new from \$6.88

Get it for less Order it used
 Have one to sell? Sell yours here

Add to Wish List Add to Shopping List Add to Wedding Registry Add to Baby Registry Share with Friends

Abb. 6.15 Gesetz der Ähnlichkeit beim Shopping-Cart-Button

Die durchgängige Anwendung des Gesetzes der Ähnlichkeit führt also zu konsistenten und leicht erlernbaren User Interfaces. Ein häufig diskutiertes Beispiel (z. B. bei Eisenberg 2013) ist der Shopping-Cart-Button und dessen Varianten auf www.amazon.com (Abb. 6.15). Die Buttons für die primären Funktionen „Add to Shopping Cart“, „Add to Cart“ und „Add all three to Cart“ haben die gleiche prägnante Form und sind durch das Orange von den anderen Elementen auf der Seite farblich eindeutig abgesetzt. Trotz der räumlichen Distanzen zwischen den Buttons lässt sich die Ähnlichkeiten leicht erkennen und auf die gemeinsame Funktion schließen. Schaltflächen für sekundäre Funktionen wie „Add to Wish List“, „Add to Shopping List“ etc. unterscheiden sich von den Hauptfunktionen nur durch die – ebenfalls einheitliche – Farbkodierung. Dadurch ist ein Zusammenhang untereinander und mit den Hauptfunktionen offensichtlich.

6.4.1.2 Das Gesetz der Nähe

Unsere Wahrnehmung interpretiert räumlich nahe beieinander liegende Elemente als zusammengehörig. Dieses machen sich bspw. Zeitungen schon seit langem zu Nutze, wenn sie Bild und Text beim Satz in Spalten organisieren. Beispielsweise sind in der Abb. 6.16 sechs Reihen mit schwarzen Punkten zu sehen. Durch die Nähe von jeweils zwei Reihen und dem größeren Abstand zwischen den Gruppen fassen wir diese als drei (Doppel-) Reihen auf.

Gestalterisch lässt sich dieses Gesetz gut umsetzen, wenn zusammengehörige Elemente möglichst nah beieinander dargestellt werden können, wie dies z. B. bei Navigations-elementen der Fall ist.

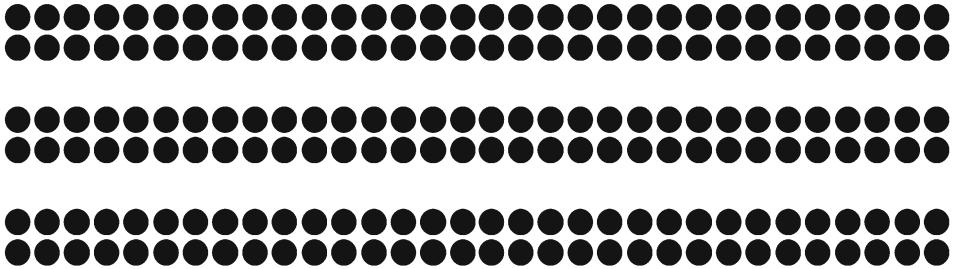


Abb. 6.16 Gesetz der Nähe



Abb. 6.17 Gesetz der Nähe: richtig (links) und falsch (rechts)

Das Layout der Originalseite des Google Directories (Abb. 6.17 links) beachtet das Gesetz der Nähe: Die thematische Gruppierung der Links ist auch ohne Überschrift sofort erkennbar, da die vertikalen Abstände zwischen den Kategorien größer sind als die Abstände innerhalb einer Kategorie. Abb. 6.17 zeigt auf der rechten Seite, was passiert, wenn man das Gesetz der Nähe nicht berücksichtigt. Bei der veränderten Layout-Variante unterscheiden sich die vertikalen Abstände zwischen den Gruppen nicht mehr von den Abständen innerhalb der Gruppen. Zwar wird dadurch weniger Fläche verbraucht, die Orientierung ist aber sichtlich erschwert.

6.4.1.3 Das Gesetz der Geschlossenheit

Um unsere begrenzten kognitiven Kapazitäten effektiv zu nutzen, ist unsere Wahrnehmung bestrebt, mehrere Objekte möglichst als eine Einheit (Komplex) und nicht als Einzellemente zu sehen.

Einfachere und bekannte Formen lassen sich leichter als komplizierte oder ungewöhnliche identifizieren, vor allem wenn sie einen Umriss (eine Konturlinie) aufweisen oder durch eine Linie miteinander verbunden sind.

Die Profilseite im Original eines Studierendenportals [www.studipf.de] (Abb. 6.18 links) gruppiert die logisch zusammengehörigen Eingabefelder und trennt die Gruppen durch Kästen voneinander. So lässt sich sehr schnell erkennen, was zusammengehört und was nicht. In der Fälschung (Abb. 6.18 rechts) sind die Felder ebenfalls auf mehrere logische Gruppen mit ebensolchen Abständen verteilt. Die Gruppierung tritt aber nicht so präsent hervor, da keine Konturlinien vorhanden sind.

The image shows a user interface with two side-by-side forms. The left form is correctly designed according to the Law of Closure, featuring a single vertical line that separates the 'Kontakt-Hilfselemente' section from the 'Instant-Messenger' section. The right form is incorrectly designed, featuring two separate vertical lines that create two distinct columns, which violates the Law of Closure.

Abb. 6.18 Gesetz der Geschlossenheit: richtig (links) und falsch (rechts)



Abb. 6.19 Gesetz der Geschlossenheit mit subjektiven Konturlinien

Eine vollständige Geschlossenheit ist dann nicht erforderlich, wenn unser Gehirn bei bekannten Formen mittels Elaboration fehlende Linien durch das Erzeugen einer erdachten Linie („subjektive“ Konturlinie) ergänzen kann. Selbst wenn eine geschlossene Figur nur angedeutet ist (Abb. 6.19), vervollständigen wir sie automatisch (in diesem Fall zu einem Kreis in einem Quadrat bzw. zu einem Parallelogramm über zwei Ellipsen).

Das Gesetz der Geschlossenheit ist ein mächtiges Werkzeug. Indem es Zusammenhänge eindeutig und leicht erkennbar definiert (im Übrigen auch auf monochromen Ausgabemedien und bei Menschen mit Farbfehlsichtigkeit), erleichtert es den Benutzern die Orientierung. Deutlich wird die Wirkung z. B. bei Portalen, deren Oberfläche aus separaten Themenbereichen (Channels) besteht, die jeweils abgegrenzte Einheiten sind und eigenständig alle Informationen, Funktionen und Optionen zu diesem Thema anbieten (Abb. 6.20).

Daher setzen Webdesigner das Gesetz der Geschlossenheit häufig ein, von Umrandungen der Schaltflächen mittels Konturlinien bis zur Gliederung des Bildschirms durch Farbflächen, die kognitive Konturlinien erzeugen. Es hat eine so starke Wirkung, dass auch ansonsten ähnlich gestaltete Informationen bzw. Funktionen kaum als zusammengehörig zu erkennen sind, wenn eine (kognitive oder reale) Konturlinie sie trennt.

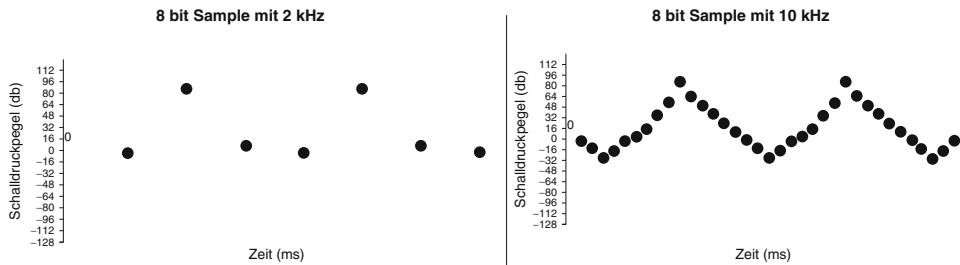
<p>WEB.DE FreeMail</p>  <p>Deutschlands beste E-Mail - seit 10 Jahren E-Mail-Adresse @web.de, modernste Sicherheitsmaßnahmen, Spamschutz uvm. Kostenlos! Mehr</p>	<p>WEB.DE Club</p>  <p>Premium E-Mail vom Feinsten! XXL-Speicherplatz, kostenlose Movie-FLAT, Online-Festplatte, Premium-Funktionen... Mehr</p>
<p>WEB.DE FreeDSL Komplett Paket</p>  <p>WEB.DE FreeDSL - DSL-Zugang: 0,- €! - DSL-Flatrate: 0,- €! - WEB.DE Telefonanschluss für nur 16,37 € mtl.!* Jetzt informieren</p>	<p>WEB.DE SmartSurfer - Onlinekosten sparen!</p>  <p>Für Analog und ISDN-Surfer Zertifizierte Tarifsicherheit: Mit dem SmartSurfer bis zu 70% der Onlinekosten sparen! Mehr</p>
<p>MultiMessenger</p>  <p>Mehr Smilies - mehr Spaß: Chatten mit Freunden bei ICQ, MSN, Yahoo! und AIM. Jede Menge animierte Smilies machen jetzt noch mehr Spaß! Mehr</p>	<p>WEB.DE HomeBanking NEW</p>  <p>Onlinebanking sicher, einfach und komfortabel! Den Marktführer kostenlos testen und erfahren, wie sicher und bequem HomeBanking ist! Mehr</p>
<p>WEB.DE MailDomain & Hosting</p>  <p>Ganz leicht zur eigenen Homepage... ... jetzt mit neuem Web-Baukasten mit über 1.000 Layouts und noch mehr Domains zur Auswahl! Mehr</p>	<p>PC-Sicherheit</p>  <p>Sicherheit für Ihren PC Sicherheit für Ihre Daten, Ihren PC, Ihre Privatsphäre mit der McAfee® Internet Security Suite™ - WEB.DE Edition. Mehr</p>

Abb. 6.20 Gesetz der Geschlossenheit bei Portalen am Beispiel Web.de

6.4.1.4 Das Gesetz der Kontinuität

Eine weitere Methode unserer Wahrnehmung, um Komplexe zu bilden, ist das Gruppieren von einzelnen Elementen, die erkennbar eine Fortsetzung vorangehender Reize sind, z. B. weil sie sich auf einer fortlaufenden Linie oder Kurve befinden. Wie bei dem Gesetz der Geschlossenheit ist dafür keine vollständige Konturlinie nötig, sondern es genügt bereits, wenn die zu gruppierenden Objekte auf einer gedachten Linie oder Kurve liegen. Selbst wenn sich zwei solcher Linien schneiden, führen wir gedanklich den Verlauf beider Linien fort anstatt anzunehmen, dass sie an dieser Stelle einen Knick machen.

In der Abb. 6.21 sind links und rechts jeweils diskrete Werte des gleichen digitalen Audiosignals in unterschiedlichen Abtastungen zu sehen. Während Anzahl und Abstand der Messpunkte auf der linken Seite noch nicht ausreichen, um eine Form zu erkennen, würden wir die Grafik auf der rechten Seite eher als Kurve, denn als eine Folge von einzelnen Punkten betrachten.

**Abb. 6.21** Gesetz der Kontinuität

- ▶ Computer
- ▶ Digital Foto, Digital Video
- ▶ Drucker, Zubehör
- ▶ Eingabegeräte, Webcams
- ▶ Festplatten
- Grafikkarten**
- ▼ AGP-Grafikkarten
 - AGP-Grafikkarten, ATI-Chipsatz
 - AGP-Grafikkarten, nVidia-Chipsatz
 - Computer-Netzzeile
 - Computer-Netzzeile Zubehör
 - Externe Grafikkarten
 - Grafikkartenkühler
- ▶ PCIe-Grafikkarten
- PCI-Grafikkarten
- ▶ Headsets, Lautsprecher, Soundkarten
- ▶ Kabel, Hubs, Umschalter
- ▶ Laufwerke, Brenner
- ▶ Monitore
- ▶ Motherboards

Top: Computers (118,334)

- [Computer Science](#) (2,156)
- [Hardware](#) (6,552)
- [Internet](#) (30,913)
- [Security](#) (3,193)
- [Software](#) (33,361)
- [Systems](#) (3,551)

- [Algorithms](#) (319)
- [Artificial Intelligence](#) (1,456)
- [Artificial Life](#) (267)
- [Bulletin Board Systems](#) (122)
- [CAD and CAM](#) (911)
- [Computer and Technology Law](#) (138)
- [Data Communications](#) (1,210)
- [Data Formats](#) (1,876)
- [Desktop Publishing](#) (122)
- [E-Books](#) (180)
- [Emulators](#) (428)
- [Fonts](#) (305)
- [Games](#) (42,833)
- [Graphics](#) (1,900)
- [Hacking](#) (227)
- [Home Automation](#) (87)
- [Human-Computer Interaction](#) (355)
- [Intranet](#) (52)
- [MIS](#) (627)
- [Mobile Computing](#) (682)
- [Multimedia](#) (3,016)
- [Newsgroups](#) (361)
- [Open Source](#) (705)
- [Operating Systems](#) (6,960)
- [Parallel Computing](#) (447)
- [Performance and Capacity](#) (47)
- [Programming](#) (18,006)
- [Robotics](#) (973)
- [Speech Technology](#) (477)
- [Supercomputing](#) (44)
- [Usenet](#) (361)
- [Virtual Reality](#) (472)

Abb. 6.22 Gesetz der Kontinuität: richtig (links) und falsch (rechts)

Ein Beispiel für die ordnende Kraft dieses Gesetzes in Layouts zeigt ein weiteres Beispiel: In der Navigation eines Elektronikhändlers [www.conrad.de] (Abb. 6.22 links) sind die Links in einer Spalte, also auf einer (gedachten) Geraden angeordnet. An der senkrechten Fluchtdistanz entlang lassen sie sich sehr schnell lesen und als zusammengehörig identifizieren. Zugleich zeigt das Einrücken der Fluchtdistanz an, zu welcher logischen Ebene eine aufgelistete Seite gehört. Abb. 6.22 zeigt auf der rechten Seite, was passiert, wenn man das Gesetz der guten Fortsetzung nicht berücksichtigt: Auf der Webseite des Open-Directory-Projekts [www.dmoz.org] werden die Links in mehreren Spalten angezeigt, sodass das Auge mehreren Linien folgen muss. Die logische Ebene der Seite lässt sich nur anhand der Breadcrumb-Navigation und der darunter markierten Kategorie erkennen.

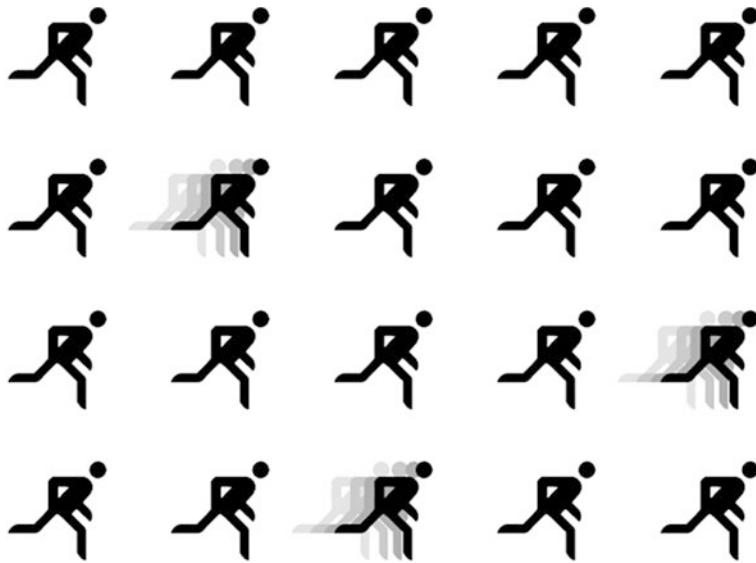


Abb. 6.23 Gesetz des gemeinsamen Schicksals

6.4.1.5 Das Gesetz des gemeinsamen Schicksals

Auch solche Figuren fasst unser Bewusstsein zu einem Komplex zusammen, die sich durch identische Bewegungen von ruhenden Objekten oder animierter Elemente, die einem abweichenden Bewegungsmuster folgen, unterscheiden (Abb. 6.23).

Je ähnlicher das Verhalten ist, desto stärker wird die Zusammengehörigkeit erkannt. Die Ähnlichkeit im Verhalten lässt sich neben Bewegung oder Rotation bspw. auch durch gemeinsames Erscheinen, Starten und Stoppen, Pulsieren, Flimmern o.Ä. signalisieren. Auch akustisches Verhalten lässt sich nutzen, um Benutzern die Zusammengehörigkeit von Informationen zu verdeutlichen. So lösen in Spielen Benutzeraktionen und Ereignisse jeweils ein genau definiertes Geräusch aus, und in Betriebssystemen können Benutzer selbst Klänge zu bestimmten Kategorien von Ereignissen und Meldungen zuordnen.

Zugleich lässt sich durch die Anwendung dieses Gesetzes verdeutlichen, ob es sich bei den Elementen um eine Figur (bewegt) oder ein Grundelement (ruhend) handelt.

6.4.1.6 Das Gesetz der Erfahrung

Elemente, die wir schon aus unserer Erfahrung kennen, d.h. für die bereits Schemata gebildet wurden, kann unsere Wahrnehmung automatisch vervollständigen (elaborieren).

Ein häufig zitiertes Beispiel sind Buchstaben wie in Abb. 6.24 links zu sehen: Linien, die wir nicht als einzelne Linien wahrnehmen, sondern zu einem erhabenen Großbuchstaben „B“ vervollständigen. Das Vervollständigen ist natürlich nur mit dem entsprechenden Vorwissen möglich.



Abb. 6.24 Beispiele zum Gesetz der Erfahrung

Ein weiteres Beispiel sind (abstrakte) Logos bekannter Unternehmen. Kennen wir das Logo bereits, so ist uns beim Sehen sofort klar, um welches Unternehmen es sich handelt, selbst wenn das Logo nicht vollständig oder gar fehlerhaft² (Abb. 6.24 rechts) abgebildet ist.

Das Gesetz der Erfahrung liefert auch eine Begründung, warum wir Rechtschreibfehler in selbst verfassten Texten sehr viel schwerer finden, als in fremden: Da wir bei eigenen Texten wissen, was wir eigentlich schreiben wollten, greift unser Gehirn in seinem Effizienzstreben auf diese Erfahrungen zurück, anstatt jedes Wort beim Lesen neu zu analysieren.

Bei der Gestaltung von Benutzerschnittstellen ist also zu beachten, dass jede Person unterschiedliche Erfahrungen gemacht hat und dadurch vieles anders interpretiert. Deshalb muss insbesondere bei international genutzten Webpräsenzen auf die Auswahl der Elemente geachtet werden, sodass keine Fehlinterpretationen entstehen können.

6.4.1.7 Das Gesetz der Prägnanz

Bei dem Gesetz der Prägnanz geht es um die Darstellung von wesentlichen Elementen, die sich deutlich vom Rest unterscheiden und abheben sollen, um sofort die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich zu ziehen. Wesentliche Faktoren sind Größe, Farbe, Form und Hintergrundkontrast. Abb. 6.25 veranschaulicht, wie unser Blick nacheinander von der Friseurreklame, dem Polizeischild, dem Geldautomaten und dem Taxi angezogen wird.

Diese Erkenntnis lässt sich vornehmlich dazu nutzen, die Blicke des Benutzers zu führen und ihn auf besonders wichtige Elemente aufmerksam zu machen. Dies impliziert, dass sich nur wenige Elemente vom Rest des Bildes abheben.

Auf der Startseite von www.takingbackgolf.de (Abb. 6.26 links) sticht das stehende Fernsehbild in der Mitte vor allem auf Grund seiner Größe und der hellen Farben besonders hervor und wird zuerst wahrgenommen, bevor sich der Blick vielleicht anderen Bildelementen zuwendet. Die Startseite von www.web.de (Abb. 6.26 rechts) durchbricht die vertikale Fluchtlinie und benutzt große, farbige Bilder, die sich vom Rest des Textes abheben, um den Blick des Besuchers auf die Werbeanzeige zu lenken.

²Im Original der Deutsche Bank AG verläuft der Querbalken im Logo von links unten nach rechts oben.



Abb. 6.25 Gesetz der Prägnanz

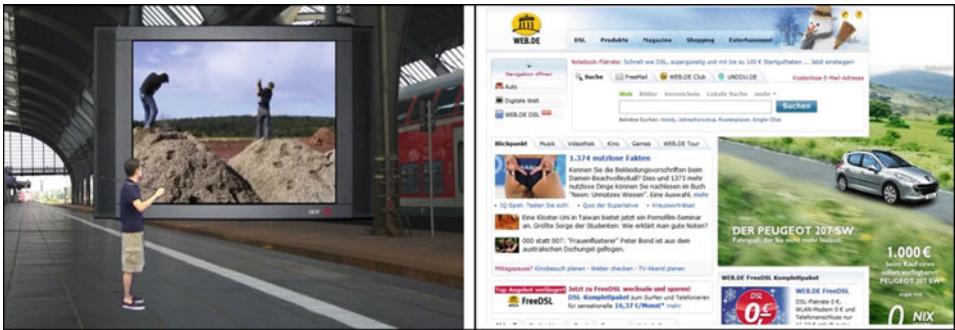


Abb. 6.26 Gesetz der Prägnanz am Beispiel von Introseiten

Wie sehr mangelnde Prägnanz das schnelle Erfassen von Inhalten erschwert, zeigt ein Vergleich der alten und neuen Staukarte im Internetangebot des SWR3 (Abb. 6.27).

Die klassische Version im „Flat Design“ auf der linken Seite beschränkt sich auf die Darstellung der wesentlichen Informationen (SWR3 2015a). Bei der Neugestaltung auf der rechten Seite (SWR3 2015b) ist man hingegen der Verlockung einer realistischeren Abbildung erlegen. Wie lange brauchen Sie jeweils, um sich auf der Karte mit dem hohen Abstraktionsgrad bzw. bei der detailreichen Version zu orientieren?

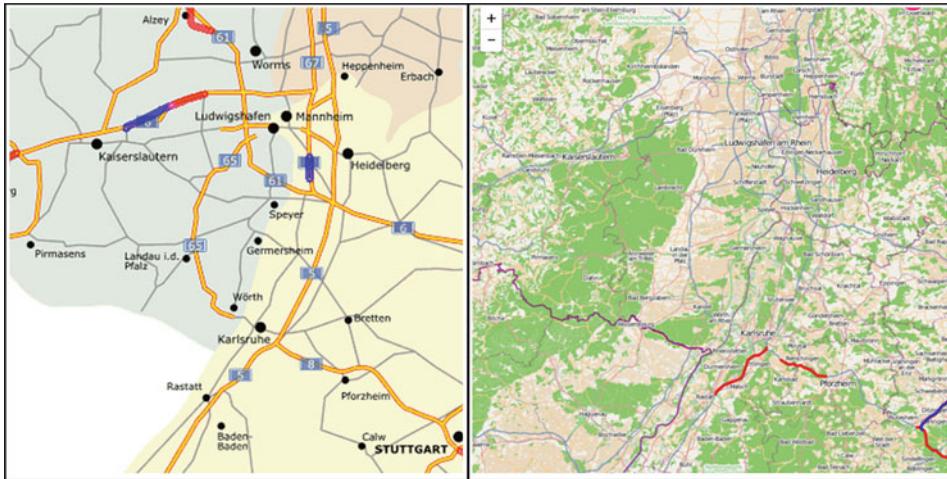


Abb. 6.27 Gesetz der Prägnanz: richtig (links) und falsch (rechts)

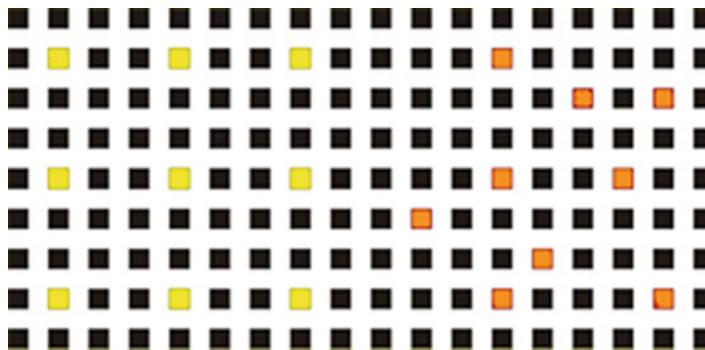


Abb. 6.28 Gesetz der Symmetrie

6.4.1.8 Das Gesetz der Symmetrie

Symmetrisch positionierte Objekte lassen sich leichter erkennen als Objekte, deren Anordnung keine Struktur ergeben. Wiederum versucht unsere Wahrnehmung, auf bekannte Formen zurückzugreifen. Dabei fällt es uns leichter, strukturierte Objekte wahrzunehmen und einzuordnen, wenn sie nach einem einfachen Muster verteilt sind und dieses Muster eine vertraute Form aufweist. Objekte, die keine erkennbare Struktur bilden, werden hingegen eher als Hintergrund interpretiert.

Abb. 6.28 veranschaulicht das Gesetz der Symmetrie grafisch. Der Unterschied in der Wahrnehmung zwischen symmetrisch verteilten Objekten (gelbe Quadrate) und asymmetrisch verteilten Objekten (rote Quadrate) ist offensichtlich: Die gelben Quadrate fallen viel schneller auf, bilden eine Form und stehen im Vordergrund, während die orangen Quadrate als einzelne Elemente vergleichsweise unauffällig mit dem Hintergrund aus schwarzen Quadraten verschmelzen.



Abb. 6.29 Beispiel einer symmetrischen Webseite

Sowohl einzelne Elemente als auch ganze Bildschirmseiten können achsen- oder punktsymmetrisch bzw. asymmetrisch aufgebaut sein. Symmetrische Webseiten (wie die von www.mediamarkt.de in Abb. 6.29) sind i. d. R. entlang der horizontalen oder vertikalen Achse gespiegelt, seltener an einer Diagonalen.

Wesentlich häufiger jedoch sind die Layout-Elemente asymmetrisch angeordnet, was wesentlich mehr Flexibilität und Dynamik gestattet. In diesen Fällen ist es erforderlich, das visuelle Gleichgewicht zu wahren, indem man auf beiden Seiten einer gedachten Spiegelachse Elemente gegenüberstellt, die in ihrer Gesamtheit das gleiche optische Gewicht haben (Abb. 6.30).

Die **Variablen des visuellen Gewichts** sind (Böhringer et al. 2006, S. 25):

- Die Abbildungsgröße: Größere Objekte haben mehr Gewicht als kleinere. Entscheidend ist die Abbildungsgröße, nicht die reale Größe.
- Die Farbkomponenten Farbton, Helligkeit und Intensität: Helle Flächenelemente haben mehr Gewicht als dunkle, warme Farben (wie Rot, Orange und Gelb) wiegen mehr als kalte Farben (wie Blau oder Türkis) und intensiv leuchtende Farben sind schwerer als zarte oder blasse.
- Die Position: Die Spannung steigt mit dem Abstand zum Formatmittelpunkt und rechts liegende Objekte erscheinen schwerer als identische Objekte, die im gleichen Abstand links von der Mitte platziert sind.
- Die Form: Runde geschlossene Formen wiegen schwerer als eckige oder offene Formen.
- Die Ausrichtung: Senkrechte Ausrichtungen haben höheres Gewicht als waagerechte Ausrichtungen.

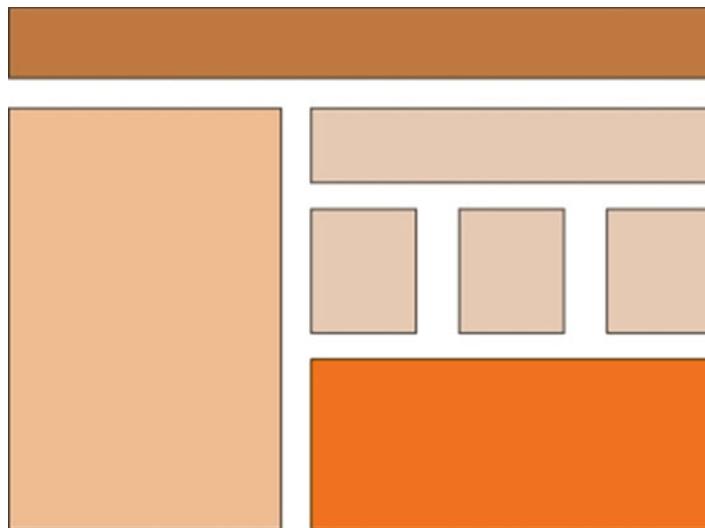


Abb. 6.30 Beispiel einer asymmetrischen Webseite

Hinzu kommen individuelle Interpretationen auf Grund von Vorwissen (Wissen über das physikalische Gewicht des Objektes in der Realität) und Interessen (für Fußballbegeisterte hat ein Fußballmotiv demnach mehr Gewicht als z. B. ein Tennismotiv).

6.4.2 Nutzererwartungen

Die grundlegende Frage „Where do users typically expect certain web objects to be located on a web page?“ stellte sich *Michael Bernard* vom Software Usability Research Laboratory (SURL) der Wichita State University in der Studie, welche er im Dezember 2000 auf www.internettg.org veröffentlichte (Bernard 2001).

Bernard definierte fünf Elemente, die für damalige Webseiten charakteristisch waren:

- „Zurück zur Startseite“-Schaltfläche
- Gruppe von Links, die interne Seiten einer Website verbanden (Navigation)
- Gruppe von Links, die auf externe Webseiten verwiesen
- Werbebanner
- seiteninterne Suche

Die insgesamt 304 Teilnehmer hatten die Darstellung eines Browser-Fensters vor sich, welches in acht horizontale und sieben vertikale Quadrate aufgeteilt war. Sie wurden nun gebeten, die oben genannten Elemente, repräsentiert durch Karten, an den Stellen zu positionieren, von denen sie annahmen, dass es der typische Platz dafür sei.

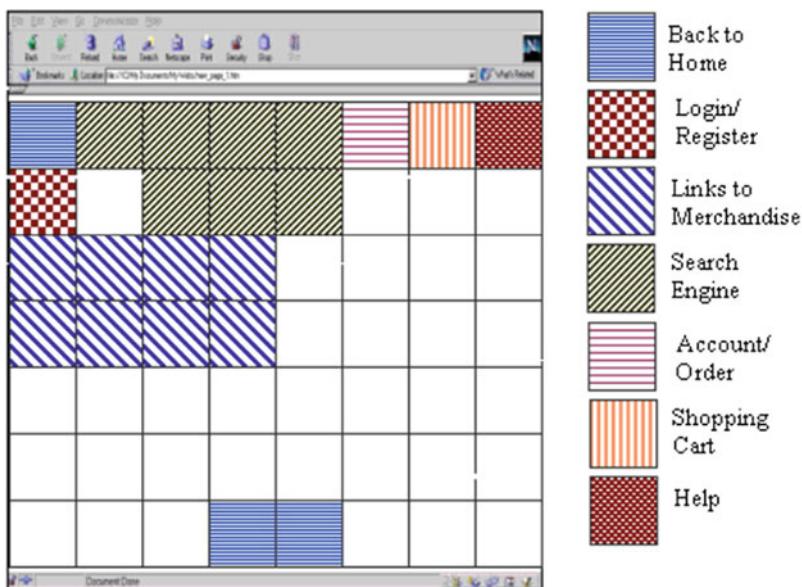


Abb. 6.31 Zusammenfassende Darstellung der Erwartungen zur Positionierung von Bildschirmelementen (USA 2001)

Für jedes Objekt erhielten die Teilnehmer je eine Karte, für die Werbebanner bekamen sie zwei, da laut der Studie die meisten kommerziellen Webauftritte mindestens zwei Banner pro Seite schalten. Die Karten hatten eine unterschiedliche Größe, wobei die Linkgruppen zu internen bzw. externen Seiten drei Quadrate groß waren, die Suche zwei und die restlichen Elemente einem Quadrat entsprachen. Diese konnten horizontal, vertikal, sich überlappend oder zwischen den Quadraten angeordnet werden.

Bernard kam zum Schluss, dass Internet-Nutzer eine definierbare Vorstellung davon haben, wie Elemente einer Webseite angeordnet sein sollten, und dass diese Erwartungen teilweise auf die Erfahrung der Nutzer zurückzuführen sind. Abb. 6.31 zeigt die grafische Zusammenfassung der Ergebnisse in (Bernard 2001).

Im Jahr 2006 versuchten A. Dawn Shaikh und Kelsi Lenz herauszufinden, ob durch den Technologiewandel der letzten Jahre im Internet auch eine Änderung der inneren Schemata eingetreten ist (Shaikh und Lenz 2006). Sie übernahmen mit leichten Änderungen Bernards Versuchsaufbau aus dessen Studie von 2001, ersetzten die nicht mehr so häufig anzutreffende Gruppe von Links zu externen Seiten durch den „About us“-Verweis, und stellten die neuen Ergebnisse den alten gegenüber. Der Vergleich zeigte für die einzelnen Elemente folgende Resultate:

- Bei der Schaltfläche „Zurück zur Startseite“ gab es keine Veränderungen. Die Teilnehmer beider Studien platzierten dieses Element in der linken oberen Ecke.
- Die Gruppe interner Links (Navigation) wird nicht mehr nur an der linken Seite, sondern nun auch am oberen Rand des Fensters erwartet, wo die Teilnehmer fünf Jahre zuvor vor allem Werbebanner erwarteten.

- Die vermutete Position der Suche hat sich deutlich aus dem Zentrum in die rechte obere Ecke verschoben, bei einem Teil der Probanden auch in den linken oberen Bereich.
- Bei der Werbung zeigten sich ähnliche Vorstellungen, allerdings wurde sie 2006 zusätzlich am rechten Rand platziert.
- Den Verweis „Über uns“ suchen die meisten Benutzer in (der Mitte) der Fußzeile oder in der unteren linken Ecke.

Shaikh und Lenz führten die Verschiebungen auf Veränderungen der Technologie zurück, die sich zwar primär im Backend der Websites abspielten, aber sich teils auch im Frontend bemerkbar machten, wie etwa, dass viele Seiten dynamisch generiert werden und die Suche sich dementsprechend geändert hat.

Bernard untersuchte darüber hinaus den Einfluss auf die Erwartungshaltung durch

- unterschiedliche Erfahrungsstände (Bernard 2001),
- den Aufbau einzelner, häufig besuchter E-Commerce-Seiten (Bernard 2002) und
- die geografisch-kulturelle Herkunft der Benutzer (Bernard und Sheshadri 2004).

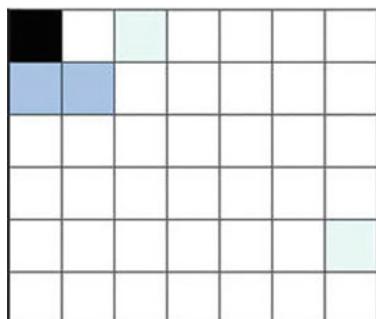
Die darin gewonnenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Benutzer haben eine definierbare Vorstellung, wo Elemente einer Webseite zu finden sein sollten (wie Abb. 6.31 zeigt).
- Die Erwartungen von Anfängern und erfahrenen Besuchern hinsichtlich der Anordnung von Elementen ähneln sich stark, was auf eine steile Lernkurve hindeutet. Deshalb sei die doppelte oder mehrfache Platzierung von Elementen, um damit unerfahrenen Anwendern entgegen zu kommen, nicht notwendig.
- Einzelne Internetpräsenzen haben keinen dominanten Einfluss auf die generellen mentalen Schemata. Eine erwartungskonforme Struktur wie Abb. 6.31 könnte für E-Commerce-Angebote einen Wettbewerbsvorteil bedeuten.
- Auch außerhalb der USA ergaben sich größtenteils damit übereinstimmende Erwartungen zum Bildschirmaufbau. Falls dieser Trend anhalte, sei es nicht erforderlich, regionsspezifische Weblayouts zu entwerfen. Diese Resultate sind aber mit besonderer Vorsicht zu betrachten. Bernard räumte selbst ein, dass für eine internationale Zielgruppe erstellte Layouts und weltweites Surfen diese Erwartungen bei den typischen Internetbenutzern geprägt haben könnte. Darüber hinaus deckte die Studie nur wenige Länder ab, die auch noch mangels Teilnehmern in nur vier Gruppen zusammengefasst werden mussten: Nordamerika (USA, Kanada), Commonwealth (Großbritannien, Australien, Hongkong, Neuseeland und Südafrika), Europa (Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Italien, Niederlande, Portugal, Russland, Schweden und Schweiz) und Indien.
- 76 % der Benutzer würden die Web-Elemente gerne ihren Erwartungen entsprechend auf den Seiten umgesetzt sehen.

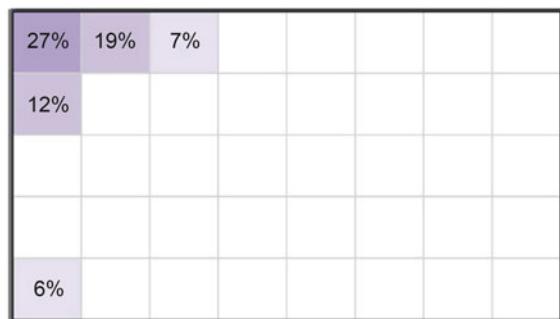
Ähnlich aufgebaut wie die Studie von *Michel Bernard* und *Ashwin Sheshadri* (Bernard und Sheshadri 2004) ist eine Untersuchung, die *Susanne Niklas* auf Basis einer rein deutschen Stichprobe mit 600 Teilnehmern durchgeführt hat (Niklas 2014). Sie ist die sechste Befragung dieser Art der eResult GmbH und arbeitete mit 25 Feldern und einem moderneren Bildschirmformat.

Wie die folgende Übersicht zeigt, weisen die Ergebnisse auch zehn Jahre später immer noch einen sehr hohen Grad an Übereinstimmung mit den Resultaten der Studie von Bernard und Sheshadri für die Gruppe Europa auf. Je dunkler ein Feld eingezzeichnet ist, desto häufiger wurde das jeweilige Element dort platziert. Die geringere Streuung bei *Wilhelm* resultiert aus einem größeren Bildschirmraster und einer ebenfalls größeren Skalierung der Häufigheitsklassen. Die einzige Ausnahme davon bildet der Hilfe- & FAQ-Link. Er wird heute zusammen mit Kontakt-Link, Hotline-Nummer, Newsletter-Link, Angaben zu Zertifizierungen und z. T. auch Versandkosten in der Service-Navigation im Fußbereich vermutet.

- Schaltfläche „Zurück zur Startseite“ (Home-Button)

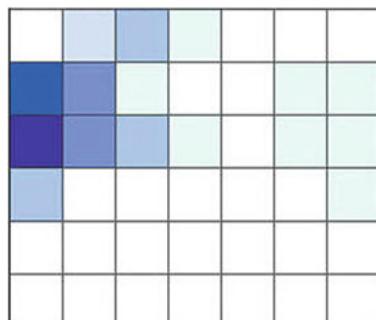


[Bernard/Sheshadri 2004]

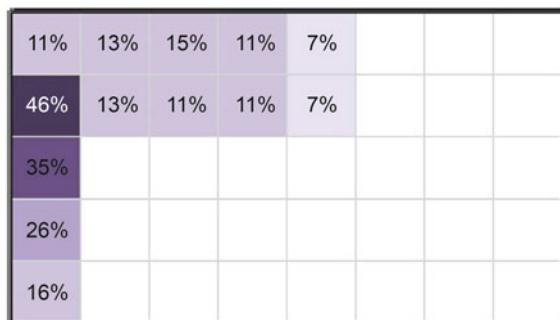


[Wilhelm 2014]

- Gruppe interner Links (Navigationsleiste/Menü)

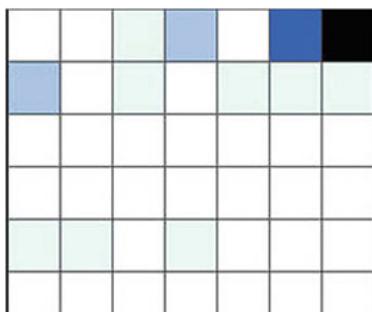


[Bernard/Sheshadri 2004]

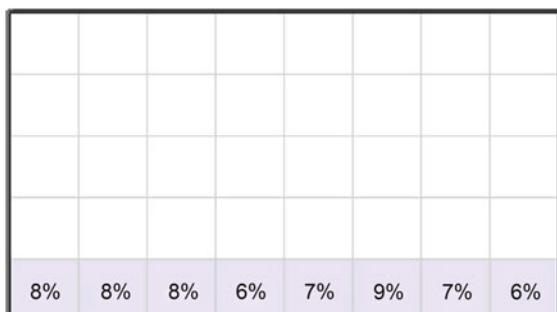


[Wilhelm 2014]

- Hilfe-Link

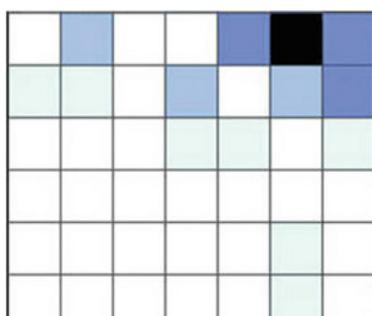


[Bernard/Sheshadri 2004]

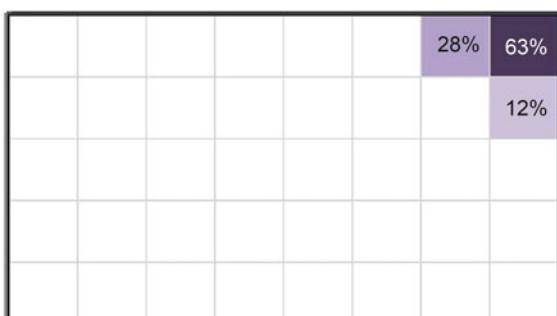


[Wilhelm 2014]

- Warenkorb



[Bernard/Sheshadri 2004]



[Wilhelm 2014]

6.4.3 Blickverlauf

Der zweiten Frage, nämlich nach dem tatsächlichen Blickverlauf der Besucher auf Webseiten, gingen seit dem Jahr 2002 eine Reihe von Studien nach.³

Steve Outings und *Laura Ruels* Blickverlaufsanalysen zur Art und Weise, wie die Probanden Nachrichtenseiten betrachten (*Outing und Ruel 2004*), kamen zu dem Ergebnis, dass i. d. R. der erste Blick auf den oberen linken Bereich einer Website fällt und dort einen Augenblick umherschweift. Erst nach einer genaueren Prüfung des oberen Bereichs beginnt die Erkundung der restlichen Seite in einem Zick-Zack-Muster, das im oberen rechten Bereich endet (Abb. 6.32 links). Während im oberen Bereich genauer gelesen wird, tasten die Benutzer den unteren Bereich nur auf Blickfänger (Eye-Catcher) ab.

³ Siehe (*Goldberg et al. 2002*); (*Granka et al. 2004*); (*Outing und Ruel 2004*); (*Vicram 2005*); (*Nielsen 2006*); (*Shrestha und Lenz 2007*); (*Shrestha et al. 2007*); (*Shrestha und Owens 2008*); (*Owens und Shrestha 2008*).

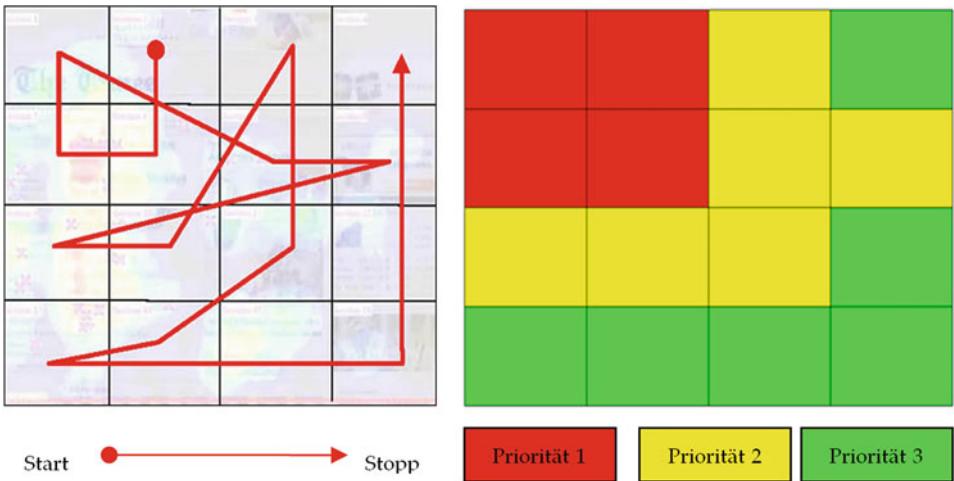


Abb. 6.32 Blickreihenfolge und Prioritätszonen

Aus den Daten der Blickverlaufserfassung leiteten *Outing* und *Ruel* ab, welche Zonen welchen Grad an Aufmerksamkeit vom Betrachter geschenkt bekommen (Abb. 6.32 rechts). Die Zonen höchster Priorität eignen sich am besten, um das Interesse des Benutzers zu wecken (z. B. durch prägnante Überschriften) und ihm die Orientierung zu erleichtern (z. B. durch Logo, Seitenkennung und Kopf-Navigation), während Informationen, die sich im unteren Abschnitt einer Internetseite befinden, insbesondere wenn dazu gescrollt werden muss, wenig Beachtung finden.

Die Daten zeigen aber auch deutlich, dass der Blickverlauf keineswegs einem starren Muster folgt, sondern auch durch das Design beeinflusst wird:

- Dominante Überschriften ziehen beim Öffnen einer Seite die Blicke auf sich.
- Texte, insbesondere Überschriften, und nicht etwa Bilder sind Einstiegspunkte in einen Artikel. Da Überschriften und Texte oft zunächst nur angelesen werden, ist es wichtig, den Benutzer bereits mit den ersten Worten zu fesseln.
- Bilder bekommen mehr und längere Augenkontakte, je größer sie sind.
- Insbesondere klare Abbildungen menschlicher Gesichter erzielen eine hohe Aufmerksamkeit.
- Werbung und Bilder bekommen die größte Beachtung im oberen und linken Bereich geschenkt oder wenn sie sich sehr nahe an redaktionellen Beiträgen befinden. Auch bei ihnen sind die Größe und das Motiv wichtig.

Im Jahr 2006 hat der Usability-Experte *Jakob Nielsen* das Schlagwort des „F-Shaped Pattern“ (engl. für F-Form-Muster) geprägt (Nielsen 2006). Mit Hilfe von Eye-Tracking-Studien konnte er zeigen, dass die Form des Blickverlaufs meistens ungefähr einem F entspricht. Die Intensität der roten Färbung in der Heatmap (Abb. 6.33) zeigt, wie intensiv welcher Bereich von den Probanden angesehen wurde.

Abb. 6.33 Beispiel eines F-Shaped Patterns



Zunächst tasten Benutzer mit einer vertikalen Bewegung den oberen Inhaltsbereich ab. Diesen Vorgang wiederholen sie ein Stück tiefer, aber der Blick geht dabei in aller Regel nicht mehr so weit nach rechts. Letztlich folgt ein vertikaler Blick den linken Seitenrand entlang.

Nielsen stellt auch Variationen des F-Verlaufs vor, die zeigen, wie das Design einer Seite den Blickverlauf ändert. So sorgt z. B. ein Produktfoto, das auf einer E-Commerce-Seite unterhalb der Überschrift platziert ist, für eine Verschiebung des zweiten horizontalen Blicks nach unten. Der Aufbau der Ergebnisseite einer Suchmaschine hingegen führt dazu, dass das Muster eher einem „E“ ähnelt. Auch die Form eines auf dem Kopf stehenden „L“ tritt auf, wie sie schon neben einem auf dem Kopf stehenden „U“ bei *Mark C. Russel (Russel 2005)* zu finden ist.

Nielsens F-Form ist also auch keine eiserne Regel, sondern nur ein Anhaltspunkt, der einige Erkenntnisse von *Outing* und *Ruel* bestätigt und ergänzt. Die meisten Benutzer lesen Texte nicht sorgfältig Wort für Wort, vor allem wenn sie sich einen ersten Überblick (z. B. über alternative Angebote) verschaffen wollen. Aus der Studie folgt:

- Die wichtigsten Informationen sollten in den ersten beiden Absätzen präsentiert werden, wobei die Wahrscheinlichkeit der Wahrnehmung im ersten Absatz größer ist.
- Zwischenüberschriften, Absätze und Aufzählungszeichen leiten das Auge des Besuchers beim vertikalen Scannen des linken Seitenrandes.
- Informationstragende Begriffe sollten so früh wie möglich in einer Zeile vorkommen, denn die Wahrscheinlichkeit, dass das dritte Wort gelesen wird, ist bereits deutlich kleiner als bei den ersten beiden Wörtern.

Ob diese F-Form von der Art der Webseite (textlastig oder bildlastig) und/oder der zu verrichtenden Aufgabe (Herumstöbern oder Suchen) abhängt, untersuchten *Sav Shrestha* und *Kelsi Lenz* mit einer Gruppe von 20 Studenten an der Wichita State Universität (Shrestha und Lenz 2007). Dabei mussten die Probanden auf unterschiedlichen Seiten drei Aufgaben erfüllen: etwas suchen, einfach nur die Seite durchstöbern und anschließend einen Artikel suchen, der jedoch auf der Seite nicht vorhanden war. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- Nielsens „F-Shaped Pattern“ konnte prinzipiell für textlastige Webseiten („text-based webpages“) bestätigt werden. Bei Seiten mit dem Schwerpunkt auf Bildern ist der Blickverlauf hingegen heterogen.
- Egal ob der Besucher auf textlastigen Seiten etwas sucht oder ohne bestimmtes Ziel die Seiten betrachtet, entspricht der Blickverlauf meist dem F-Muster. Die Übereinstimmungsrate mit dem Muster ist bei der Suche etwas höher als beim Herumstöbern.
- Die Blickmuster auf bildlastigen Seiten waren individuell unterschiedlich. Dennoch zeichnete sich als Gemeinsamkeit ab, dass beim Herumstöbern vom Inhaltbereich hauptsächlich die obere Hälfte beachtet wurde (Abb. 6.34 links), auf der Suche nach einer nicht existierenden Produktkategorie beide Hälften jedoch die gleiche Aufmerksamkeit bekamen (Abb. 6.34 rechts).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Layouts so strukturiert sein sollten, dass wichtige Inhalte innerhalb der F-Form positioniert sind und in bildlastigen Webseiten wichtige Informationen bzw. im Mittelpunkt stehende Produkte oberhalb der Mittellinie abgebildet sind.

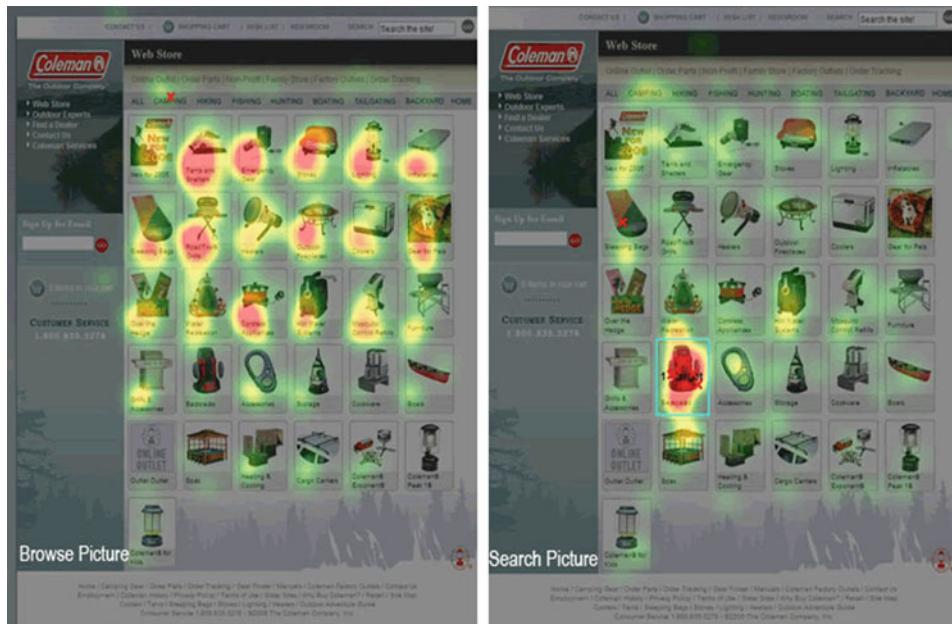


Abb. 6.34 Blickverlauf beim Herumstöbern (links) und Suchen (rechts) auf bildlastigen Webseiten

Das Visual Complexity Rankings and Accessibility Metrics (ViCRAM)-Projekt an der Universität von Manchester hat in einer nicht datierten Studie einen Eye-Tracking-Test durchgeführt. Ausgewertet wurden das Verhalten und die Augenbewegungen von 33 Probanden (Studenten, Absolventen und Mitarbeiter der Universität von Manchester) bei neun unterschiedlichen Internetseiten (von visuell einfachen bis zu visuell komplexen). Dabei konnten folgende Hypothesen bestätigt werden (Vicram 2005):

- Hervorstechende Elemente ziehen als Erstes die Aufmerksamkeit des Users auf sich.
- Bei visuell komplexeren Seiten wird mehr Zeit als bei einfachen benötigt, um die ganze Seite zu betrachten.
- Bei visuell komplexeren Seiten kommt es zu mehr Blickkontakte (Fixationen) als bei einfachen.

Die Studie ergab folgende Reihenfolge der Betrachtung einer Seite:

- Auffällige Elemente wie Bilder, Logos und Animationen „sprangen“ direkt ins Auge des Betrachters. Diese lassen sich nutzen, um die Aufmerksamkeit eines Benutzers auf eine Webseite (bzw. in einen bestimmten Bereich davon) zu lenken.
- Die Teilnehmer musterten den Hauptinhalt einer Seite als Erstes und auch länger als die anderen Elemente. Zwar konnte keine Standardreihenfolge festgestellt werden, aber meist wurde langer Text nur angelesen. Der Blick sprang über Überschriften und Links, kehrte ggf. zu interessanten Absätzen zurück und folgte grob einem Z-förmigen Verlauf.
- Danach beachteten die Benutzer den Kopfbereich mit Seitentitel, Logo und ggf. einer horizontalen Navigationsleiste.
- Anschließend wandten sich die Besucher dem seitlichen Rand zu. Bei Layouts mit zwei seitlichen Spalten ließ sich keine generelle Reihenfolge der Betrachtung erkennen. Daher konnte die Studie keine Angaben über eine bessere Eignung der linken oder rechten Seite für Navigationen, Menüs und Informationen machen. Generell lasen die Probanden bei Menüs nur die ersten drei bis vier Einträge. Als Ursachen vermuten die Autoren, dass kein Interesse am Inhalt der Seite bestand, zu diesem Zeitpunkt das Gesuchte schon gefunden worden war oder die Teilnehmer sich bereits eine Vorstellung von den restlichen Menüpunkten gebildet hatten.
- Dem Fußbereich wurde kaum Aufmerksamkeit geschenkt.

Abb. 6.35 veranschaulicht, wie stark hervorstechende Elemente den Blick auf sich ziehen (Vicram 2005). Jeder blaue Kreis steht dort für eine Fixation, und der Durchmesser eines Kreises repräsentiert die jeweilige Fixationsdauer.

Ein größeres Bild etwa funktionierte also unabhängig von der Positionierung als Eye-Catcher: Bei der Webseite der Peve IT (Abb. 6.35 links) zog es die Blicke in den mittleren Bereich, bei der Mint Group aber in den oberen Bereich, wo es zugleich als Logo diente (Abb. 6.35 rechts).

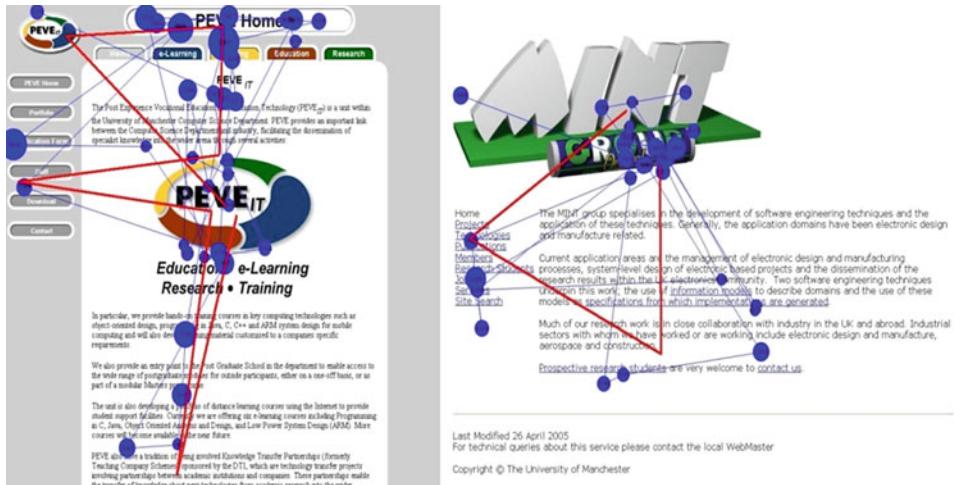


Abb. 6.35 Steuerung des Blickverlaufs durch Eye-Catcher

Shrestha und Owens beschäftigten sich mit den Auswirkungen von ein- bzw. zweispaltigen Layouts von Artikeln im Web sowie zwei- bzw. dreispaltigen Designs in Webportalen.

Zunächst erfassten sie den Blickverlauf über ein- bzw. zweispaltige Fassungen von inhaltlich identischen (Nachrichten-) Artikeln beim Herumstöbern und beim gezielten Suchen nach Informationen (Shrestha und Owens 2008). Einflüsse der Breite oder der internen Struktur von Spalten (Zwischenüberschriften u. Ä.) wurden dabei nicht untersucht.

Ihre Analyse der Daten ergab folgende Resultate:

- Unabhängig von der Aufgabe (Herumstöbern oder Suchen) gingen die Probanden (40 Studierende im Durchschnittsalter von ca. 22 Jahren) sowohl bei einspaltigen Layouts als auch in der linken Spalte bei zweispaltigen Layouts nach dem von Nielsen vorgestellten F- bzw. E-Muster vor. In der rechten Spalte eines zweispaltigen Designs ließ sich kein signifikantes Muster erkennen.
- Die Anzahl an Fixationen (Abb. 6.36) war in beiden Strukturvarianten nahezu identisch und nahm unabhängig von der Aufgabe von oben nach unten beständig ab. Identische Informationen erzielten mehr Aufmerksamkeit in der zweiten Spalte eines zweispaltigen Artikels als im unteren Teil eines einspaltigen Artikels; insbesondere beim Suchen stieg die Anzahl an Blickkontakte in diesem Bereich deutlich an. Die Spitzen in den Kurven für das Suchen beim Artikelabschnitt Nr. 8 resultieren daraus, dass die gesuchte Information an dieser Stelle zu finden war. Durch die zweispaltige Struktur lässt sich also das Problem entschärfen, dass viele Besucher bei längeren Texten nicht bis zum Ende scrollen bzw. lesen.
- Während sich die Teilnehmer beim Suchen auf den Text des Artikels konzentrierten, schweifte ihr Blick beim Herumstöbern stärker zu anderen Elementen wie dem Seitenkopf, der Werbung und den Überschriften ab. Dadurch erinnerten sich die Probanden nach dem Herumstöbern besser an das Vorhandensein von Werbeelementen.

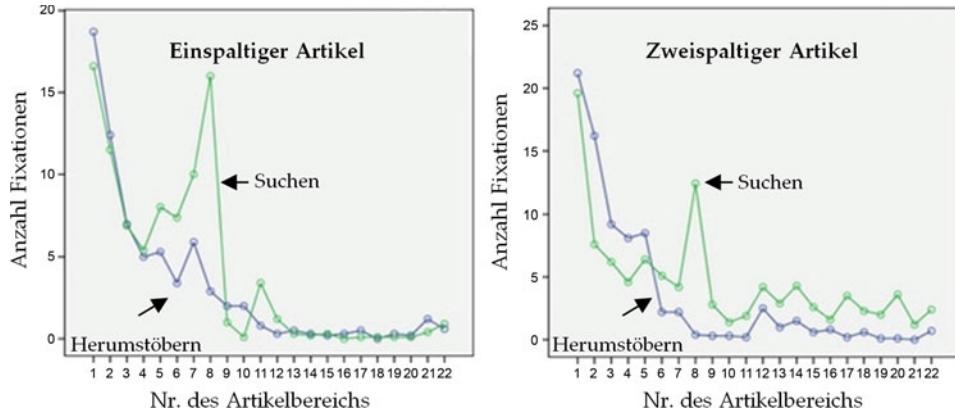


Abb. 6.36 Anzahl der Blickkontakte beim Herumstöbern und Suchen

Webportale unterscheiden sich von anderen Webauftritten u. a. dadurch, dass ihre Oberfläche aus separaten Themenbereichen (Channels) besteht, die jeweils abgegrenzte Einheiten sind und eigenständig alle Informationen, Funktionen und Optionen zu diesem Thema anbieten. Abb. 6.37 zeigt, dass der Blickverlauf der Teilnehmer einem vom Design des Webportals bestimmten Muster folgte (Owens und Shrestha 2008).

In der zweispaltigen Variante (Abb. 6.37 links) begannen die Besucher beim oberen linken Bereich und durchliefen den Rest der Seite in Form eines „Z“ bzw. eines vertikal gespiegelten „S“.

In der dreispaltigen Version (Abb. 6.37 rechts) starteten die Benutzer typischerweise im obersten mittleren Kasten und betrachteten die weiteren Bereiche ebenfalls zeilenweise in Form eines spiegelverkehrten „S“. Die beiden mit der Nummer Sieben gekennzeichneten Bereiche erhielten den gleichen Rang.

Unabhängig von der Spaltenanzahl arbeitet sich der Blick von oben nach unten vor, wobei die Anzahl der Fixationen abnahm.

Als Konsequenz sollen Webdesigner diejenigen Informationen, die besonders wichtig sind, besonders viele potenzielle Interessenten ansprechen oder besonders schnell gefunden werden sollen bei zweispaltigen Layouts im oberen linken Bereich und bei dreispaltigen Designs im oberen mittleren oder oberen linken Bereich platzieren. Aber auch bei Portalen könnte sich diese generelle Betrachtungsreihenfolge durch starke optische Reize (Bilder, Überschriftenformate etc.) verändern.

6.4.4 Wireframes

Die vorgestellten Erkenntnisse weisen einen hohen Grad an Übereinstimmung auf und können als Leitlinie für die Platzierung der wichtigsten Bildschirmelemente bzw. Verlinkungen

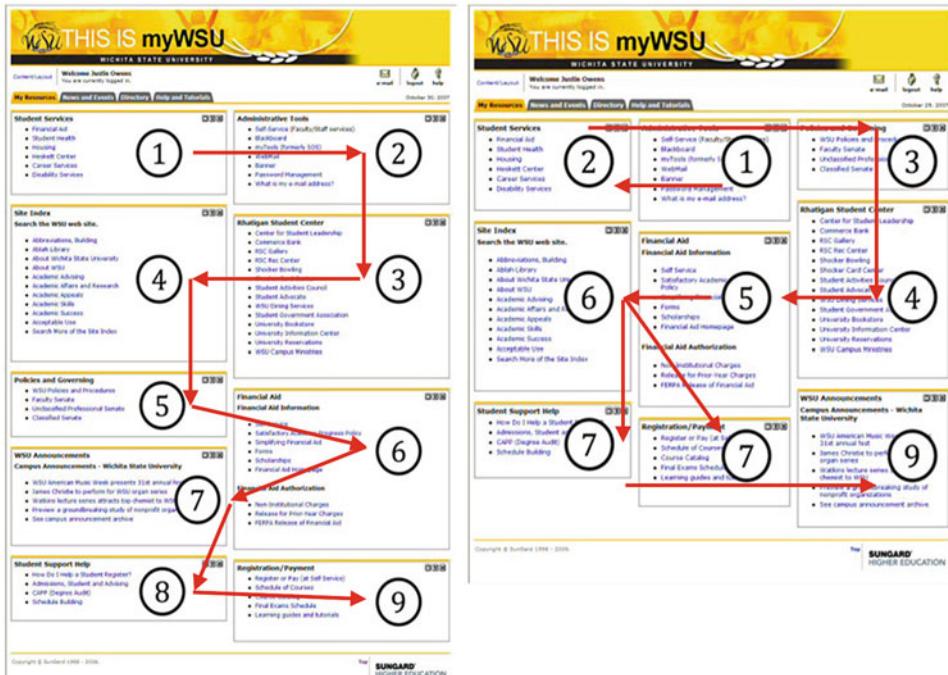


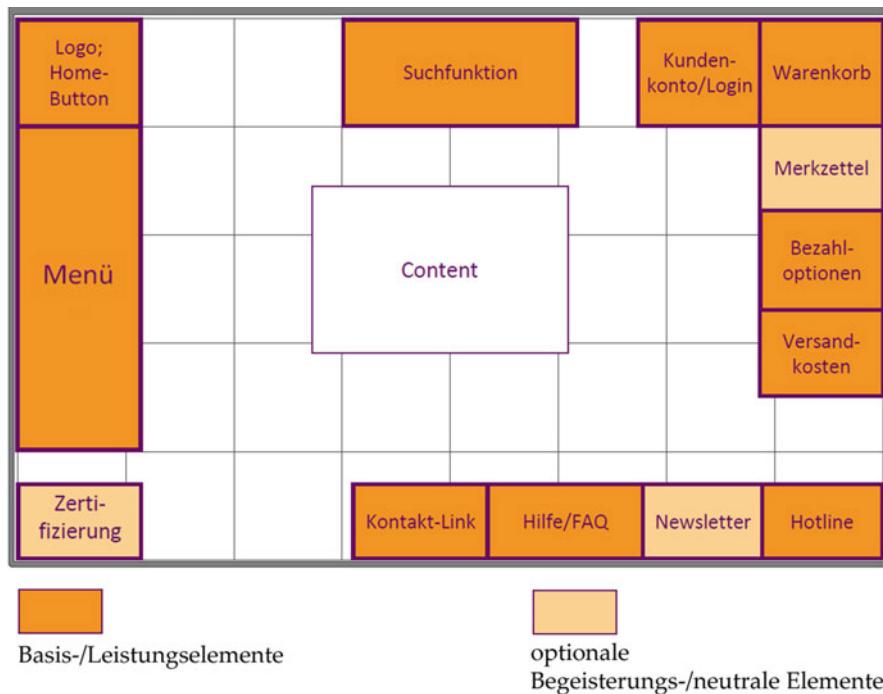
Abb. 6.37 Blickverlauf in zwei- und dreispläufigen Webportalen

dienen. Niklas (Niklas 2014, S.41) stellt ein mögliches Muster für Onlineshops in der PC/Laptops-Ansicht vor (Abb. 6.38).

Die Empfehlungen sind aber keinesfalls als ehernes Gesetz zu verstehen, denn so praktisch eine einheitliche Seitenstruktur für die Zugänglichkeit ist, kann fehlende Individualität auch leicht zu Monotonie im Netz führen. Wie die im Abschn. 6.4.3 vorgestellten Studien zeigen, lassen sich die Blicke der Benutzer auch durch optische Stimuli steuern und dadurch alternative Bildschirmstrukturen umsetzen. Im individuellen Anwendungsfall kann eine abweichende Lösung nicht nur sinnvoll, sondern sogar notwendig sein, bspw. auf Grund von Zielgruppeneigenschaften, wie etwa einer abweichenden Leserichtung oder eines bevorzugten Zugangsgeräts. So war z.B. für die Internetpräsenz www.takingbackgolf.de ein spielerischer Ansatz gefordert, der sich an dominanten Bildmotiven orientiert (Abb. 6.39).

6.4.4.1 PC und Laptop vs. Tablet und Smartphone

Bereits heute erfolgt ein erheblicher Teil der Internetzugriffe mit mobilen Geräten wie Tablets und Smartphones (BVDM 2014):

**Abb. 6.38** Erwartungsgerechte Anordnung von Bildschirmelementen**Abb. 6.39** Motiv-orientiertes Wireframe und Webseite

- Zwischen 2011 und 2014 stagnierte in Deutschland die Nutzung von PCs auf hohem Niveau (zuletzt 77 % aller Befragten), während der Anteil der Smartphone-Nutzer von 18 % auf 50 % und der Anteil der Tablet-Benutzer von 3 % auf 20 % anstieg.
- Die tägliche Nutzung des PCs für private Internetaktivitäten sank währenddessen von 80 % auf 57 %, während dieser Wert bei Smartphones von 37 % auf 63 % wuchs.
- Außerdem zeichnet sich ein Trend zu mehreren Geräten für den Einsatz in unterschiedlichen Situationen ab: 14 % der Deutschen ab 16 Jahren nutzen ein Tablet, ein Smartphone und einen PC. Deshalb ist ein nahtloser Übergang zwischen den unterschiedlichen Zugangsweisen wichtig.

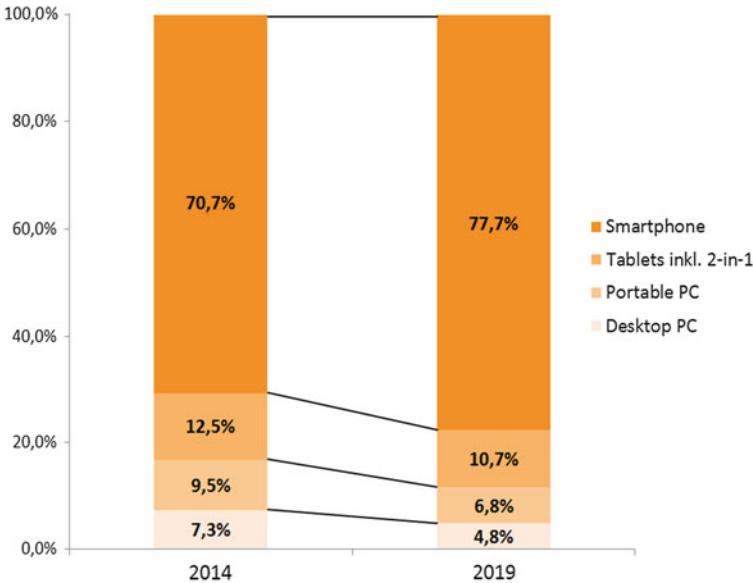


Abb. 6.40 Entwicklung der Marktanteile in den Geräteklassen

Dass sich mobile Geräte und Applikationen in vielen Bereichen zum primären digitalen Kommunikationskanal entwickeln, zeigen die in Abb. 6.40 dargestellten aktuellen Marktanteile für die einzelnen Geräteklassen und auch eine Prognose zu deren weiteren Entwicklung (IDC 2015). Demnach werden Desktop PC und portable PCs im Jahr 2019 zusammen keine 12 % der Verkäufe mehr ausmachen und auch das Segment der Tablet PCs entwickelt sich rückläufig.

Wie stark die Nutzung einzelner Geräteklassen ist, hängt von der Region (z. B. Versorgungsgrad mit Breitbandanschlüssen), sozio-demografischen Merkmalen wie Alter und Geschlecht und dem Internetangebot selbst ab (ARD und ZDF 2015):

- 55 % der deutschen Online-Nutzer gehen zumindest gelegentlich unterwegs ins Netz. Zwar gehen Frauen und Männer zu ungefähr gleichen Anteilen unterwegs ins Netz, aber bei Männern ist die Nutzungshäufigkeit höher als bei Frauen: 25 % der männlichen Onlinenutzer verwenden täglich mobile Geräte gegenüber 20 % der weiblichen Nutzerinnen.
- Jüngere Internetnutzer gehen besonders häufig unterwegs ins Netz (Abb. 6.41).

36 % der Onlinenutzer verwenden darüber hinaus täglich Smartphone-Apps. Abgesehen von Instant-Messaging-Diensten wie WhatsApp sind wiederum Männer stärker vertreten als Frauen. Tab. 6.6 zeigt mindestens wöchentlich genutzte Kategorien von Onlineanwendungen (ARD und ZDF 2015).

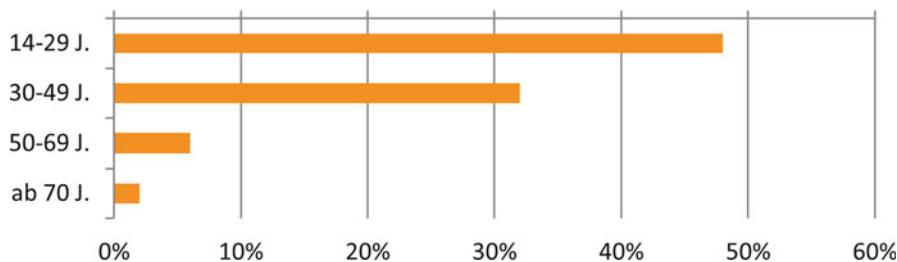


Abb. 6.41 Tägliche mobile Internetnutzung 2015 nach Alter

Tab. 6.6 Häufig genutzte Onlineanwendungen 2015

Onlineanwendung	Frauen	Männer
Suchmaschinen wie Google	78 %	87 %
Senden/Empfangen von E-Mails	77 %	79 %
Instant-Messagingdienste wie WhatsApp	54 %	53 %
Online Nachschlagewerke wie Wikipedia	41 %	49 %
Onlinecommunitys wie Facebook	36 %	32 %
Fotocommunities wie Instagram	10 %	8 %
Blogs	7 %	8 %
Microbloggingdienste/Twitter	2 %	3 %

Auch die momentane Situation des Benutzers kann den Ausschlag geben, mit welchem Gerät er ein Internetangebot besucht. Abb. 6.42 zeigt, dass die Nachrichtenabrufe bei der Financial Times in den Morgen- und Abendstunden vorwiegend mobil und während der Bürostunden hauptsächlich über den PC erfolgen (Financial Times 2011).

Die Zeitung berichtet von stark gestiegenem und qualitativ hochwertigem Traffic über die Web App (Financial Times 2011): 20 % aller Seitenabrufe (Page Views) und 15 % aller neuen Abonnements von Privatkunden erfolgen direkt von Smartphones und Tablets. Insbesondere die Möglichkeit, zur Frühstückszeit komfortabel mit Tablet und Smartphone surfen zu können, habe die Onlineleserschaft deutlich vergrößert.

6.4.4.2 Liquid Layout und Responsive Webdesign

Aus den oben genannten Gründen reicht es i.d.R. nicht mehr aus, nur eine Version des Internetauftritts bereit zu stellen, selbst wenn es sich um ein flexibles Layout (**Liquid Layout**) handelt, das sich auf Grund von relativen Angaben in CSS selbstständig an die Größe des Anzeigebereichs (Viewport) anpasst. Die meisten Webapplikationen benötigen vielmehr spezielle Oberflächen für die drei Geräteklassen Smartphone, Tablet und PC,

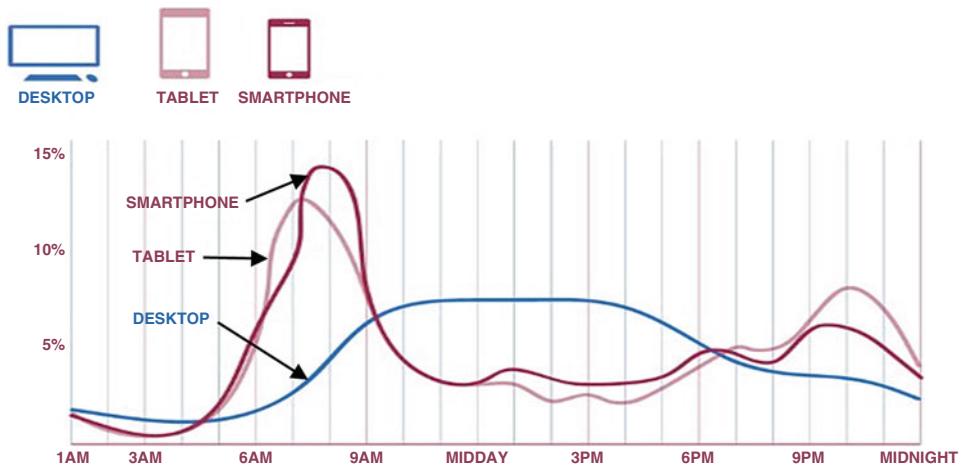


Abb. 6.42 Seitenabrufe im Tagesverlauf nach Geräten

die deren Besonderheiten hinsichtlich Darstellungsbereich (Bildschirmgröße, Auflösung und Pixeldichte), Orientierung (Hoch- oder Querformat), Eingabemöglichkeiten (Sprache, Zeigegeräte wie Maus und Stift, Tastatur, Fingergesten) und Datenübertragungsrate optimal ausnutzen. Sind diese adaptiven Layouts zudem flexibel implementiert, spricht man von **responsivem Webdesign** (RWD). Moderne CSS Frameworks wie das Startup Design Framework von Designmodo oder das Twitter Bootstrap Web Application Framework unterstützen RWD.

Die Designunterschiede beginnen schon bei der Gesamtarchitektur des Internetauftritts: Eine mehrstufige Struktur von Einzelseiten entspricht den Surfgewohnheiten bei der Steuerung per Maus auf einem PC/Laptop. Da Suchmaschinenoptimierung es positiv bewerten, wenn Content in einem thematisch passenden Umfeld steht, empfiehlt sich die **Silo-Struktur** (Abb. 6.43). Dabei differenziert man den Inhalt der kompletten Website thematisch aus, sodass eine hierarchische Baumstruktur entsteht. Sie beginnt mit einer Startseite, welche die Besucher begrüßt und einen Überblick über die Inhalte des gesamten Internetauftritts gibt. Die Haupt-Navigation der Startseite besteht aus den Top-Keywords, welche auf die Index-Seiten der einzelnen Themenbereiche (Silos) des Informationsangebots verlinken. Im Prinzip handelt es sich bei den Index-Seiten also um themenspezifische Startseiten. Jedes Silo enthält darüber hinaus Unterseiten, die das Schlagwort des Silos weiter differenzieren und die Besucher mit extrem themenspezifischen Inhalten zu diesen Keywords versorgen. Diese Unterseiten verlinken jeweils auf die Index-Seite und eine weitere Unterseite innerhalb desselben Silos.

Auf diese Weise sind nur Einzelseiten miteinander verbunden, die in einem engen thematischen Kontext stehen. Allerdings erwarten menschliche Besucher, dass sie möglichst schnell von jeder Seite eines Webauftritts zu jeder andern wechseln können. Um diese Benutzerfreundlichkeit zu erreichen, ohne die Vorteile der thematischen Segmentierung

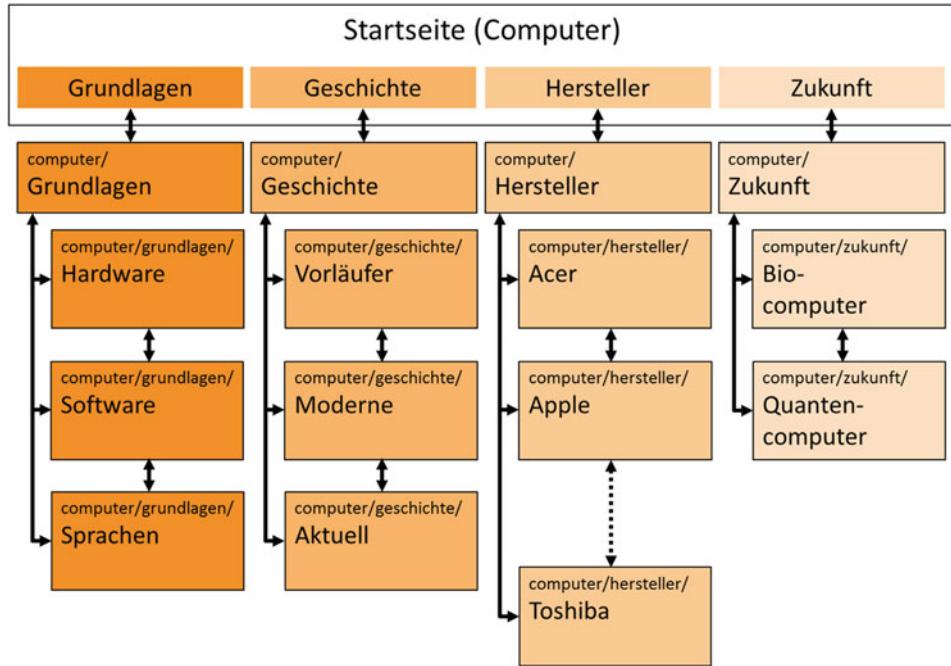


Abb. 6.43 Silo-Struktur am Beispiel einer Website über Computer

für die Suchmaschinenoptimierung zu verlieren, ergänzt man zusätzlich nur für Menschen „sichtbare“ Verlinkungen, etwa zur Startseite, der Sitemap und dem Impressum. Damit Suchaschinen diese Links nicht berücksichtigen, versieht man sie mit HTML-Attribut `rel = "nofollow"`.

Für die Skalierung auf unterschiedliche Viewports und die Bedienung per Fingergesten auf mobilen Geräten hingegen eignet sich eher eine lange Seite (**One-Page Design**) und ggf. unendliches Scrollen (**Infinite Scrolling**). Dieses Design wird auch von den meisten Content-Management-Systemen und Frameworks besser unterstützt.

Beginnen Sie mit dem Design, das die meisten Restriktionen mit sich bringt (**mobile first!**). Das ist i. d. R. das Layout für Smartphones, die zwar nicht unbedingt eine geringe Bildschirmauflösung aufweisen müssen, aber einen kleinen Bildschirm haben, und daher eine Konzentration auf die wesentlichsten Inhalte erfordern. Darüber hinaus unterstützen sie keine Maus und ermöglichen in vielen Situationen auch nur geringe Datenübertragungsraten. Anschließend legen Sie bottom-up Inhalt und Layout für Geräte fest, die eine größere Bildschirmbreite haben.

Da für mobile Geräte optimierte Angebote oft hinsichtlich Inhalt und Funktion gegenüber der Desktop-Variante eingeschränkt sein müssen, sollten Sie dem Benutzer die Wahl lassen, welche Variante (Desktop, Mobil, App) er benutzen möchte. Dazu kann

man permanent eine Auswahl anbieten bzw. den erstmaligen Aufruf in einer Sitzung auf eine Auswahlseite umleiten, wenn ein mobiler Browser als User Agent erkannt wurde.

Beim Entwurf der Oberflächen überlegt man zunächst für jede Gerätekategorie, welche Elemente auf allen Seiten und welche auf speziellen Seitentypen erforderlich sind. Sodann entwirft man grundsätzliche Muster des Seitenaufbaus in Form einfacher Zeichnungen (**Wireframes**, engl. für „Draht-Rahmen“, Drahtmodell). Als Bestandteil des Rohdrehbuchs eignen sich diese für die Abstimmung mit dem Auftraggeber und gehen später auch in den Styleguide (siehe Kap. 7.4) ein.

Die Raumaufteilung einer Website ist von großer Bedeutung, da hierdurch für den User eine klare Struktur geschaffen werden kann, um sich besser auf der Website zu rechts zu finden. Die Strukturierung beginnt bei den großen Elementen und führt danach Schritt für Schritt durch die immer kleineren Elemente (Runk 2006):

1. Wahl des Arbeitsbereichs
2. Festlegen des Viewports
3. Raumauflteilung (z. B. Spaltenauflteilung, siehe unten).
4. Anordnen der Bilder
5. Anordnen der Texte. Bei mehrsprachigen Webangeboten sind unterschiedliche Größen für die Textboxen auf Grund differierender Textlängen zu berücksichtigen. So kann beispielsweise ein englischer Text bei der Übersetzung ins Deutsche um bis zu 30 % an Umfang zunehmen (Singh und Pereira 2004, S. 318)
6. Sicherstellen der Registerhaltigkeit. Registerhaltigkeit bedeutet, dass alle Elemente des Satzspiegels auf allen Seiten deckungsgleich liegen müssen. Insbesondere müssen die Zeilen (auch von zwei nebeneinander liegenden Spalten) auf einer Grundlinie platziert sein. Andernfalls ist das Lesen schwerer und der Leseleistung wird beeinträchtigt.
7. Anordnen zusätzlicher Elemente, die das Design der Website verbessern sollen (Trennlinien, Schmuckelemente etc.).
8. Festlegen typografischer Details (siehe Kap. 7.4.3).

6.4.4.3 Arbeitsbereich

Der **Arbeitsbereich** ist durch die **Bildschirmauflösung** des Clients vorgegeben. Diese kann stark variieren und z. B. bei einem Smartphone 480 Bildpunkte in der Höhe und 320 Bildpunkte in der Breite betragen, während viele Tablets und PCs auf 1024×768 Bildpunkte (Pixel, px) und weit darüber eingestellt sind. Es wäre viel zu aufwändig, eine eigene Bildschirmauflteilung für jeden möglichen Arbeitsbereich zu definieren. Deshalb definiert man je ein Screen-Layout für eine ganze Klasse von Geräten, z. B. für Smartphones, Tablets und PCs (Abb. 6.44).

Insbesondere für mobile Geräte sind **Off-Canvas** (engl. für „außerhalb der Leinwand“, „außerhalb des Anzeigebereichs“) **Layouts** eine beliebte, zweidimensionale Variante des in Abb. 6.44 links dargestellten One-Page Designs. Dabei liegen weitere Bildschirmseiten zum Großteil außerhalb (meist rechts/links) des sichtbaren Bereichs, ragen aber so weit in

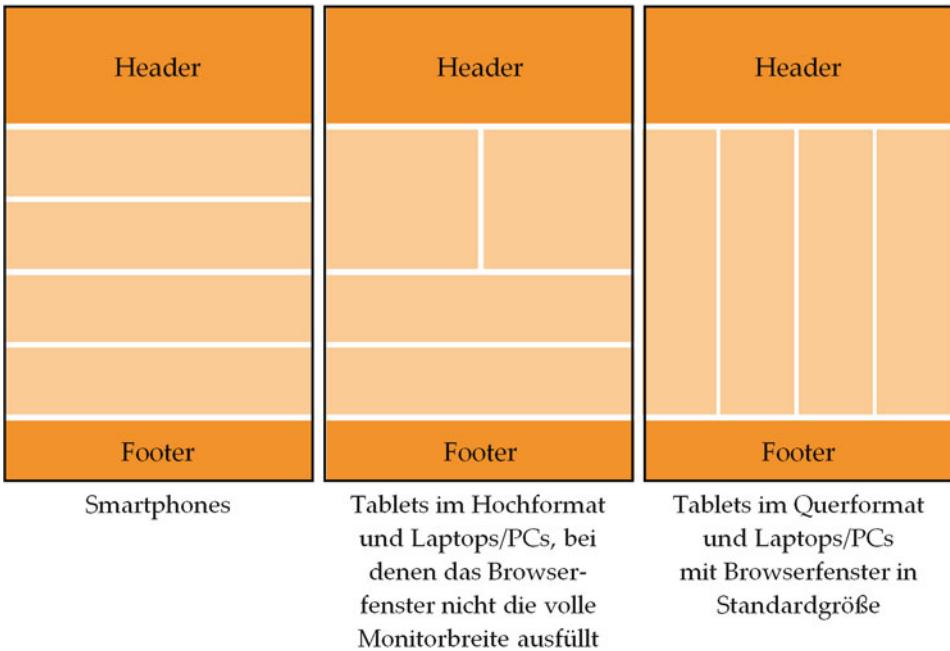


Abb. 6.44 Bildschirmraster für unterschiedliche Geräteklassen

ihn hinein, dass der Benutzer sie leicht erkennen und vollständig in den Anzeigebereich ziehen kann (siehe Kap. 7.4.12.5). Man navigiert also ebenfalls auf einer großen Seite, aber nicht nur vertikal, sondern auch horizontal.

Mit **Medienabfragen (Media Queries)** in CSS können Sie die Clients anweisen, das für sie am besten geeignete Design zu benutzen. Dazu verwendet man das @media-Element und gibt ihm das **Ausgabemedium** (hier: gilt nur für die Bildschirmausgabe) und Grenzwerte (**Breakpoints**) mit, ab denen bestimmte Layouts greifen sollen (Abb. 6.45). In diesen Bereichen können Sie dann Einstellungen für die jeweilige Gerätekasse treffen wie die Sichtbarkeit, Größe und Positionierung von Elementen, Innen- und Außenabstände, Farben, Schriftgrade etc.

6.4.4.4 Viewport

Der **Viewport** ist der Anzeige- oder auch Darstellungsbereich, also der tatsächlich sicht- und nutzbare Bereich im Browserfenster, der zum Platzieren der Bildschirmelemente zur Verfügung steht (vergleichbar mit dem Satzspiegel im Druckwesen). Der Darstellungsbereich ist insbesondere bei PCs und Laptops meist kleiner als der Arbeitsbereich, aber seine Größe lässt sich aber nicht exakt vorhersagen, da er von individuellen Benutzereinstellungen wie der Größe des Browserfensters, aktivierten Werkzeug- und Seitenleisten, Plug-ins, Scrollbalken, Bildmodus etc. abhängt. Beispielsweise kann man bei einer Bildschirmbreite von 1024 px meist von einer Breite des Viewports von 960 px

```

@media screen and (max-width:479px) {
    /* für Smartphones Hochformat */
}
@media screen and (min-width:480px) {
    /* für Smartphones Querformat */
}
@media screen and (min-width:768px) {
    /* für Tablet Hochformat und PC niedrige Auflösung */
}
@media screen and (min-width:1024px) {
    /* für Tablet Querformat und PC Standard-Auflösung */
}

```

Abb. 6.45 Einstellungen für unterschiedliche Bildschirmbreiten mit @media

ausgehen, die nicht nur Platz für eine Scrollbar (50 px) bietet und durch einen Weißraum am Rand (2 mal 7 px) eine gewisse Leichtigkeit erzielt, sondern auf Grund ihrer ganzzahligen Teilbarkeit durch mehrere Divisoren auch sehr flexible Möglichkeiten des Spaltenlayouts eröffnet (Hofmann 2008, S. 68).

Lange Zeit wurden Webseiten nahezu ausschließlich für Laptops und PCs entwickelt, obwohl mobile Geräte deutlich kleinere Auflösungen und Bildschirme hatten. Moderne Smartphones erreichen zwar mit 2560x1440 px eine Auflösung, die über der vieler PC-Monitore liegt, müssen diese Bildpunkte aber nach wie vor auf einer eng begrenzten Fläche unterbringen. Dies führt zu einer sehr hohen Pixeldichte, z.B. auf dem 5,1 Zoll kleinen Display des Samsung S5 zu 577 Pixeln pro Zoll (Pixel per Inch, ppi), oder mit anderen Worten: zu sehr kleinen Pixeln.

Die **mobilen Browser** skalieren Webseiten deshalb automatisch, bis sie komplett zu sehen sind. Das führt zu sehr kleinen Darstellungen, für die man eigentlich eine Leselupe benötigt – oder man zoomt hinein. Selbst wenn Sie für Ihre Internetpräsenz kein eigenes Design für mobile Geräte zu benötigen glauben, sollten Sie zumindest dafür sorgen, dass sich das Layout Ihrer Webseite an das Zugangsgerät anpasst, indem Sie das Standardverhalten der Browser beeinflussen.

Größe und Verhalten des Anzeigebereichs lassen sich entweder mit Hilfe des Meta-Tags `viewport` im HTML-Header oder mit der CSS-Regel `@viewport` steuern. In CSS können Sie darüber hinaus festlegen, ob sich die Orientierung der Webseite mit der Ausrichtung des Gerätes ändert oder fest im Hoch- bzw. Querformat fixiert ist. Es folgen die gebräuchlichsten Funktionen im Überblick:

Die **Viewport-Breite** lässt sich einstellen auf

- die horizontale Bildschirmauflösung (Abb. 6.46)
- einen absoluten Wert (Abb. 6.47)

HTML	<code><meta name="viewport" content="width=device-width"></code>
CSS	<code>@viewport {width: device-width;}</code>

Abb. 6.46 Einstellen der Breite des viewports auf die horizontale Bildschirmauflösung in HTML (oben) und CSS (unten)

HTML	<code><meta name="viewport" content="width=320" /></code>
CSS	<code>@viewport {width: 320px;}</code>

Abb. 6.47 Einstellen der Breite des viewports auf einen absoluten Wert in HTML (oben) und CSS (unten)

Die **Viewport-Höhe** lässt sich analog mit den entsprechenden Werten für `height` und `device-height` festlegen, was nützlich ist, wenn Elemente ihre Größe oder Position auf Grund von unterschiedlichen Viewport-Höhe ändern sollen. Abweichend von allen anderen Browsern bezieht Safari auf Basis von iOS Angaben zu Höhe und Breite immer auf die Hochkant-Ansicht eines iPhones bzw. iPads. Unabhängig von der aktuellen Orientierung bezieht sich `device-width` also immer auf die schmalere und `device-height` immer auf die längere Geräteseite. Um bei einer Orientierung des Geräts im Querformat auch tatsächlich die Landscape-Ansicht statt einer gezoomten Portrait-Ansicht zu erhalten, muss man für Apple die Viewport-Angabe in der entsprechenden Media Query um „`and (orientation: landscape)`“ ergänzen.

Die initiale **Viewport-Skalierung** lässt sich definieren mit

- einem Faktor, wobei 1 für 100 % steht (Abb. 6.48)
- einer Prozentangabe (Abb. 6.49)

Der dem Benutzer erlaubte **Viewport-Zoom** lässt sich begrenzen durch

- einem Faktor, wobei 1 für 100 % steht (Abb. 6.50)
- einer Prozentangabe (Abb. 6.51)

Insbesondere bei Apps kann es sinnvoll sein, das Zoomen durch den Benutzer ganz zu unterbinden (Abb. 6.52)

Soll sich die **Viewport-Orientierung** nicht automatisch an die Ausrichtung des Geräts anpassen, kann man sie im CSS mit `@viewport {orientation: portrait;}` im Hochformat fixieren bzw. mit `@viewport {orientation: landscape;}` im Querformat.

HTML	<code><meta name="viewport" content="initial-scale=1" /></code>
CSS	<code>@viewport {zoom: 1;}</code>

Abb. 6.48 Einstellen der initialen Skalierung des viewports mit einem Faktor in HTML (oben) und CSS (unten)

HTML	<code><meta name="viewport" content="initial-scale=100%" /></code>
CSS	<code>@viewport {zoom: 100%;}</code>

Abb. 6.49 Einstellen der initialen Skalierung des viewports mit einem relativen Wert in HTML (oben) und CSS (unten)

HTML	<code><meta name="viewport" content="width=device-width, minimum-scale=1, maximum-scale=2" /></code>
CSS	<code>@viewport {width: device-width; min-zoom: 1; max-zoom: 2;}</code>

Abb. 6.50 Einstellen des minimal und maximal erlaubten Zooms des viewports in HTML (oben) und CSS (unten) mit einem Faktor

HTML	<code><meta name="viewport" content="width=device-width, minimum-scale=1, maximum-scale=2" /></code>
CSS	<code>@viewport {width: device-width; min-zoom: 100%; max-zoom: 200%}</code>

Abb. 6.51 Einstellen des minimal und maximal erlaubten Zooms des viewports in HTML (oben) und CSS (unten) mit einer Prozentangabe

HTML	<code><meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no" /></code>
CSS	<code>@viewport {width: device-width; user-zoom: fixed;}</code>

Abb. 6.52 Unterbinden, dass der Benutzer den Zoom des viewports verändert in HTML (oben) und CSS (unten)

Viele Browser unterstützen das von Safari eingeführte `viewport`-Meta-Tag, aber es gehört nicht zum Standard, der die Steuerung des Browserverhaltens in CSS vorsieht (die `@viewport`-Regel ist Teil der CSS Device Adaptation des W3C, die sich seit Oktober 2013 im Status eines Arbeitsentwurfs (Working Draft) befindet). Die aktuellen Releases der Browser unterstützen die `@viewport`-Regel bereits. Ggf. ist ein Vendor-Prefix erforderlich: Für Safari `@-webkit-viewport`, für Firefox `@-moz-viewport`, für IE10 `@-ms-viewport` und für Opera `@-o-viewport`. Solange diese CSS Device Adaptation des W3C aber noch nicht den Status einer Empfehlung hat und auf breiter Basis unterstützt wird, sollten Sie das HTML-Tag weiterhin verwenden, ggf. ergänzt um entsprechende `@viewport`-Regeln.

6.4.4.5 Seitenstruktur

Vertikal findet sich häufig eine Dreiteilung der Seitenstruktur in Kopfbereich (Header), Inhaltsbereiche (Content) und Fußbereich (Footer).

Häufige Strukturen des Contentraums sind bei Smartphones eine einspaltige Sequenz von Bereichen, bei Tablets ein zweispaltiger Raum gefolgt von mehreren einspaltigen Abschnitten und bei großen Bildschirmen ein vierspaltiges Design (siehe Abschn. 6.4.4.3). Varianten im mobilen Bereich sind leicht mit dem Finger zu bedienende Off-Canvas Layouts (siehe Kap. 7.4.12.5) und Card-Based Layouts (wie z. B. bei Pinterest). **Card-Based Layouts** leiten sich von der Einteilung des Viewports in autonome Kacheln (Tiles) in aktuellen Versionen des Betriebssystems MS Windows ab, die der Benutzer individuell arrangieren und manipulieren kann.

Beim Entwurf einer gelungenen Aufteilung des Anzeigebereichs können Proportionsregeln helfen. Formen werden als ästhetisch und harmonisch empfunden, wenn ihre Proportionen bestimmten Gesetzmäßigkeiten folgen. Die bedeutendste Proportionsregel ist der Natur abgeschaut, nämlich der **Goldene Schnitt** (Abb. 6.53). Auch in den Größenverhältnissen des menschlichen Körpers findet sich diese stetige („göttliche“) Teilung wieder. Die Regel lautet wie in Abb. 6.53 dargestellt.

Die Anwendung des Goldenen Schnitts führt immer zu einem Verhältnis von a zu b in Höhe von (gerundet) 1,618 (Goldene Zahl).

Ist bspw. die Breite des Viewports von 960 px vorgegeben, so beträgt die Breite der Hauptspalte demnach (Viewport-Breite 960 px / 1,618 =) 593 px und die Breite der schmalen Spalte (Hauptspaltenbreite 593 px / 1,618 =) 367 px (Abb. 6.54).

Selbstverständlich lassen sich diese Bereiche durch nochmalige Anwendung des Goldenen Schnitts weiter aufteilen. Der Goldene Schnitt ist auch dann hervorragend geeignet, wenn die Bildschirmstruktur von einem vorgegebenen dominanten Bildschirmelement

Der größere Teil (a) einer zweigeteilten Strecke verhält sich zum kleineren (b) wie die Gesamtstrecke (a+b) zum größeren (a) Teil, bzw. $a:b = (a+b):a$.

Abb. 6.53 Berechnung des Goldenen Schnitts

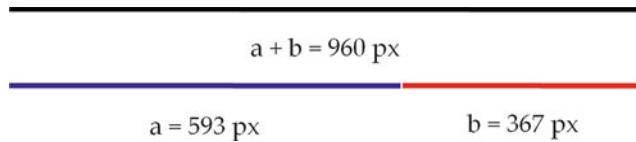


Abb. 6.54 Anwendung des Goldenen Schnitts auf Strecken

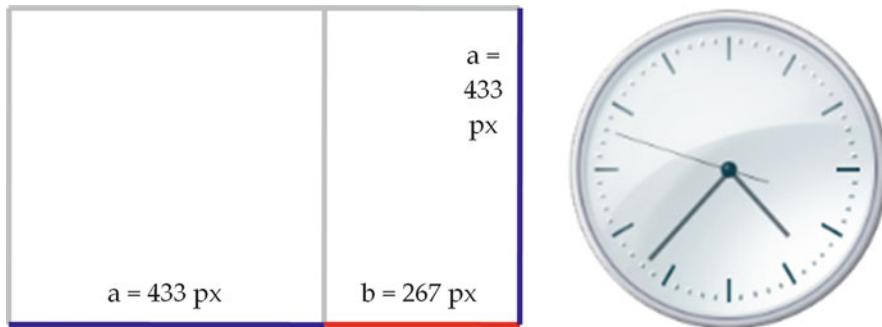


Abb. 6.55 Anwendung des Goldenen Schnitts auf Rechtecke und die Uhrzeit

(z.B. einem Foto) aus entwickelt werden soll. In diesem Fall gibt die Breite des dominanten Elements die Hauptspaltenbreite vor (Hofmann 2008, S. 96).

Nach dem gleichen Prinzip lassen sich z. B. auch Goldene Rechtecke, Dreiecke, Winkel oder Spiralen konstruieren. Aus einem Rechteck etwa, dessen längste Seite 700 px misst, entsteht dadurch über der längeren Strecke a ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 433 px und über der kürzeren Strecke b ein weiteres Goldenes Rechteck (Abb. 6.55 links). Die „goldene“ Uhrzeit beträgt 4 Stunden, 37 Minuten und 48 Sekunden (Abb. 6.55 rechts).

Bei komplexeren Seiten mit vielen Elementen zerlegt man üblicherweise zunächst den Anzeigebereich in ein **Raster (Grid)** aus z. B. neun oder zwölf Spalten (große Divisoren der Viewport-Breite, die ein ganzzahliges Ergebnis liefern).

In einem zweiten Schritt lassen sich die einzelnen Spalten je nach Platzbedarf der Bildschirmelemente kombinieren. In Abb. 6.56 sieht bspw., dass der Website www.kohs-mui.org ein zehnspaltiges Grid zu Grunde liegt. Banner und Eyecatcher verwenden jeweils zehn Spalten. Im mittleren Navigationsbereich erstreckt sich ein Element zunächst über zwei Spalten und danach enthält jede Spalte ein eigenes Element. Die beiden Elemente des Inhaltsbereichs nutzen jeweils fünf Spalten.

Für jede Spalte sind die eigentliche Spaltenbreite sowie – außer bei der letzten – der Abstand zur nächsten Spalte zu berücksichtigen. Die Spaltenbreite berechnet sich demnach wie in Abb. 6.57 dargestellt.

In der zehnspaltigen Variante mit einem Spaltenabstand von zehn Pixeln beträgt sie z. B. $(960 \text{ px} - (10-1) \times 10 \text{ px})/10 = 87 \text{ px}$.

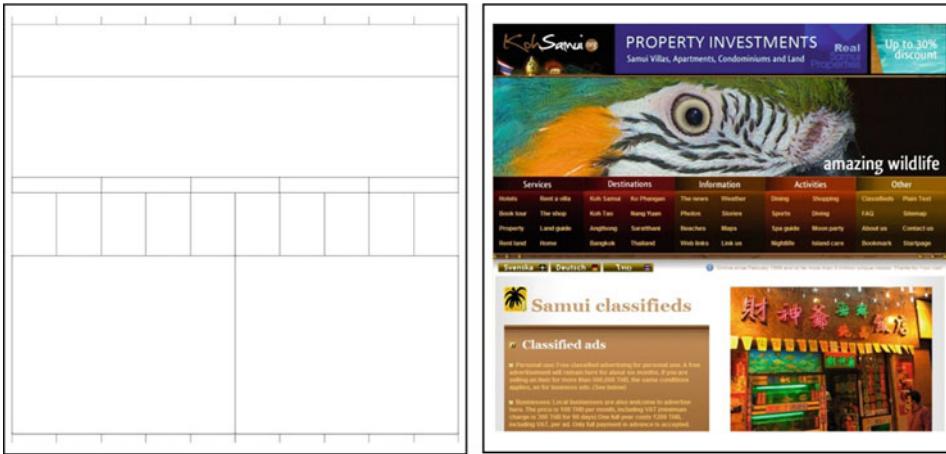


Abb. 6.56 Beispiel für Raster-orientiertes Wireframe und Webseite

$$\text{Spaltenbreite} = \frac{(\text{Breite Viewport} - (\text{Spaltenanzahl} - 1) \times \text{Breite Spaltenabstand})}{\text{Spaltenanzahl}}$$

Abb. 6.57 Berechnung der Spaltenbreite bei komplexen Gittern

Zur Strukturierung der Bildschirmseiten sind passive Makro-Weißenräume noch univer-seller als Linien oder Bilder einsetzbar (Hofmann 2008, S. 64). Makro-Weißenraum bezeich-net den Abstand zwischen den Seiterelementen (im Gegensatz zu Mikro-Weißenraum, der den Abstand innerhalb der Elemente, insb. in Texten angibt). Von einem passiven Wei-senraum spricht man, wenn der Abstand zwischen den Elementen die Hintergrundfarbe auf-weist bzw. transparent ist. Aktiver Weißenraum hingegen dient – wie auch dominante Farben, Formen und Verhaltensweisen – der optischen Benutzerführung, also der Steuerung des Blickverlaufs über die Seite.

Je nach **Zielgruppe** muss man sich entscheiden, wie strukturiert oder verspielt die Bild-schirmkomposition sein soll: Die Benutzer sollen nicht gelangweilt, aber auch nicht durch die Anordnung der Bildschirmelemente überfordert werden. Während beim Entwurf der Website www.thesmann.net (Abb. 6.58) ein gewisses Maß an Seriosität und Effizienz bei der Informationssuche im Vordergrund standen (Abb. 6.59), sollte die Website www.carib-beandivers.de wie ein Retro-Game anmuten und Neugier der Taucher ansprechen. Denken Sie bei der Größe von Elementen und deren Abständen nicht nur an die Bedienung mit der Maus, sondern auch an die Bedienung mit den deutlich größeren Fingern auf Touchscreens.

6.4.4.6 Anordnung der Informationen

Gerade bei kleinen Bildschirmen ist darauf zu achten, dass der Besucher sofort interessante Inhalte sieht und nicht erst scrollen muss. Abhängig vom Ziel der Besucher und der Art

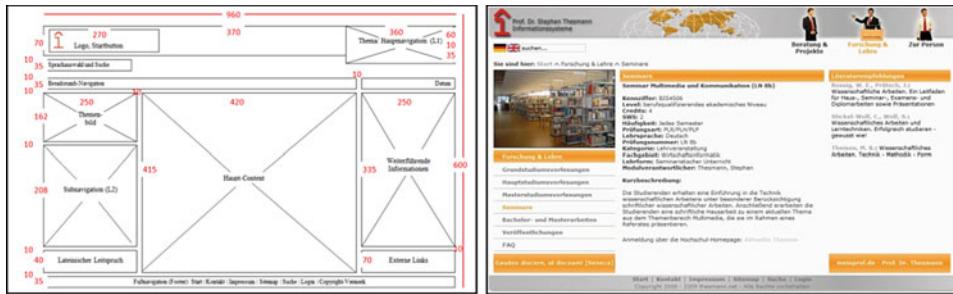


Abb. 6.58 Entwurf eines strukturierten Wireframes und Website



Abb. 6.59 Entwurf eines spielerischen Wireframes und Website

der Informationen sollte der Content in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sein, z. B. entsprechend

- der Wichtigkeit der Informationen,
- der Häufigkeit, mit der die Information benötigt wird,
- den für die Zielerreichung erforderlichen Prozessschritten,
- einer typischen Sortierreihenfolge (z. B. chronologisch, alphabetisch) bzw.
- bestehender Reihenfolgekonventionen (z. B. bei Datumsangaben, Bankdaten).

Wenn Inhalte auf kleinen Bildschirmen einspaltig angezeigt werden und dadurch sehr lange Seiten entstehen, sollten Sie am Ende jedes Abschnitts eine Rücksprungmöglichkeit zum Seitenkopf einbauen.

Webauftritte müssen in ihrer Gesamtstruktur auch auf die Leserichtung der Zielgruppe ausgelegt sein. Beispielsweise ist eine Website für den arabischen Kulturkreis auf Grund der Leserichtung von rechts nach links die Seite vertikal spiegelverkehrt auszurichten und die Navigation auf der rechten statt der linken Seite anzurufen.

Letztlich können Sie die Webseitenelemente in mehreren Ebenen (Layern) anordnen, etwa einer Hintergrund-, einer Anzeige- und einer Interaktionsebene, z. B. um den

Datenaustausch mit dem Server zu minimieren. Die Einteilung in Ebenen erlaubt es Ihnen darüber hinaus, eine räumliche Anordnung der Elemente vorzutäuschen. Der Eindruck räumlicher Tiefe entsteht, wenn sich Objekte umso schneller bewegen, je näher sich die jeweilige Ebene beim Benutzer befindet (**Bewegungsparallaxe, Parallax Scrolling**). Sie kennen diesen Effekt vom Blick aus dem Autofenster: die Leitplanken scheinen an Ihnen vorbeizurasen, die Gebäude in einiger Entfernung von Ihnen scheinen sich deutlich langsamer zu bewegen und das Gebirge am Horizont steht still. Webdesigner nutzen Parallax Scrolling vor allem, um Aufmerksamkeit zu erreichen, Geschichten zu erzählen, Text zu minimieren, alternative Formen der Benutzerführung zu realisieren und letztlich eine höhere Immersion des Benutzers zu erreichen. Allerdings ist diese Technik hinsichtlich Zugänglichkeit und Suchmaschinenoptimierung problematisch und stellt vergleichsweise hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Endgeräts.

Der Entwurf von Wireframes erfolgt bei vielen Webdesignern zunächst mit Papier und Stift, um der Kreativität freien Lauf zu lassen, ohne sich von der Bedienung eines Programms ablenken zu lassen. Zur Vereinfachung kann man vorab Formulare mit den entsprechenden Proportionen und Hilfslinien anfertigen. Verfügt der Arbeitsplatz über ein Grafiktablett, lassen sich Entwürfe mit Hilfe von Skizzensoftware wie z. B. Denim sofort digital erfassen, bearbeiten und speichern. Andernfalls kann es in einem zweiten Schritt sinnvoll sein, diese Entwürfe für Präsentations- und Dokumentationszwecke in elektronischer Form aufzubereiten. Zwar sind Textverarbeitungs-, Grafik- und Präsentationssoftware wie MS PowerPoint dafür prinzipiell geeignet. Die erste Wahl aber sind Mockup-Tools (engl. für Attrappe) wie Balsamiq, Fluid und Axure. Sie stellen eine umfangreiche Auswahl an Elementen und Schablonen (Stencils) zur Verfügung, die sich per Drag & Drop auf dem Viewport anpassen und zu einem Layout anordnen lassen. Abb. 6.60 zeigt eine

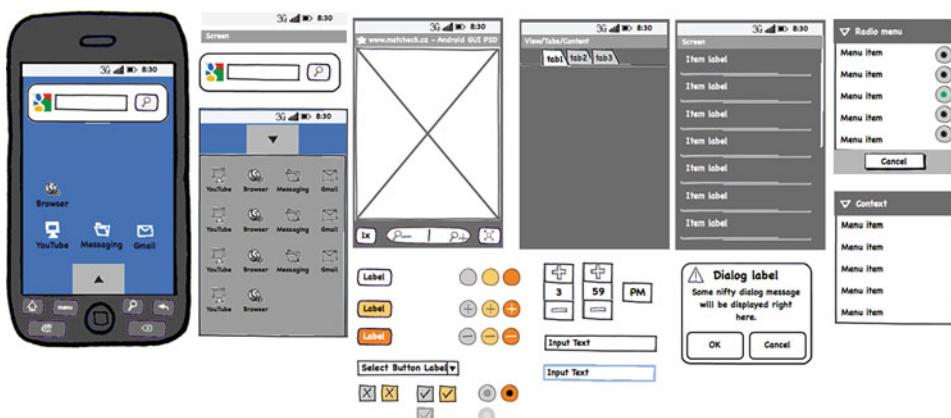


Abb. 6.60 Entwurfselemente eines Mockup-Tools für Android-Apps

Auswahl typischer Elemente beim Entwurf des Wireframes mit dem Mockup-Tool Balsamiq am Beispiel einer Android App (Balsamiq 2016).

Dadurch gestatten sie es, rudimentäre Oberflächenprototypen bzw. Wireframes schnell und einfach zu erzeugen und z. T. sogar einzelnen Elementen einfache Aktionen hinzuzufügen, wie z. B. Tooltips, Flyout-Navigationen oder Lightboxes. Auf diese Weise erhält man mit geringem Aufwand einen testbaren **Click-Dummy**. Die Qualitätssicherung lässt sich durch Werkzeuge erleichtern, die das Testen über Geräteklassen- und Browser hinweg automatisieren, z. B. Sauce Labs.

6.5 Entwurf der Navigationspfade

Das Überblicksdiagramm zeigt die generellen Navigationsmöglichkeiten zwischen den Seiten der Internetpräsenz. Abb. 6.61 stellt exemplarisch einen Ausschnitt aus www.takingbackgolf.de dar. Bei der Diskussion kann man die Wireframes auf eine große Pinnwand (etwa eine Styroporplatte aus dem Baumarkt) heften und Ausgangs- und Zielpunkte der Verlinkungen mit Hilfe von Nadeln an Fäden verbinden.

Das Ergebnis lässt sich durch Fotografien fixieren und in ein Mockup-Tool oder eine Mind-Mapping-Software übertragen und geht später in das Storyboard (siehe Kap. 7.1) und das Interaktionsdiagramm (siehe Kap. 7.3) ein.

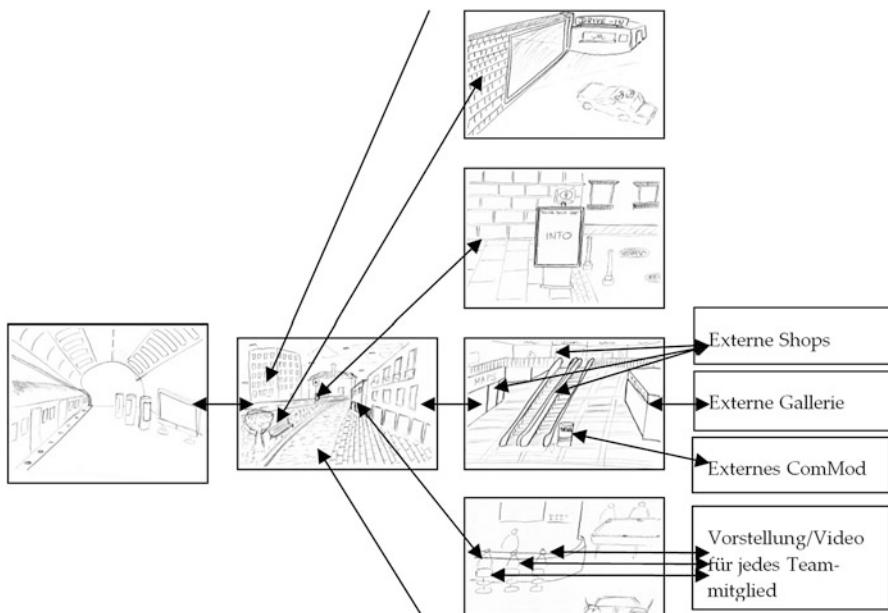


Abb. 6.61 Beispiel eines Überblicksdiagramms (Ausschnitt)

6.6 Datenvolumen

Eine Webseite sollte bei einer gegebenen Übertragungsbandbreite in drei Sekunden geladen sein. Die obere Grenze, um die Aufmerksamkeit zu halten, liegt bei ca. zehn Sekunden, wobei erfahrene Internetnutzer etwas geduldiger sind als unerfahrene. Danach erfolgt meist der Abbruch oder ein erneuter Versuch des Nutzers (Thissen 2001, S. 168 ff.). Die empfundene Länge des Downloads hängt dabei in vielen Fällen weniger von der tatsächlichen Downloadzeit ab, sondern vor allem davon, ob der Webauftritt den Erwartungen des Benutzers entspricht und er dort erfolgreich beenden kann, weshalb er die Seite aufrief (Perfetti und Landesman 2001).

Dennoch sollte das voraussichtliche Datenvolumen einer einzelnen Webseite frühzeitig im Hinblick auf die zur Verfügung stehende Datentransferrate überprüft werden. Auch der Speicherbedarf der gesamten Produktion und das voraussichtliche Transfervolumen pro Monat sind für die Auslegung des Servers vorab zu schätzen. Dies kann auf Basis des Datenmengengerüsts erfolgen. In diesem Buch werden dabei alle Datenmengen auf Grund des Themas und der besseren Vergleichbarkeit grundsätzlich in Zehnerpotenzen angegeben und in der Praxis anders angegebene Daten ggf. umgerechnet.

Die Datenmenge einer einzelnen Seite ist vor allem durch die im Storyboard geplanten Medienobjekte determiniert. Die einzelnen Bildschirmseiten einer Webapplikation sind meist nach dem gleichen oder einigen wenigen Strukturmustern (Templates) aufgebaut, die sich aus den Wireframes ableiten. Seiten, die dem gleichen Strukturmuster folgen, haben daher ein ähnliches Datenvolumen. Das **Datenmengengerüst** ermittelt zunächst die Anzahl der Seiten für jeden Wireframe (Tab. 6.7).

Anschließend berechnet man für jeden Wireframe den aus Anzahl und Spezifikation der geplanten Objekte resultierenden Speicherbedarf für jede mit diesem Template erstellte Seite (Tab. 6.8). Die Berechnung des Speicherbedarfs der einzelnen Objekte ist im Kap. 8 beschrieben.

In diesem Beispiel verursacht jede Produktseite also ca. 5 MB Speicher- bzw. Transfervolumen. Da die Hörfassung sowie das Produktvideo aber erst auf Wunsch des Besuchers

Tab. 6.7 Beispiel für die Ermittlung der Anzahl der Seiten pro Wireframe

Wireframe ID	Beschreibung des Seitentyps	Anzahl Seiten
01	Introseite	1
02	Hauptseite	1
03	Produktgruppenseite	10
04	Produktseite	300
...
12	AGB	1
13	Impressum	1
14	Sitemap	1

Tab. 6.8 Beispiel für die Schätzung des Datenvolumens einer Template-Instanz**Wireframe 04 (Produktseite)**

Asset ID	Assettyp	Spezifikation	KB	Anzahl	(KB)
01	Bild (JPG)	Produkt Thumbnail (150x250)	12	3	36
02	Bild (JPG)	Produktfoto (600x400)	200	2	400
03	Text (ASCII)	Produktbeschreibung (½ Seite)	3	1	3
04	Audio (MP3)	Hörfassung (128 kbit/s, 30 s)	500	1	500
05	Video (MPEG-2)	Produktvideo (480x360, 25 s)	4000	1	4000
06	Bild (GIF)	Bestellbutton 130x35	8	1	8
07	Code (HTML/CSS)		10	1	10
					4975

geladen werden, reduziert sich das für den initialen Seitenaufbau erforderliche Transfervolumen auf knapp 500 KB und wäre daher bei einer einfachen DSL-Anbindung im Idealfall in unter fünf Sekunden übertragen.

Laut Tab. 6.7 umfasst unsere Beispieldaten 300 Produktseiten. Damit ergibt sich für diesen Screenshottyp insgesamt ein Speicherbedarf von ca. 1.500 MB bzw. 1,5 GB.

Um eine ungefähre Einschätzung des Speicherbedarfs der gesamten Anwendung zu erhalten, addiert man letztlich den Speicherbedarf aller Screenshottypen sowie ggf. den Platzbedarf für Basissoftware wie CMS, Datenbank etc.

6.7 Vorkalkulation

Auf Basis der Inhaltsdefinition des Themenbaums, der Anzahl der Screenshottypen (Tab. 6.7) und ihrer Elemente (Tab. 6.8) lässt sich nun der zu erwartende Aufwand und die Kosten bereits deutlich genauer abschätzen. Wesentliche Kostenfaktoren sind

- Konzeptionskosten
- Assetkosten
- Programmierkosten
- Qualitätssicherungskosten
- Administrationskosten
- Betriebskosten

Da die Grobkonzeption zu diesem Zeitpunkt abgeschlossen ist, lassen sich Aufwand und Kosten für die **Konzeption** (Tab. 6.9) auf Basis der bisherigen Zeitaufschreibung und in der nächsten Phase noch durchzuführenden Tätigkeiten relativ genau bestimmen. Richtwerte für Stundensätze der unterschiedlichen Qualifikationen lassen sich dem Gehaltspiegel des Bundesverbandes Digital Wirtschaft e.V. (BVDW) entnehmen.

Die **Assetkosten** setzen sich zusammen aus Kosten für Erwerb (i. d. R. Lizenzkosten) und Nachbearbeitung. Die **Lizenzkosten** lassen sich nach dem Schema in Tab. 6.10 ermitteln.

Tab. 6.9 Beispiel für die Schätzung von Konzeptionssaufwand und -kosten

Projektbeteiliger	Aufwand (Stunden)	Kosten (EUR pro Stunde)	Kosten (EUR)
Projektmanager	10	80	800
Screendesigner	40	60	2.400
Softwareentwickler	40	60	2.400
			5.600

Tab. 6.10 Beispiel für die Schätzung von Lizenzkosten für Assets

Asset ID	Assettyp	Spezifikation	Kosten (EUR)	Anzahl	Kosten (EUR)
01	Bild (JPG)	Produkt Thumbnail (150x250)	---	900	---
02	Bild (JPG)	Produktfoto (600x400)	25	600	15.000
03	Text (ASCII)	Produktbeschreibung ($\frac{1}{2}$ Seite)	10	300	3.000
04	Audio (MP3)	Hörfassung (128 kbit/s, 30 s)	30	300	9.000
05	Video (MPEG-2)	Produktvideo (480x360, 25 s)	125	300	37.500
...
					64.500

Tab. 6.11 Beispiel für die Schätzung von Bearbeitungsaufwand und -kosten für einen Assettyp

ID 02, Bild (JPG) Produktbild	Aufwand (min)	Anzahl	Aufwand (min)
Minimaler Aufwand	2	150	300
Mittlerer Aufwand	5	150	750
Hoher Aufwand	10	150	1500
Extrem hoher Aufwand	20	150	3000
			5.550

Der Aufwand für die (Nach-)Bearbeitung wird ebenfalls für die einzelnen Typen von Bildschirmobjekten ermittelt und mit der Anzahl dieser Elemente multipliziert.

Um bspw. den zu erwartenden (Nach-) Bearbeitungsaufwand für den Assettyp „ID 02, Bild (JPG) Produktbild“ zu ermitteln, wählt man sich ein sehr gut geeignetes, ein gut geeignetes, ein weniger gut geeignetes und ein nur schlecht geeignetes Produktfoto aus und misst die jeweilige Zeit für die Nachbearbeitung und das Einpflegen (z. B. 2 min, 5 min, 10 min, 20 min). Bei einer großen Zahl (hier 600) geht man der Einfachheit halber von einer statistischen Gleichverteilung der Qualität und damit des Bearbeitungsaufwands aus (Tab. 6.11).

Damit ergibt sich für diesen Assettyp ein Gesamtaufwand von ca. 5.550 Minuten bzw. ca. 92,5 Stunden und, bewertet mit einem Stundensatz von 30 EUR/Stunde, ca. 2.775 EUR Bearbeitungskosten. Nach identischem Schema ermittelt man Aufwand und Kosten für jeden weiteren Assettyp, um den gesamten Bearbeitungsaufwand und die Bearbeitungskosten estimieren zu können.

Aufwand und Kosten der **Programmierung** hängen naturgemäß stark von der Aufgabe des Webauftritts und den individuellen Spezifikationen des Projekts ab. Diese lassen sich nicht so einfach vorhersagen wie die Assetkosten. Wesentliche Einflussfaktoren sind:

- Zielplattform (HTML5 und/oder native Applikation für bestimmte Betriebssysteme)
- Struktur der Internetpräsenz (Anzahl unterschiedlicher Templates und Hierarchieebenen)
- Funktionen wie Transaktionsformen (von Online-Formular bis Transaktionssystem), Kommunikationsmöglichkeiten (von asynchroner Individualkommunikation per E-Mail (–Formular) bis zu kollaborativer Echtzeitkommunikation wie Videokonferenz) u. Ä.
- Zugriffsformen (von Standardnavigation und Volltextsuche bis zur systematischen Querverlinkung und Deskriptorensuche)
- Interaktion (von einzelnen interaktiven Elementen bis zu „intelligenten“ Benutzeroberflächen)
- Adaptierbarkeit (Multilingualität und Multikulturalität, Mandantenfähigkeit, Personalisierbarkeit)
- Technische Basis (von Standardlösung auf Basis eines einfachen CMS bis Individuelllösung auf Basis einer Enterprise Ressource Planning (ERP)-Software)
- Datenintegration (von Import in Web-Datenbank bis zum bidirektionalen Datenaustausch mit Drittapplikationen wie ERP-Systemen)
- Funktionsintegration (von der Nutzung verfügbarer Standard-Webservices bis zur individuellen Einbindung von Drittapplikationen wie ERP-Systemen)
- Organisatorische Integration (ohne Redaktionsprozess bis zum automatisierten, multipersonalen Workflow)

Ein geeigneter Leitfaden für die Prognose ist z. B. die Kalkulationssystematik des Deutschen Multimedia Verbands e.V., des Vorläufers des heutigen e Bundesverbands Digitale Wirtschaft e.V. (siehe Kap. 5.5). Als Faustregel gilt: Je größer und komplizierter das Interaktionsdiagramm ist, desto aufwändiger und teurer wird auch die Programmierung. In unserem Beispiel dürften die reinen Programmierkosten bei Verwendung von Standardbausteinen etwa in der Größenordnung von 15.000 EUR liegen.

Die Ermittlung der Aufwände und Kosten für **Qualitätssicherung** und **Administration** folgt dem gleichen Schema wie bei den Konzeptionskosten (Tab. 6.9). Die gesamten Qualitätssicherungskosten liegen etwa in der Größenordnung von einem Drittel des Budgets. Zu den Administrationskosten zählen u. a. Besprechungskosten, Kommunikationskosten (Internet, Telefon, Fax), Reisekosten, Vervielfältigungskosten und allgemeine Verwaltungskosten (Sekretariat, Buchhaltung).

Betriebskosten

Neben den Kosten für das Hosting mit den Faktoren Betriebssicherheit, Serverleistung und Datentransferleistung, für eine eventuell erforderliche Benutzerbetreuung sowie für die Softwarewartung, dürfen bei Webapplikationen zusätzlich die Kosten für die Webanalyse (Webcontrolling) während der Betriebsphase nicht vernachlässigt werden. Ein weiterer großer Kostenfaktor ist die Datenakualisierung. Das Internet bietet einerseits die

Chance, Interessenten und Geschäftspartner stets mit aktuellen Informationen zu versorgen, andererseits erwarten Besucher aber auch, immer wieder Neuigkeiten auf einer Website zu entdecken. Mit jeder Enttäuschung in dieser Hinsicht wächst das Risiko, dass sie nicht mehr zurückkehren. Daher sollte man bei der Konzeption gründlich prüfen, welchen Aktualisierungsaufwand die geplanten Informationen und Funktionen nach sich ziehen und ob sich die Datenaktualisierung (teil-) automatisiert organisieren lässt.

An **sonstigen Kosten** sind u. a. zu berücksichtigen: Unterhalt (Wartungsverträge, Lizenzen) und Abschreibung von Hardware und Software der Entwicklungsumgebung und ein Gemeinkostenzuschlag (Miete, Reinigung, Versicherungsbeiträge, Strom, Wasser).

6.8 Fazit

Eine schematische **Übersicht** über die Zusammenhänge zwischen den Kernbestandteilen eines Rohdrehbuchs zeigt Abb. 6.62.

Ausgangspunkt ist das **Mind-Map**, welches eine unstrukturierte Menge an **möglichen Informationen und Ideen** für die Produktion liefert. Mindmapping hilft, Fantasie, Kreativität und Individualität zu entfalten, sich von vorgegebenen Gedankenmustern zu lösen und auch einen „Blick über den Tellerrand“ zu wagen.

Durch eine Konkretisierung des Mindmaps in Hinblick auf Umfang und Struktur des fachlich relevanten Stoffes nimmt der **Themenbaum** Gestalt an. Seine Struktur sorgt für Übersicht und lässt schlechte Proportionen in der thematischen Gliederung leichter erkennen. Auch gibt er einen ersten Eindruck von der möglichen Gliederungstiefe der Anwendung.

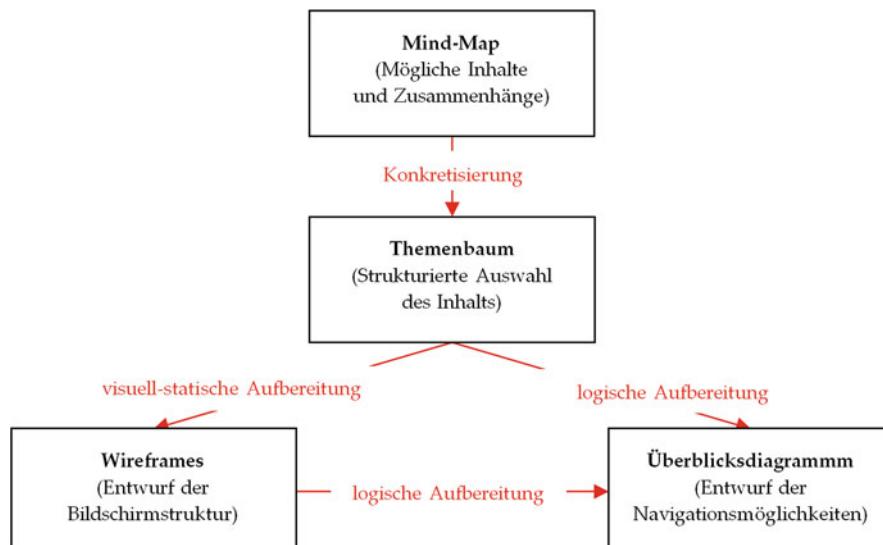


Abb. 6.62 Zusammenspiel der Kernelemente eines Rohdrehbuchs

Wireframes skizzieren Position und Größe der erforderlichen Bildschirmelemente auf den einzelnen Screenshoten. Der **Aufbau des Layouts** orientiert sich dabei an den darzustellenden Informationen, an grundlegenden Gestaltgesetzen, den Benutzererwartungen und ihren tatsächlichen Blickverläufen. Der Entwurf kann sich an ein zentrales Motiv oder ein mathematisch berechnetes Gestaltungsraster anlehnen. Er erfolgt oft zunächst mit Papier und Stift, um der Kreativität freien Lauf zu lassen und wird in einem zweiten Schritt für Dokumentations- und Präsentationszwecke in elektronischer Form aufbereitet. Wireframes eignen sich für die Abstimmung mit dem Auftraggeber, sind (eine) Grundlage für die Entwicklung des Drehbuchs in der nächsten Phase und gehen in den Styleguide ein.

Die generellen Navigationsmöglichkeiten der Besucher sind dem **Überblicksdiagramm** zu entnehmen. Es kennzeichnet Ausgangs- und Zielpunkte von **Verlinkungen zwischen den Seiten** einer Internetpräsenz.

Das Rohdrehbuch ist also eine Sammlung von Einzeldokumenten. Es beschreibt die Inhalte, den Aufbau des Bildschirms und die Navigationsmöglichkeiten des Benutzers. Seine Kernbestandteile sind die gegeneinander abgestimmten Elemente

- Themenbaum,
- Wireframes und
- Überblicksdiagramm.

Es ist vergleichbar mit dem Plan eines Hauses, in dem bereits die Anordnung, Form, Größe und Funktion der Räume, die Zugänge zu ihnen (Türen und Fenster, Treppen und Korridore) sowie die Lage von Ver- und Entsorgungsleitungen (Strom, Wasser) festgelegt sind. Noch nichts entschieden ist zu diesem Zeitpunkt über die detaillierte Ausgestaltung der einzelnen Bildschirmelemente und Programm-Module, oder, um bei unserem Vergleich zu bleiben, über die Ausgestaltung von Fensterrahmen und Türblättern, Wandfarben und Tapetenmustern, Badezimmerarmaturen etc. Diese Spezifikationen sind Bestandteil des Drehbuchs, das in der Feinkonzeptionsphase entsteht. Ob das Projekt in diese nächste Phase eintritt, entscheidet sich auf Basis des Rohdrehbuchs und der verfeinerten Aufwand- und Kostenschätzung.

6.9 Linkverzeichnis

Projektmanagement-Software

LibrePlan <http://www.libreplan.com>

MS Project <http://office.microsoft.com/de-de/project>

Mind-Map Software

FreeMind http://freemind.sourceforge.net/wiki/index.php/Main_Page

Mindjet MindManager <http://www.mindjet.com/de>

Flussdiagramm-Software

Dia <http://live.gnome.org/Dia>

MS Visio <http://office.microsoft.com/de-de/visio>

Suchmaschinenverzeichnisse <http://www.suchlexikon.de>, <http://www.search.com/services>

Suchstrategien für die Informationssuche <http://www.ub.uni-bielefeld.de/biblio/search>

Searchenginewatch <http://searchenginewatch.com>

Operatoren und Kommandos bei Suchmaschinen

Google <https://support.google.com/websearch/answer/136861?hl=de>

Bing <http://www.windowscentral.com/ultimate-bing-guide>

Yahoo! <https://de.search.Yahoo.com/web/advanced>

Semantische Suche nach Audiodateien <http://www.musipedia.org>

Formulare für die erweiterte Suche

Google http://www.google.com/advanced_search

Yahoo! <https://de.search.Yahoo.com/web/advanced>

Social-Bookmarking-Plattformen <https://delicious.com>, <https://www.pinterest.com>, <https://www.tumblr.com>

Lizenzen und Rechte

Suchmaschinen, die Nutzungsrechte bei der Recherche berücksichtigen <http://search.creativecommons.org>

Deutsches Patentamt <http://www.dpma.de>

Romarin Datenbank der World Intellectual Property Organization http://www.wipo.int/madrid/en/services/madrid_express.htm

GNU <http://www.gnu.org>

Creative Commons <http://creativecommons.org>, <http://creativecommons.org/licenses>

Wissenschaftliche Texte und Aktuelles

Nationalbibliotheken www.dnb.de, <http://catalog.loc.gov>

Universitätsbibliotheken <http://www.ubka.uni-karlsruhe.de/kvk.html>, <http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit>, <http://library.georgetown.edu/libraries>, <http://www.lib.berkeley.edu>

Bibliotheksservice-Zentren <http://www.hbz-nrw.de>, <http://www.bsz-bw.de/index.html>

Google Scholar <http://scholar.google.de>

Online-Lexika <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook>, <http://www.britannica.com>, <http://www.wissen.de>, <http://www.weltchronik.de>

Nachrichten-Suche <http://news.google.de>, http://news.google.com/news/advanced_news_search, <https://www.bing.com/news>, <https://de.news.search.Yahoo.com>, <http://www.angelfire.com/music5/dance2/newssearch.html>

Blogsuche

Allgemein <http://www.blogsearchengine.org>, <https://www.twingly.com>, <http://blogs.botw.org>, <http://www.blogcatalog.com>, <http://www.blogarama.com>

Audio <http://blogaudio.org>, <http://hypem.com>, <http://starfrosch.ch>

Video <http://www.youtube.com>, <http://www.4tvs.com/Journey/Pages/journey.html>

Zitate <http://www.aphorismen.de>, <http://zitate.net>, <http://www.zitate-online.de>, <http://de.wikiquote.org/wiki/Hauptseite>

Suche nach

Schriftarten <http://www.fontsquirrel.com>, <http://www.fontshop.de>, <http://www.dtp-blog.de/allgemein/die-besten-ressourcen-fuer-kostenlose-fonts>, <http://vandelaydesign.com>

Medien <http://www.exalead.com/search>

Bildern <http://www.fotolia.de>, <http://www.istockphoto.com>, <http://www.freeimages.com>, <http://www.flickr.com>

Musik <http://www.elixic.de>, <http://www.tunefinder.com>, <http://www.musipedia.org>, <http://www.soundhound.com>, <http://www.shazam.com>

Klängen <http://www.hoerspielbox.de>, <http://www.freesound.org>

Videos www.google.de/videohp, <http://www.bing.com/videos>, <https://de.video.search.yahoo.com>, <http://www.dailymotion.com/de>, <http://www.youtube.com>, <https://vimeo.com>, <http://www.blinkx.com>

Adobe Flash Ressourcen <http://www.photoshopsupport.com/flash/index.html>, <http://www.ffdfiles.com>, <http://www.Flashkit.com>

Digital Asset Management-Software

Cerious ThumbsPlus <http://www.cerious.com>

Canto Cumulus <http://www.canto.com/what-we-offer>

Extensis Portfolio <http://www.extensis.com>

„Flat Design“ versus „Realism“ <http://www.flatvsrealism.com>

Responsive Webdesign

Anleitung des W3C http://www.w3schools.com/html/html_responsive.asp

Frameworks <http://designmodo.com/startup/>, <http://getbootstrap.com/>

CSS Device Adaptation des W3C <http://dev.w3.org/csswg/css-device-adapt>

Skizzensoftware Denim <http://dub.washington.edu:2007/denim>

Mockup-Tools

Balsamiq <http://balsamiq.com>, <https://support.mybalsamiq.com/projects/uilibrary/story>

Fluid <https://www.fluidui.com>

Axure <http://www.axure.com>

Cross-Platform Test Sauce Labs <http://saucelabs.com>

Bundesverband Digital Wirtschaft e. V. <http://www.bvdw.org>

Literatur

ARD/ZDF 2015. O. V., ARD/ZDF-Onlinestudie 2015, ARD/ZDF (Hrsg.), URL: <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de>, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.

Balsamiq 2016. O. V., Balsamiq Android Controls, Mockups To Go (Hrsg.), URL: <https://mockupstogo.mybalsamiq.com/projects/android/Android%20Controls>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

Bernard 2001. Bernard, M., Developing Schemas for the Location of Common Web Objects, URL: http://www.surl.org/usabilitynews/31/web_object.asp, letztmalig abgerufen am 21.01.2016.

- Bernard 2002. Bernard, M., Examining user expectations of the location of web objects, URL: http://www.gieger.com/site/research/webobject_placement.pdf, letztmalig abgerufen am 21.01.2016.
- Bernard/Sheshadri 2004. Bernard, M., Sheshadri, A., Preliminary Examination of Global Expectations of Users' Mental Models for E-Commerce Web Layouts, URL: <http://usabilitynews.org/preliminary-examination-of-global-expectations-of-users-mental-models-for-e-commerce-web-layouts>, letztmalig abgerufen am 21.01.2016.
- Böhringer et al. 2006. Böhringer, J., Bühler, P., Schlaich, P., Kompendium der Mediengestaltung, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl. für Digital- und Printmedien, Springer Verlag, Berlin und Heidelberg 2006.
- BVDM 2014. O. V., Faszination Mobile. Verbreitung, Nutzungsmuster und Trends, BVWW (Hrsg.) in Kooperation mit Google und TNS Infratest, URL: http://www.bvdw.org/presseserver/studie_faszination_mobile/BVDW_Faszination_Mobile_2014.pdf, abgerufen am 18.11.2014.
- Eipper 2001. Eipper, M., Sehen Erkennen Wissen, 2. Aufl., Expert Verlag, Renningen 2001.
- Eisenberg 2013. Eisenberg, B., Hidden Secrets of the Amazon Shopping Cart 2.0, URL: <http://www.bryaneisenberg.com/hidden-secrets-of-amazon>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Financial Times 2011. O. V., FT Web App registers one million users, The Financial Times Ltd. (Hrsg.), URL: <http://aboutus.ft.com/2011/11/18/ft-web-app-registers-one-million-users>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Goldberg et al. 2002. Goldberg, J., Stimson, M., Lewenstein, M., Scott, N., Wichansky, A., Eye tracking in web search tasks: design implications, in: Proceedings of the 2002 Symposium of Eye Tracking Research and Applications, ACM Press, New Orleans 2002, S. 51ff.
- Granka et al. 2004. Granka, L., Joachims, T., Gay, G., Eye-tracking analysis of user behavior in WWW search, in: Proceedings of the 27th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, ACM Press, Sheffield 2004, S. 478ff.
- Hofmann 2008. Hofmann, M., Modernes Webdesign: Gestaltungsprinzipien, Webstandards, Praxis, Galileo Press, Bonn 2008.
- IDC 2015. O.V., IDC Worldwide Quarterly Smart Connected Device Tracker, Mach 20, 2015, IDC Corp. (Hrsg.), URL: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS25500515>, letztmalig abgerufen am 25.01.2016.
- Namespace 2009) O. V., Namespaces in XML 1.0 (Third Edition), W3C Recommendation 8 December 2009, W3C (Hrsg.), URL: <http://www.w3.org/TR/xml-names>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Niklas 2014. Niklas, S.: Mental Map von Onlineshops Was deutsche Kunden auf Ihrer Webseite erwarten, eResult (Hrsg.), Göttingen 2014.
- Nielsen/Loranger 2006. Nielsen, J., Loranger, H., Web Usability, Addison-Wesley, München 2006.
- O'Reilly 2005a. O'Reilly, T.: Web 2.0: Compact Definition?, URL: <http://radar.oreilly.com/2005/10/web-20-compact-definition.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- O'Reilly 2005b. O'Reilly, T.: What Is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software, URL: <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Outing/Ruel 2004. Outing, S., Ruel, L., The Best of Eyetrack III: What We Saw When We Looked Through Their Eyes, URL: <http://www.poynter.org/uncategorized/24963/eyetrack-iii-what-news-websites-look-like-through-readers-eyes>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Owens/Shrestha 2008. Owens, J. W., Shrestha, S., How Do Users Browse a Portal Website? An Examination of User Eye Movements, in: Chaparro, B. S. (Editor). SURL Usability News 10 (2008) 2, URL: <http://usabilitynews.org/how-do-users-browse-a-portal-website-an-examination-of-user-eye-movements>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

- Perfetti/Landesman 2001. Perfetti, C., Landesman, L., The Truth About Download Time, User Interface Engineering (Hrsg.), URL: http://www.uie.com/articles/download_time, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Runk 2006. Runk, C., Grundkurs Typografie und Layout, 1. Aufl. 2006 (korrigierter Nachdruck 2007), Galileo Press, Bonn 2006.
- Russel 2005. Russel, M. C, Hotspots and Links: Using Eye-tracking to Supplement Usability Testing, in: Chaparro, B. S. (Editor). SURL Usability News 7 (2005) 2, URL: <http://usabilitynews.org/hotspots-and-hyperlinks-using-eye-tracking-to-supplement-usability-testing>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Shaikh/Lenz 2006. Shaikh, A.D., Lenz, K., Where's the Search? Re-examining User Expectations of Web Objects, URL: <http://usabilitynews.org/wheres-the-search-re-examining-user-expectations-of-web-objects>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016
- Shrestha/Lenz 2007. Shrestha, S., Lenz, K., Eye Gaze Patterns while Searching vs. Browsing a Website, in: Chaparro, B. S. (Editor). SURL Usability News 9 (2007) 1, URL: <http://usability-news.org/eye-gaze-patterns-while-searching-vs-browsing-a-website>, letztmalig abgerufen am 22.01.2016.
- Shrestha et al. 2007. Shrestha, S., Lenz, K., Owens, J., & Chaparro, B., „F“ pattern scanning of text and images in web pages, in: Proceedings of the 51st Annual Human Factors and Ergonomics Society, Baltimore 2007, S. 1200ff.
- Shrestha/Owens 2008. Shrestha, S., Owens, J. W., Eye Movement Patterns on Single and Dual-Column Web Pages, in: Chaparro, B. S. (Editor). SURL Usability News 10 (2008) 1, URL: <http://usabilitynews.org/eye-movement-patterns-on-single-and-dual-column-web-pages>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Singh/Pereira 2004. The Culturally Customized Website: Customizing Websites for the Global Marketplace, Elsevier, Oxford 2004.
- SWR3 2015a. O. V., Staukarte, Südwestrundfunk 3 (Hrsg.), URL: <http://www.swr3.de/staukarten/Staukarten/-/id=64074/cf=42/did=974238/135b1my/index.html>, letztmalig abgerufen am 22.09.2015.
- SWR3 2015b. O. V., Staukarte, Südwestrundfunk 3 (Hrsg.), URL: <http://www.swr3.de/info/verkehr/zentrum/-/id=929390/1umddyt/index.html>, letztmalig abgerufen am 22.09.2015.
- Thissen 2001. Thissen, F., Screen-Design-Handbuch: Effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia. 2., überarbeitete und erweiterte Aufl., Springer Verlag, Berlin u. a. 2001.
- Vicram 2005. O. V., University of Manchester, URL: <http://hcw.cs.manchester.ac.uk/research/vicram/studies/eyetracking.php>, letztmalig abgerufen am 30.07.2009.

Zusammenfassung

Ziel des Feinkonzepts (Drehbuch) ist die umsetzungsreife Beschreibung der zu entwickelnden Web-Applikation. Dazu müssen die dynamischen Abläufe der Mensch-Computer-Interaktionen definiert und die Wireframes aus dem Rohdrehbuch um detaillierte Angaben zu Maßen, Erscheinung und Verhalten aller Bildschirmelemente ergänzt werden. Alle eingesetzten Methoden sind dabei bewusst einfach gehalten, um ein frühzeitiges Einbeziehen aller Beteiligten und Betroffenen zu erleichtern. Ergänzt um die Planung von Produktionsaktivitäten und Finanzen stellt es eine fundierte Entscheidungsgrundlage dar, ob mit der Realisierung wie geplant begonnen wird, Änderungen erforderlich sind oder das Projekt gestoppt wird.

Im Folgenden erfahren Sie,

- wie Sie im Storyboard das Zusammenspiel aller Bildschirmelemente, Medien und Abläufe (insbesondere Interaktionsmöglichkeiten) beschreiben,
- welche Anforderungen es an die Interaktionsmöglichkeiten bzw. die Gestaltung der Dialoge zwischen Mensch und Computer gibt und wie Sie diese umsetzen können,
- welche inhaltlichen und formalen Aspekte beim Feinentwurf der einzelnen Bestandteile einer Benutzungsoberfläche zu beachten sind,
- wie Sie Asset-Produzenten und Softwareentwicklern mit Hilfe von Styleguides und Interaktionsdiagrammen präzise Vorgaben für die Realisierung machen und
- anhand welcher Kriterien Sie vor der Produktionsfreigabe die performante Lauffähigkeit der geplanten Applikation prüfen sollten.

7.1 Integrative Sicht

Ein Drehbuch erzählt eine Geschichte über eine Persona (siehe Kap. 5.3.2), die vor einem Problem steht, welches sie durch eine Handlung bzw. eine Folge von Interaktionen lösen kann (User-Story). Aus dem Drehbuch ergeben sich Anforderungen an eine adäquate Lösung.

Beispielsweise sei unser Hauptdarsteller *Peter, 19 Jahre, Single, Erstsemester und gerade in das Studentenwohnheim seines neuen Wohnortes umgezogen. Peter möchte sich auch nach der Schule weiter sportlich betätigen. Seine Eltern würden ihm die Mitgliedschaft in einem Golfclub finanzieren. Zwar gefällt Peter der Sport als solcher, aber die Gesellschaft im Golfclub ist ihm zu elitär und ein wenig fürchtet er auch den Spott seiner Kommilitonen. Auf einer Webseite lernt er Cross-Golf kennen. Dort nimmt er Kontakt mit Gleichgesinnten auf, verabredet sich zum Spiel und kann nun seinem Sport frönen und gleichzeitig neue Leute kennenlernen.*

Die Standardmethode zur Visualisierung der dynamischen Abläufe auf dem Bildschirm ist das Storyboard. Es stammt ursprünglich aus der Filmproduktion und besteht dort aus einer Abfolge einzelner, gezeichneter Szenenbilder mit textlicher Ablaufbeschreibung einer filmischen Geschichte, anhand derer ein Handlungsablauf frühzeitig und kostengünstig dargestellt und diskutiert werden kann.

Bei der Entwicklung von Webapplikationen baut es auf den Wireframes und dem Überblicksdiagramm aus dem Exposé auf und beschreibt alle Bildschirmelemente, Medien und Abläufe (insbesondere Interaktions- und Navigationsmöglichkeiten), die für eine themen-, ziel- und zielgruppengerechte Umsetzung der einzelnen Blätter des Themenbaums erforderlich sind.

Im ersten Schritt wird der generelle Handlungsablauf in Form einfacher Zeichnungen (Scribbles) visualisiert und mit Kommentaren zum Ablauf versehen. Abb. 7.1 zeigt Ausschnitte für den Imagefilm zu www.takingbackgolf.de.

Anschließend werden Informationen zu Navigationsmöglichkeiten, Interaktionen und Funktionen, Hintergrund, Farbschema sowie zu Form, Abmessungen, Position und Inhalt der unterschiedlichen Content-Elemente ergänzt.

In der Regel zeichnet man das Storyboard mit einem Bleistift auf Formularen, die folgende Informationen vorsehen können:

- Nummerierung der Szene (mit Bezug zu Themenbaum und Interaktionsdiagramm) und der Seite
- Projektname
- Name des Autors der Seite
- Datum
- Kurze Beschreibung der Szene
- Links, die von dieser Szene abgehen, mit Ziel-Seite
- Links, die von anderen Seiten zu dieser Seite führen, mit Herkunft
- Angaben zur Interaktivität bzw. Funktionalität
- Steuerinstrumente, die vom Standard abweichen (Touchscreen, Sprachsteuerung etc.)
- Beschreibung des Hintergrundes

- Angaben zum Farbschema
- Angaben zu Audioelementen (Musik, Lautstärke, Klickgeräusche der Maus etc.)
- Angaben zu Animationen
- Text, der angezeigt werden soll
- Dauer der Szene
- Freizeichnung (Name, Datum, Unterschrift)

Anschließend überprüft man, ob sich das Storyboard auch für andere Personas eignet, oder sich bei ihnen Hindernisse ergeben. Wenn sich keine Lösung finden lässt, die für alle Personas (gleich gut) geeignet ist, muss man zusammen mit dem Auftraggeber entscheiden, wer die höchste Priorität hat. Da das Storyboard Inhalte, Visualisierungen und Abläufe auf eine einfach verständliche Weise vereint, ist es für die Abstimmung mit dem Auftraggeber oder den künftigen Benutzern sehr gut geeignet. Es ist der „**rote Faden**“ der folgenden Entwicklung und stellt die Grundlage für die Feinkonzeption des User Interfaces im Styleguide sowie der Abläufe und Dialoge im Interaktionsdiagramm bereit. Darüber hinaus ist es i. d. R. Teil der vertraglichen Vereinbarungen und der Projektdokumentation. Abb. 7.2 zeigt ein Beispiel eines bearbeiteten Storyboard-Formulars aus der Produktion www.takingbackgolf.de.

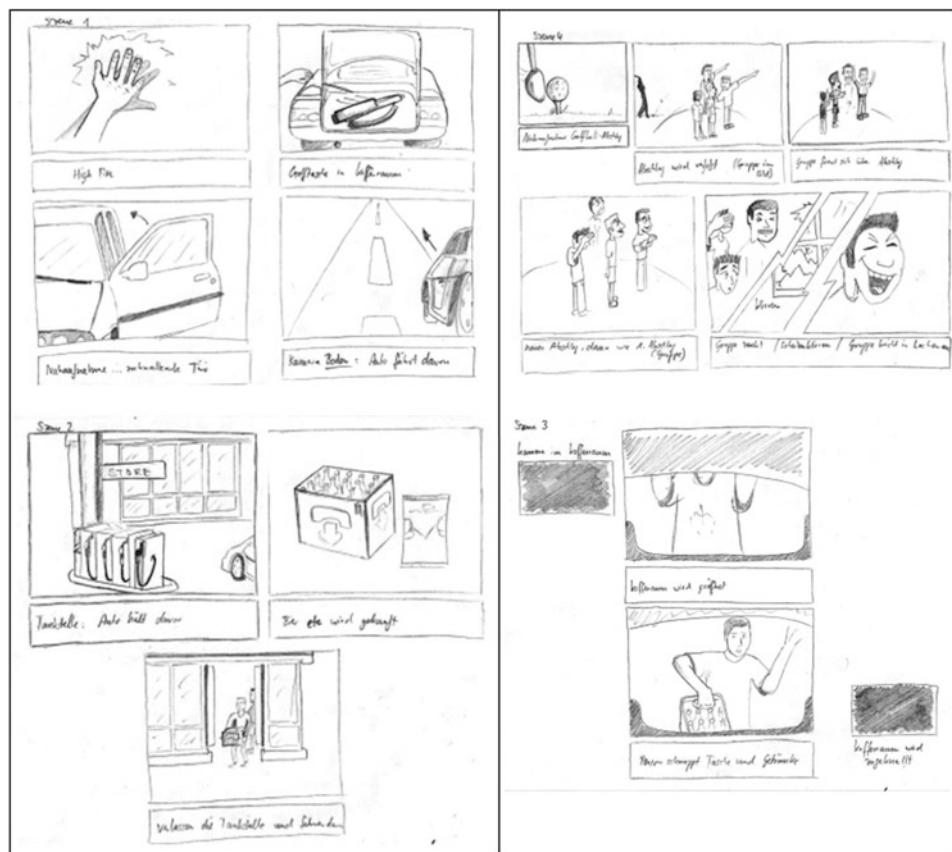


Abb. 7.1 Beispiel für Videoscribbles (Ausschnitte)

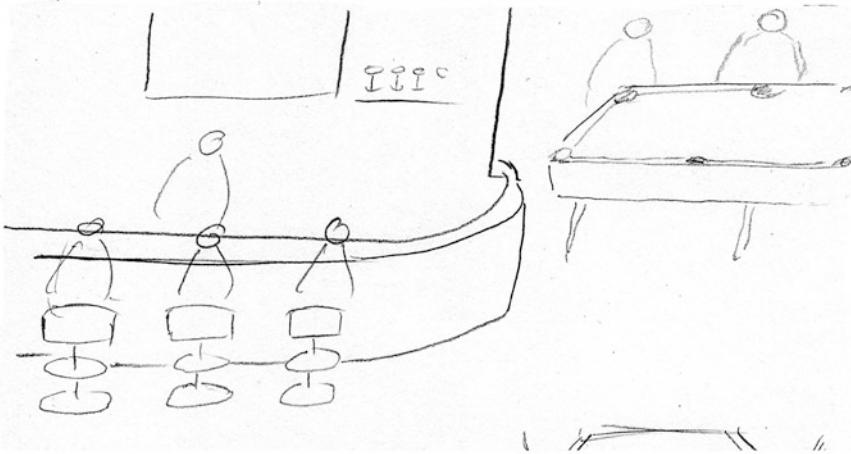
Projekt: Taking Back Golf	Autoren: TBG – Team
Datum: 22.05.07	
Screen: Modul 5 „Staff“, Screen 1/1	Screenbeschreibung: „Nach dem Spiel“: Überblick Entwicklerteam in Bar mit Golfschlägern
Links vom / zum Screen: Von der Hauptseite, Zurück zur Hauptseite, Extern zu thesmann.net	
	
Interaktivität:	
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der einzelnen Personen, dann Overlayfenster mit Vorstellung der Person (Video) • Leuchtreklame mit Verlinkung auf thesmann.net • Zurück-Button 	
Hintergrund: Bar mit allen Teammitgliedern an der Theke verteilt	
Audio: Bargeräusche; Jazzmusik; kein MP3-Player	
Video: Humorvolle Videos über die Haupttätigkeiten der Teammitglieder bei der Entwicklung	
Animation:	
<ul style="list-style-type: none"> • Hintergrund baut sich aus Segmenten zusammen • Mauszeiger über Person, Person wird zu Schattenumriss 	
Erzähler: -	
Text: -	
Dauer: unbegrenzt	

Abb. 7.2 Beispiel für eine Storyboard-Seite

Oft wird das Storyboard zunächst auf Papierformularen erstellt und Kopien an alle Projektmitglieder verteilt bzw. Scans in Präsentationssoftware wie MS PowerPoint eingebunden.

Storyboards lassen sich aber auch elektronisch erzeugen, z. B. mit Animationssoftware (siehe Kap. 8.8.5), Autorensystemen wie Adobe Director und speziellen Storyboard Tools wie Powerproduction Storyboard Quick (Abb. 7.3).

Ob man eines dieser Werkzeuge einsetzt und wenn ja welches, hängt vor allem von den Präferenzen des Designers und dem (vorgegebenen) Integrationsgrad seiner Arbeit im Produktionsprozess ab. Wichtige Eigenschaften, die bei der Auswahl eines Storyboard Tools berücksichtigt werden sollten sind:

- eine einfache Bedienung, die den kreativen Prozess nicht behindert,
- eine umfangreiche Bibliothek mit zahlreichen Szenenhintergründen, Objekten und Charakteren,
- Importmöglichkeiten für selbst erstellte Elemente,
- vielfältige Optionen zur Anpassung des Aussehens und Verhaltens der Objekte sowie
- eine weitreichende Integration in vor- und nachgelagerte Stufen des Entwicklungsprozesses (z. B. Import aus MS Word und Export nach HTML und Adobe Flash).



Abb. 7.3 Storyboard Quick

7.2 Design der Mensch-Computer-Dialoge

Aus den im Storyboard beschriebenen Navigations- und Interaktionsmöglichkeiten ergeben sich die Dialoge zwischen Mensch und Computer. Bei der Dialoggestaltung kann man sich an den Vorgaben der BITV (siehe Kap. 3.2.2) orientieren, um ein hohes Maß an Zugänglichkeit zu erreichen, und an den Grundsätzen der Dialoggestaltung (siehe Abschn. 7.2), um das Erreichen der eingangs gesetzten Ziele der Effektivität, Effizienz und Benutzerzufriedenstellung zu unterstützen. Die Standardmethode zur Beschreibung der Abläufe ist das Interaktionsdiagramm (siehe Abschn. 7.3), das zwar gewisse formale Schwächen aufweist, sich aber auf Grund seiner fast intuitiven Verständlichkeit sehr gut für die Diskussion mit Auftraggebern, Anwendern und (potentiellen) Benutzern eignet. Dies ist von großer Bedeutung, denn optimale Dialogführung heißt zuallererst „optimal an den Benutzer“ angepasste Dialogführung (Urbanek 1991, S. 101).

In Teil 110 der ISO-Norm 9241 sind die Grundsätze der **Dialoggestaltung** aufgeführt. Damit die Benutzungsschnittstellen von interaktiven Systemen leicht zu bedienen sind, sollen sie folgende Anforderungen erfüllen:

- **Aufgabenangemessenheit**

Es steht eine geeignete Funktionalität zur Erledigung der Aufgabe bereit und der Benutzer wird nicht durch unnötige Informationen oder Interaktionen abgelenkt bzw. behindert.

- **Selbstbeschreibungsfähigkeit**

Interaktionsschritte sind entweder unmittelbar verständlich oder das System bietet kontextsensitive Hilfen an, die den Dialogschritt und vom Benutzer erwartete Eingaben verständlich machen.

- **Erwartungskonformität**

Das Gestaltungsprinzip für Dialoge berücksichtigt Erwartungen der Benutzer, die aus ihren Erfahrungen im Arbeitsgebiet und dem Umgang mit interaktiven Systemen resultieren. Alle Dialoge in der Anwendung sind einheitlich nach diesem Prinzip aufgebaut (konsistent).

- **Lernförderlichkeit**

Insbesondere die oben beschriebene Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität und Fehlertoleranz sind wesentliche Voraussetzungen für die Lernförderlichkeit. Darüber hinaus kann das System den Benutzer auf Wunsch anleiten und ihn Schritt für Schritt von einfachen zu komplexen Operationen führen (Learning-by-doing). Eine kontextsensitive Hilfe unterstützt den Anwender unaufgefordert bei Problemen.

- **Steuerbarkeit**

Der Benutzer kann den Dialogablauf an seine Bedürfnisse (etwa den Arbeitsablauf) anpassen. Insbesondere kann er die Interaktion starten, stoppen und ihren Ablauf in Richtung und Geschwindigkeit beeinflussen, ohne dass dadurch für ihn ein Mehraufwand entsteht.

- **Fehlertoleranz**

Eine intelligente Dialoggestaltung hilft beim Vermeiden von Fehlern. Fehlerhafte Eingaben können automatisch vom System oder mit geringem Aufwand seitens des Benutzers korrigiert werden.

- **Individualisierbarkeit**

Die Anwendung lässt sich an den Benutzer (z. B. die gewünschte Sprache, das Wahrnehmungs-, Reaktions- und Steuerungsvermögen des Benutzers, seinen individuellen Erfahrungsstand) sowie den Arbeitsablauf anpassen.

Im Folgenden werden diese Anforderungen vorgestellt und anhand gelungener Lösungsbeispiele auf der Website GoWebTop (www.gowebtop.com) erläutert.

7.2.1 Aufgabenangemessenheit

„Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe zu erledigen, d. h., wenn Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgabe basieren, anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie“ (ISO 9241–110:2006).

Die wichtigste Forderung ist also, dass die Website den Benutzer darin unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu erledigen, d. h. alle dafür erforderlichen Funktionen und Informationen bereitstellt, ohne ihn mit systemimmanenten Arbeitsschritten oder Informationen zu belasten. Dabei gelten solche Arbeitsschritte als systemimmanent, die sich aus der Funktionalität des Systems, nicht aber aus der zu erledigenden Aufgabe ergeben. Die Anwendung sollte diese selbstständig erledigen. Wenn es sich bei der Dialoggestaltung bspw. nicht umgehen lässt, dass die gleichen Daten in mehreren Formularen einzutragen sind, sollte das Programm die entsprechenden Felder der weiteren Masken automatisch mit diesen Informationen vorbelegen.

Abb. 7.4 zeigt, wie alle erforderlichen Funktionen und Informationen für eine Aufgabe, in diesem Fall die Rechtschreibprüfung einer E-Mail, bereitgestellt werden, ohne den Benutzer mit systemimmanenten Arbeitsschritten oder Informationen zu belasten.

In dieser Weboberfläche sind ausschließlich die für diese Aufgabe benötigten Funktionen in einer Werkzeugeiste vorhanden. Sie decken alle Teilaufgaben (Überprüfen, Ersetzungsvorschlag, Ersetzen, Ignorieren, nächster/vorheriger Fund und Erledigt) ab. Die Anwendung lenkt die Konzentration des Benutzers durch den Prozess der Rechtschreibprüfung, indem sie das jeweils zu überprüfende Wort in der Farbe Blau deutlich hervorhebt und die momentan irrelevanten Textteile durch die graue Farbe in den Hintergrund treten.

Zu einer der Aufgabe angemessenen Lösung gehört auch, dass die Komplexität der Anwendung den Benutzer nicht überfordert und der Bildschirm ggf. in mehrere Fenster bzw. die Dialoge in eine logische Abfolge mehrerer Schritte zerlegt ist. Die Reihenfolge der Bildschirmformulare und deren Aufbau entsprechen dabei dem Aufgabenablauf. Beispielsweise öffnet in einem E-Mail-Programm die Auswahl der Funktion „Neue Nach-

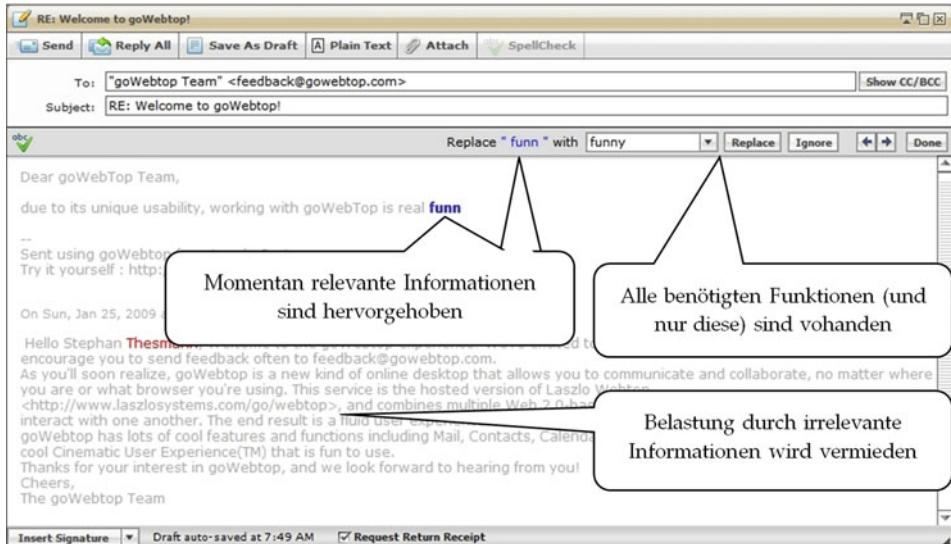


Abb. 7.4 Aufgabenangemessenheit am Beispiel der Korrektur von E-Mails

richt verfassen“ ein weiteres Formular, in dem die Eingabefelder für Empfänger, Kopie, Betreff und die eigentliche Nachricht angeordnet sind.

Das Verwenden von dem Benutzer vertrauten Begriffen und Metaphern unterstützt durch Selbstbeschreibungsfähigkeit und Lernförderlichkeit ein effizientes Arbeiten. So ist das Symbol eines Papierkorbs eine gängige Metapher, die jeder sofort versteht. Es ist für Benutzer klar, dass sie nicht mehr benötigte Informationen zum Löschen in den Papierkorb schieben können (Abb. 7.5).

Die Möglichkeit der Mehrfachauswahl von Objekten mit Hilfe der Steuerungstaste gestattet es, eine (Lösche-) Operation auf mehrere Objekte gleichzeitig anzuwenden und die evtl. mehrmalige Wiederholung desselben Vorgangs zu vermeiden.

Systeminterne Vorgänge werden dabei vom Benutzer ferngehalten. Als Bestätigung genügt es, den leeren Posteingangskorb anzuzeigen. Das Löschen von Informationen reduziert sich so auf eine dem Benutzer bekannte Aufgabenstellung, zu der er nur die dafür momentan notwendigen Informationen erhält. Zusätzliche Dialoge zeigt die Applikation erst dann an, wenn sie unumgänglich sind (bspw. wenn das Löschen nicht möglich wäre, da eine zu verschiebende E-Mail gerade geöffnet ist).

Routineaufgaben, wie etwa das Filtern eingehender Nachrichten, sollte das System automatisch erledigen oder aber den Benutzer bei der Definition wiederkehrender Sequenzen von Arbeitsschritten durch die Möglichkeit zum Aufzeichnen von Makros (z. B. Filterregeln) unterstützen.

Die kognitive Last des Benutzers sinkt weiter, wenn die Applikation Vorlagen anbietet und Standardeinträge (also wiederkehrende Einträge wie bspw. eine automatische Signatur

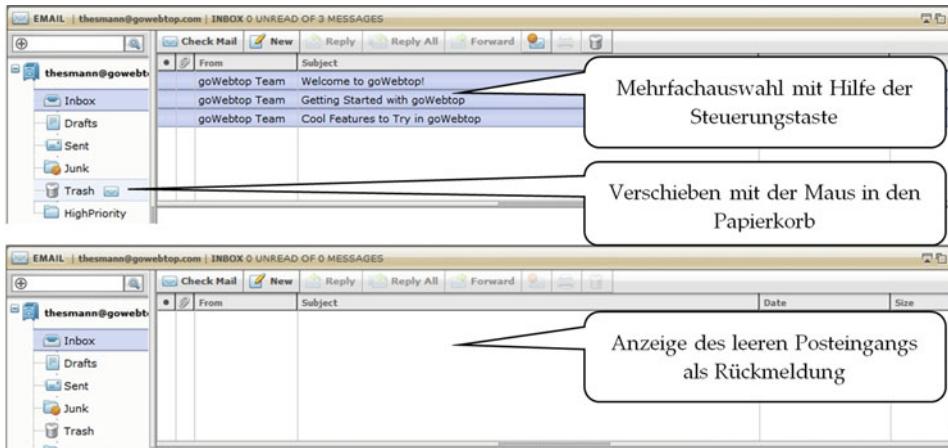


Abb. 7.5 Aufgabenangemessenheit am Beispiel Löschen von E-Mails

am Ende einer E-Mail) selbsttätig vornimmt. Dadurch ist es leichter, sich auf wichtige Elemente zu konzentrieren.

7.2.2 Selbstbeschreibungsfähigkeit

„Ein Dialog ist in dem Maße selbstbeschreibungsfähig, in dem für Benutzer zu jeder Zeit offensichtlich ist, in welchem Dialog, an welcher Stelle im Dialog sie sich befinden, welche Handlungen unternommen werden können und wie diese ausgeführt werden können.“ (ISO 9241–110:2006).

Jeder Dialog, einzelne Dialogschritte und darin mögliche Optionen sind also idealerweise durch die Gestaltung der Oberfläche und Rückmeldungen des Dialogsystems von alleine erkennbar und verständlich. Darüber hinaus können Benutzer bei Bedarf zusätzliche Erläuterungen anfordern.

Eine Möglichkeit, dem Benutzer deutlich zu machen, in welchem Dialog an welcher Stelle er sich befindet und welche Handlungen dort möglich sind, war bereits in Abb. 7.4 zu sehen: Auf der linken Seite der Werkzeugeiste identifiziert ein Symbol den Dialog als Rechtschreibkontrolle, und auf der rechten Seite werden die Handlungsalternativen angeboten. Eine auffällige blaue Darstellung des gerade zu überprüfenden Wortes im Text zeigt die Position im Dialog an, und die noch folgenden Prozessschritte sind anhand von rot angezeigten Wörtern zu erkennen.

Selbstbeschreibend bedeutet also, dass der Benutzer ohne vorheriges Ausprobieren intuitiv die richtige Wahl trifft. Dazu nutzt man bei der Dialogführung bereits vorhandenes Wissen des Benutzers, etwa dass HTML-Webs Seiten klickbare Schaltflächen enthalten, deren Auswahl bestimmte Aktionen auslösen. Beschriftet man Schaltflächen mit Wörtern wie „Warenkorb“ oder „Jetzt Registrieren“ bzw. dem Benutzer vertrauten Symbolen für

diese Begriffe, so wird beim Anklicken eine ganz bestimmte Aktion erwartet. Die Schaltfläche ist somit selbstbeschreibend.

Abb. 7.6 zeigt eine selbstbeschreibende Schaltfläche zum Antworten auf E-Mails. Eine kurze Information über die Funktion, welche erscheint, sobald der Benutzer mit der Maus auf die Funktion deutet (Tooltip), unterstützt dabei die Selbstbeschreibungsfähigkeit. Wie bei allen Texten sollten die Ausdrücke aus der Sprache des Benutzers und der jeweiligen Domain gewählt sein. Die Erläuterungen sollten aufgabenbezogen formuliert sein und systemtechnische Begriffe vermeiden. Sie sollten kurz, aber auch eindeutig formuliert sein; da die Bedeutung von Abkürzungen nicht immer allen Benutzern klar ist, sollte man sie nur mit Bedacht einsetzen.

Sofern Eingabefelder in Formularen nicht durch vorherige Benutzereingaben oder vom System generierte Daten sinnvoll vorbelegt werden können, sollten Sie dem Benutzer eindeutig mitteilen, welche Informationen er dort auf welche Weise eintragen kann und ihn bei der Eingabe (z. B. durch automatische Vorschläge für die Vervollständigung (Auto-complete)) unterstützen (Abb. 7.7).

Die Position in Eingabeformularen, insbesondere in längeren, sollte so deutlich wie möglich dargestellt sein. Neben der automatischen Platzierung des Cursors in dem nächsten auszufüllenden Feld kommt z. B. eine farbliche Markierung oder eine dezente Form der Umrandung in Frage (Abb. 7.8 oben), die noch Raum für eine Escalation lässt, sollte der Benutzer Pflichtfelder ohne Eingabe absenden (Abb. 7.8 unten).



Abb. 7.6 Selbstbeschreibungsfähigkeit am Beispiel Antworten auf E-Mails

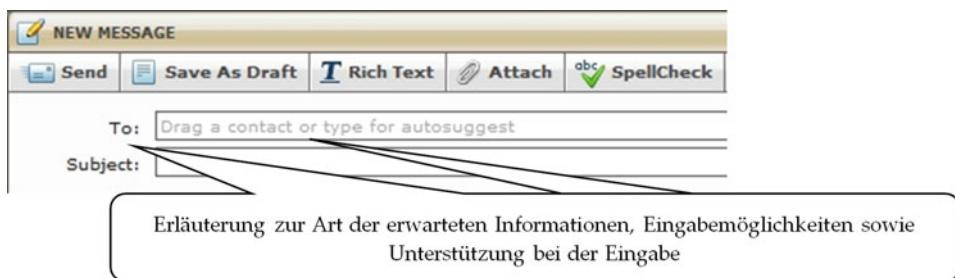


Abb. 7.7 Selbstbeschreibungsfähigkeit am Beispiel Eintragen einer E-Mail-Adresse

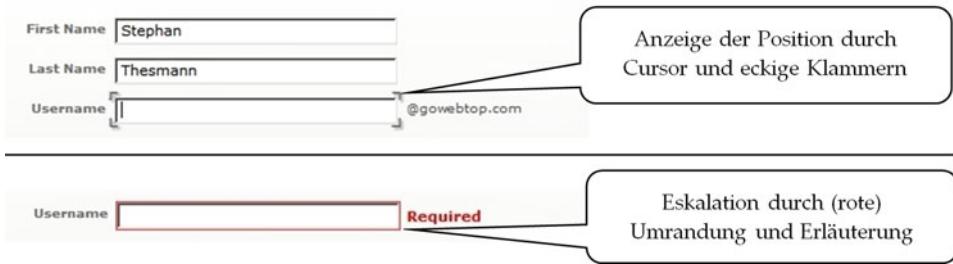


Abb. 7.8 Selbstbeschreibungsfähigkeit am Beispiel eines Registrierungsformulars

Sollte Benutzern die Selbstbeschreibungsfähigkeit der Anwendungsoberfläche nicht ausreichen, so kann ein Hilfesystem Auskunft über die generellen Einsatzmöglichkeiten und den Leistungsumfang des Systems sowie (kontextsensitiv) Erläuterungen zu einem ausgewählten Dialog bzw. Dialogschritt geben.

Auch erwartungskonform aufgebaute Meldungen tragen mit der ihnen innewohnenden Logik zur Selbsterklärungsfähigkeit bei. Ohne weitere Erläuterungen erkennen Benutzer bspw., dass eine Meldung mit einem Symbol in Form eines Rufzeichens in einem Dreieck oder ein roter Text einen wichtigen Hinweis enthalten, während ein Icon mit einem „i“ auf blauem Kreis auf ein Hinweisfenster hindeutet, welches nur der Information dient (siehe Abschn. 7.4.13).

7.2.3 Erwartungskonformität

Definition aus der Norm (ISO 9241–110:2006):

„Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht.“

Das Verhalten und die Darstellung von Dialogen müssen also mit den Erwartungen des Benutzers in einer bestimmten Nutzungssituation übereinstimmen und innerhalb der Applikation gleichartig (konsistent) sein.

Die Benutzererwartungen resultieren aus dessen Erfahrungen in einem bestimmten Nutzungszusammenhang. Zum Beispiel erwartet ein Benutzer in einem Online-Shop eine gewisse Funktionalität und Warengruppierung, die dem entspricht, was er entweder in einem echten Ladengeschäft oder in einem anderen Online-Shop bereits gesehen hat.

Dialoge sollten sich die existierenden Schemata so weit wie möglich zu Nutzen machen. Typische Einflussfaktoren auf die Erwartungshaltung sind die Ausbildung (etwa fachliche Bezeichnungen), das Arbeitsgebiet (etwa Prozessabläufe) und bisherige Erfahrungen im Umgang mit den Systemkomponenten (etwa Bedienung von Betriebssystemfunktionen) oder ähnlichen Anwendungen (etwa Vorläufer- oder Wettbewerbsprodukte).

Insbesondere sollte immer das fachliche Vokabular und nicht systemtechnische Bezeichnungen verwendet werden (bspw. „Kundennummer“ statt „Primärschlüssel Kunde“) und die Reihenfolge der Dialogschritte dem typischen Arbeitsablauf entsprechen bzw. sich so weit wie möglich vom Benutzer an seine Erwartung anpassen lassen.

Auch erwarten die Benutzer, dass sich die Erscheinung und das Verhalten der Dialogelemente an bereits Bekanntes, etwa aus untergeordneten Softwareschichten (z. B. Betriebssystem), bzw. allgemeine Konventionen anlehnt („externe Konsistenz“). So sehen bspw. die Symbole für die Dateidialoge, Drucken und Hilfe in allen Anwendungen nahezu identisch aus, Systemmeldungen erscheinen immer an der gleichen Stelle (in der Mitte des Bildschirms), die Schaltflächen darauf sind in einer bestimmten Reihenfolge angeordnet (Ja, Nein, Abbrechen), und der Inhalt von Browserfenstern wird bei allen Internetapplikationen durch das Drücken der gleichen Taste aktualisiert („F5“).

Wenn allerdings die Erwartung durch eine längerfristige Verwendung von Software mit ergonomischen Fehlern geprägt ist, kann der Grundsatz der Erwartungskonformität zu den anderen Gestaltungsgrundsätzen im Widerspruch stehen (Heinecke 2004, S.172) und ist dann nachrangig.

Dadurch, dass Erscheinung und Verhalten innerhalb der Anwendung oder sogar einer ganzen Familie von Anwendungen den gleichen Grundsätzen folgen („interne Konsistenz“), lässt sich eine Erwartungshaltung formen und erfüllen. Auch Zuordnungen von Tastenkombinationen zu Aktionen (Shortcuts) sollten logisch und konsistent getroffen werden, z. B. die Kombination aus Steuerungstaste und „S“ („Save“), um etwas zu sichern (siehe Abschn. 7.4.12.9).

Abb. 7.9 zeigt erwartungskonform gestaltete Symbole in einer webbasierten E-Mail-Anwendung.

Bei einem Klick auf eine Schaltfläche erwartet der Benutzer, dass eine Aktion ausgelöst wird, die in ein bestimmtes, auf der Schaltfläche zu erkennendes Ereignis mündet, bspw. in Abb. 7.10 bei einem Klick auf die Schaltfläche „New“, dass sich ein typisch aufgebautes Bildschirmformular für das Verfassen neuer E-Mails öffnet.

Manchmal ist es absehbar, dass zwischen dem Auslösen einer Aktion und dem Eintreten des intendierten Ereignisses eine längere Zeit vergehen wird (z. B. beim Herunterladen von Dateien oder umfangreichen Recherchen im Datenbestand). In diesem Fall sollte das System eine Meldung mit der angestoßenen Aktion, der geschätzten Gesamtdauer, dem aktuellen Bearbeitungsstand sowie der geschätzten Restdauer generieren, sodass der Benutzer seine Aufmerksamkeit zwischenzeitlich einer anderen Aufgabe zuwenden kann.

Falls die Anwendung absehen kann, dass das angestrebte Ereignis nicht oder nicht innerhalb der vom Benutzer erwarteten üblichen Zeitspanne eintreten wird, sollte das Dia-



Abb. 7.9 Erwartungskonformität am Beispiel der Bedeutung von Symbolen

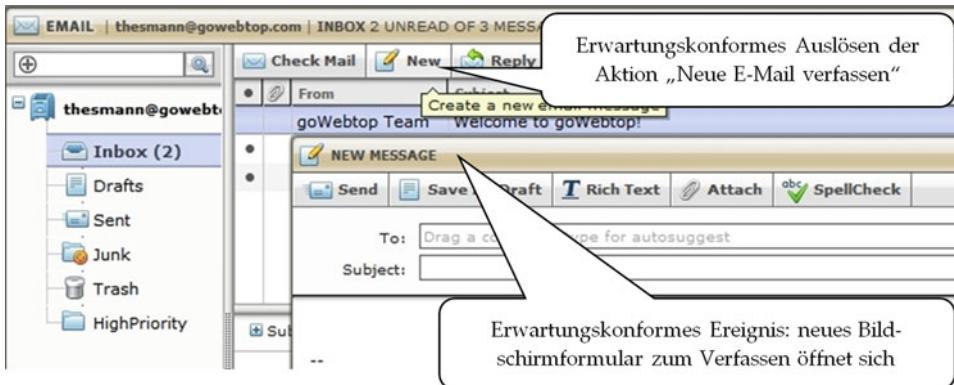


Abb. 7.10 Erwartungskonformität am Beispiel Verfassen neuer E-Mails

logsystem den Benutzer informieren, aus welchem Grund das Ereignis nicht bzw. verzögert eintritt und ggf. Handlungsalternativen anbieten. Andernfalls würde der Benutzer sich fragen, ob er die Anwendung falsch bedient hat oder ob sie fehlerhaft ist.

7.2.4 Lernförderlichkeit

„Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen der Nutzung des interaktiven Systems unterstützt und anleitet.“

Lernförderlich ist eine Anwendung, wenn sie durch Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität, Fehlertoleranz und (kontextsensitive) Hilfefunktionen zum Ausprobieren („Learning-by-doing“) ermutigt sowie einen geführten Überblick zum gesamten Leistungsumfang (Guided Tour) und modularisierte Lerneinheiten mit Anwendungsbeispielen (Tutorials) anbietet.

Bspw. sollten zentrale Funktionen einer Webanwendung stets an prominenter Stelle vorhanden sein, damit der Benutzer deren Existenz und Position automatisch verinnerlicht. Als sehr effektiv beim Erlernen der Bedeutung von Metaphern haben sich Tooltips erwiesen. Welche Aktion der Benutzer im aktuellen Kontext wählen kann, muss intuitiv erfassbar sein, z.B. durch „Ausgrauen“ nicht verfügbarer Optionen (Abb. 7.11).

Die ausgelösten Aktionen sollten für vergleichbare Operationen oder Objekte ähnlich ablaufen. Eine Vorschau über den gesamten Prozess und Rückmeldungen zu den einzelnen Prozessschritten können dem Benutzer dabei helfen, ein Verständnis vom Ablauf der Funktion zu gewinnen (z.B. Anfrage wird übermittelt, Anfrage wird analysiert, Datenbestand wird durchsucht, Ergebnis wird zusammengestellt, Antwort wird übermittelt).

Komplexere Dialoge kann man in Teilschritte zerlegen, um die Komplexität zu reduzieren, und zu jedem Schritt Hilfetexte anzeigen. Zusätzlich können Assistenzprogramme (Wizards) unerfahrene Benutzer unterstützen. Wizards helfen nicht nur, zum Ziel zu kommen,



Abb. 7.11 Lernförderlichkeit am Beispiel der Verfügbarkeit zentraler Funktionen

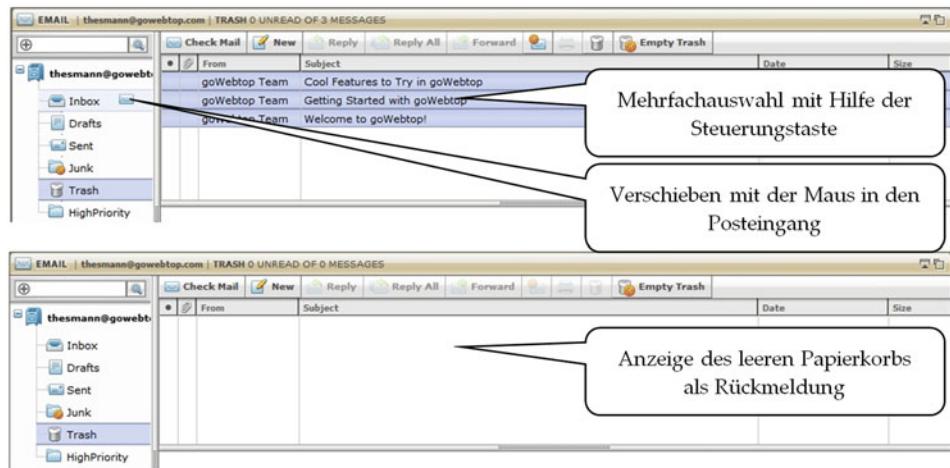


Abb. 7.12 Lernförderlichkeit am Beispiel Wiederherstellen von E-Mails

sondern lehren dem Benutzer durch ihr Vorbild, welche Schritte erforderlich sind, um eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen.

Kontextsensitive Hilfsmeldungen, die entweder vom Benutzer angefordert oder vom System automatisch nach einer bestimmten Zeitspanne bereitgestellt werden, sollten am besten auch mit den entsprechenden Tutorials verlinkt sein. Auf diese Weise bekommt der Benutzer nicht nur eine Hilfestellung zur Problemlösung („Was muss ich hier machen?“), sondern auch die Möglichkeit, ein Verständnis des zugrunde liegenden Konzepts zu erwerben („Warum muss ich das machen?“).

Auch kann die Applikation von sich aus, z. B. auf der Startseite, auf neue oder selten genutzte Funktionen aufmerksam machen und ein entsprechendes Tutorial anbieten.

Für die Lernförderlichkeit von sehr großer Bedeutung ist ebenfalls, ob das System die Benutzer zum Ausprobieren ermuntert oder ob Bedienfehler Katastrophen auslösen können. Beispiele sind die im übernächsten Kapitel geschilderten Prüfungen von eingegebenen Daten und ausgewählten Aktionen auf etwaige Konsequenzen vor deren Ausführung und die Implementierung nicht zerstörerischer Funktionen.

Nicht zerstörerische Funktionen lassen die Rücknahme einer oder mehrerer Aktionen zu und erlauben es dadurch bspw., Probebuchungen zu machen, welche die Originaldaten (zunächst) unangetastet lassen, oder in den Papierkorb geschobene E-Mails wiederherzustellen (Abb. 7.12).

7.2.5 Steuerbarkeit

Definition aus der Norm (ISO 9241–110:2006):

„Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.“

Für Anwendungen mit grafischer Oberfläche bedeutet dies zunächst, dass Benutzer unterschiedliche Programme und verschiedene Fenster innerhalb einer Applikation aktivieren und zwischen ihnen wechseln können. Idealerweise unterstützt eine Anwendung auch den Austausch von Daten, zumindest zwischen den zu ihr gehörenden Fenstern. Abb. 7.13 zeigt ein Beispiel, in welchem E-Mail-Adressen aus der Kontaktliste und Termindaten aus dem Terminkalender per Drag & Drop in ein Adressfeld bzw. den Anhang einer E-Mail übernommen werden.

Zur Kontrolle des Benutzers gehört auch, dass er Abfolge und Tempo der Dialogschritte so weit wie realisierbar selbst bestimmen kann. In Abb. 7.13 ist es ihm etwa völlig freigestellt, in welcher Reihenfolge und Geschwindigkeit er beim Verfassen einer neuen Nachricht die einzelnen Felder des Bildschirmformulars ausfüllt.

Idealerweise lassen sich Aktionen auf mehrere Arten anstoßen, um dem Benutzer die Steuerung der Applikation entsprechend seines individuellen mentalen Modells zu erlauben. So lassen sich bspw. neue Einträge in einer Kontaktliste auf unterschiedlichen Wegen anlegen (Abb. 7.14).

Steuerbarkeit bedeutet auch, es Benutzern leicht zu machen, Eingaben zu korrigieren. Jeder Leser, der schon einmal online Überweisungen getätigt oder eine elektronische Grußkarte verschickt hat, kennt deren Vorschaufunktionen, die es gestatten, Eingaben zu überprüfen und ggf. vor der Ausführung zu korrigieren. Dies ist bei allen Funktionen erforderlich, die nicht widerrufen werden können; in allen anderen Fällen ist eine komfortable Möglichkeit zum Editieren sinnvoller. Wird etwa im Beispiel von Abb. 7.14 ein Kontakt direkt aus einer E-Mail per Drag & Drop in die Kontaktliste aufgenommen, so ist der Name im folgenden Dialog bereits ausgewählt und lässt sich sofort überarbeiten.

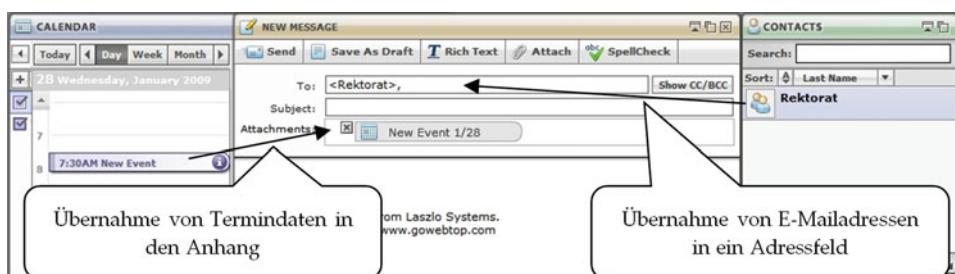


Abb. 7.13 Steuerbarkeit am Beispiel der Fenstertechnik

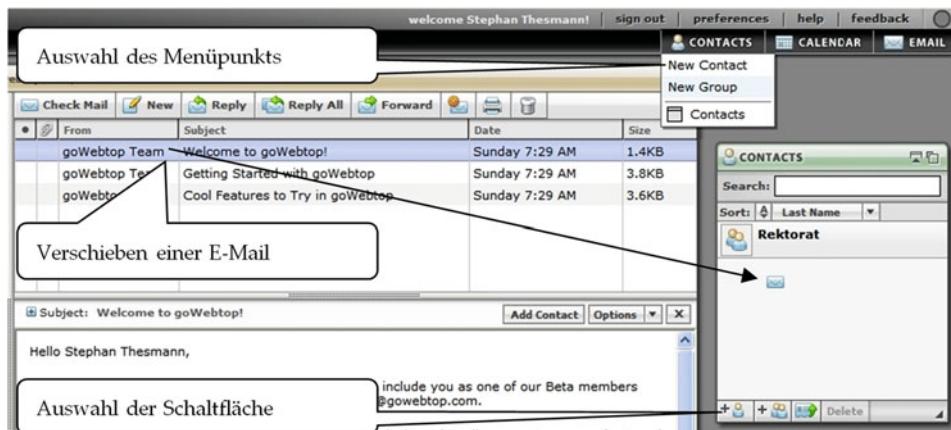


Abb. 7.14 Steuerbarkeit am Beispiel Anlegen eines Kontaktes

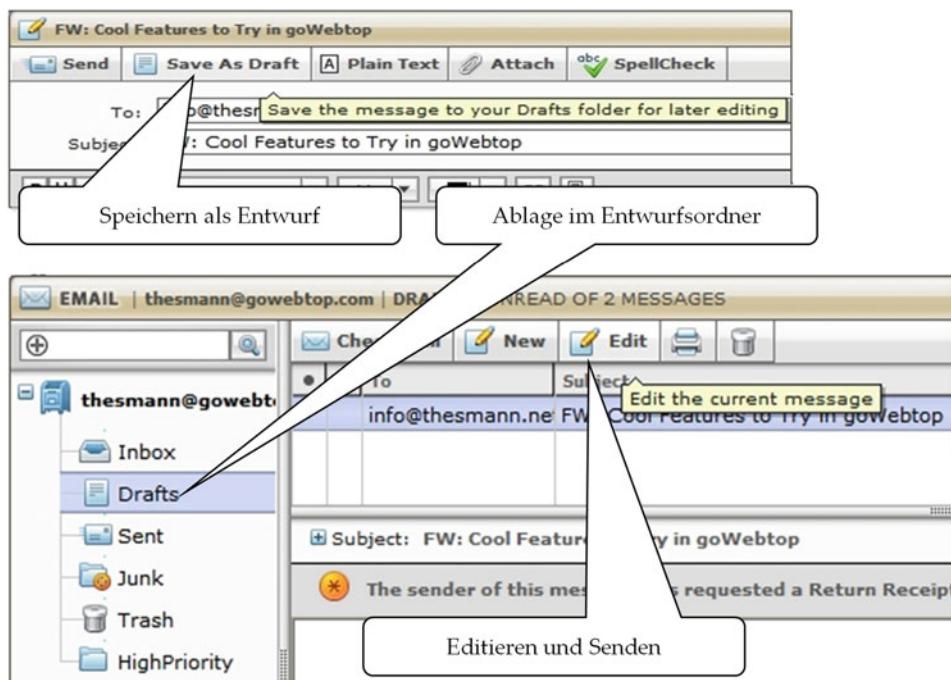


Abb. 7.15 Steuerbarkeit am Beispiel der Unterbrechung und Wiederaufnahme

Da sich die Anwendung nach dem Arbeitsablauf des Benutzers richten soll und nicht umgekehrt, sollten sich Vorgänge möglichst jederzeit unterbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt im gleichen Bearbeitungsstand wieder aufnehmen lassen (Abb. 7.15).

Weitere Aspekte sind die Optionen, ggf. mehrere Dialogschritte zusammenfassen (siehe Abb. 7.5), wiederholen oder zurücknehmen zu können. Bei Schritten, deren Auswirkungen sich nicht rückgängig machen lassen, muss der Benutzer vor der Ausführung auf die Konsequenzen der Aktion hingewiesen und seine explizite Zustimmung eingeholt werden.

7.2.6 Fehlertoleranz

„Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.“

Das Fehlermanagement umfasst aus Dialogsicht das Vermeiden, Erkennen, Melden und Korrigieren von Fehlern. Deshalb sollte der **Fehlervermeidung** eine hohe Priorität eingeräumt werden. Diese schließt Systemfehler und Benutzerfehler ein. Funktionalitäten sollte die Anwendung immer nur im Kontext anbieten (siehe Abb. 7.11) und die Auswirkungen jeglicher Benutzeraktion sollten vor ihrer Ausführung simuliert werden, um vorhersehbare Systemfehler oder irreversible Konsequenzen erkennen zu können. Bildschirmformulare sollten sich bspw. nur öffnen oder Downloads starten, wenn genügend freie Kapazität auf dem Speichermedium vorhanden ist, um die Daten anschließend auch speichern zu können.

Benutzeraktionen sollten sich so weit wie möglich rückgängig machen lassen. Wenn sie direkt (z. B. Löschen von Daten (Abb. 7.16 links)) oder indirekt (z. B. Verlassen des Formulars ohne Änderungen gesichert zu haben (Abb. 7.16 rechts)) destruktive Auswirkungen auf Daten haben, sollte der Benutzer vor der Ausführung gewarnt und sein Einverständnis eingeholt werden.

Neben einer selbsterklärungsfähigen Anwendungsoberfläche tragen insbesondere Eingabehilfen dazu bei, fehlerhafte Einträge in Bildschirmformularen zu vermeiden. Dies geschieht etwa durch automatische Datenübernahme (z. B. per Drag & Drop), durch mithilfe regulärer Ausdrücke definierte Formatierungsvorlagen oder durch Vorschläge für die Vervollständigung (Autocomplete) von Einträgen (siehe Abb. 7.7).

Die **Fehlererkennung** sollte so früh wie möglich erfolgen. Einige Fehler lassen sich bereits im Moment der Eingabe auf Grund von Gültigkeitsregeln (z. B. Zeichenmengen,

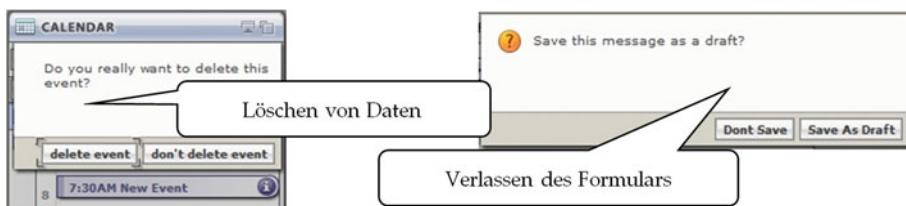


Abb. 7.16 Fehlertoleranz am Beispiel der Speicherungsanfrage bei Entwürfen

Wertebereiche etc.) erkennen. Die Applikation verweigert in diesen Fällen die Annahme des Zeichens und zeigt eine dem Benutzer verständliche Fehlermeldung an.

Manche Prüfungen lassen sich erst beim Verlassen des jeweiligen Feldes oder Absenden des jeweiligen Formulars durchführen, etwa auf Einhaltung eines Formats wie bei E-Mail-Adressen und Datumsangaben oder auf Vollständigkeit wie bei Pflichtfeldern. Die Anwendung sollte dann entweder eine (teil-) automatische Korrektur durchführen oder die Stelle deutlich markieren und dem Benutzer eine verständliche Fehlermeldung anzeigen.

Wenn Benutzereingriffe zur Fehlerbehebung erforderlich sind, sollte es, falls möglich, dem Menschen überlassen werden, wann er die Änderungen vornimmt, d.h. die Fehler werden gekennzeichnet und erläutert, können aber vom Benutzer vor dem Verlassen des Bildschirmformulars in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden (Abb. 7.17). Ist es zwingend notwendig, Fehler sofort im Anschluss an eine Benutzeraktion zu beheben, so sollte auch die Eingabemarke im jeweiligen Feld stehen.

Logische Fehler lassen sich grundsätzlich erst bei Verarbeitung der (Formular-) Daten entdecken. Auch bei ihnen gilt das Prinzip der vorausschauenden Prüfung. Das Kontrollieren der Pflichtfelder in jedem einzelnen Schritt eines mehrstufigen Dialogs (etwa bei einem Kauf) verhindert, dass der Benutzer Arbeitsschritte ausführt, die sich später auf Grund des Fehlers als unnütz erweisen. Werden Fehler erst bei der Verarbeitung von Formulardaten entdeckt, sollte deren Korrektur möglich sein, ohne andere Daten des Formulars erneut eintragen zu müssen (gezielte Fehlerkorrektur).

Alle **Fehlermeldungen** erscheinen sofort nach Entdeckung des Problems und zeichnen sich durch Konsistenz in Position, Struktur, Erscheinung und Verhalten aus. Fehlerhafte Felder sollten in einem Formular deutlich gekennzeichnet sein und auf verständliche Weise die Fehlerursache angeben (Abb. 7.17), und besser noch zusätzlich eine Erläuterung, durch welche Korrektur der Benutzer den Fehler beheben kann.

Eine Ausnahme bilden Meldungen bei fehlerhaften Anmeldeversuchen. Um Account-Harvesting (also das „Ernten“ von Zugängen zu fremden Benutzerkonten) zu erschweren, darf weder aus dem Meldungstext noch aus den in der URL mitgegebenen Parametern hervorgehen, ob der Benutzername oder das Passwort ungültig waren. Am besten eignet sich der einheitliche Hinweis, dass die Kombination von Benutzername und Passwort nicht bekannt ist.

The screenshot shows a registration form with the following fields and their validation errors:

- Username:** Required
- Password:** Must be 6-12 characters long
- Confirm Password:** Must match password.
- Country:** Required

Below the form are two checkboxes with conditions:

- I am over the age of 13 Must accept condition.
- I have read and accept the [terms of service](#) Must accept condition.

A callout bubble points to the 'Country' error message with the text: "Differenzierte und aussagekräftige Meldungen".

Abb. 7.17 Fehlertoleranz am Beispiel differenzierter Fehlermeldungen

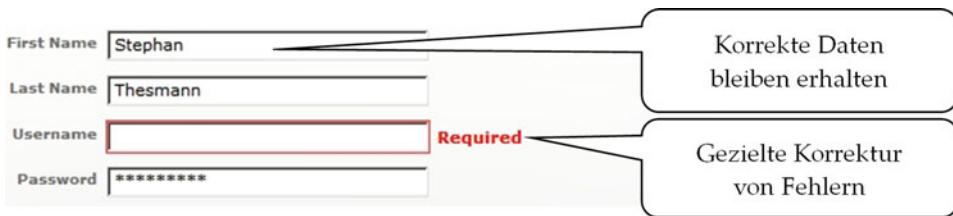


Abb. 7.18 Fehlertoleranz am Beispiel gezielter Fehlerkorrektur

Ansonsten erklären die Meldungen nicht nur die Ursache und Behebungsmöglichkeiten differenziert, sondern bieten auch Optionen für die **Fehlerkorrektur** an (siehe Abb. 7.4) oder übernehmen das Korrigieren sogar selbstständig. Die automatische Korrektur sollte dem Benutzer auf Wunsch erklärt werden und muss sich rückgängig machen bzw. komplett deaktivieren lassen, da u. U. gewollte und mögliche Eingaben fälschlicherweise als Fehler (False Positive) klassifiziert werden könnten.

Das Beheben von Fehlern durch den Benutzer geschieht durch die Rücknahme einer Aktion (Undo) oder die Korrektur der Eingabe in ein Formularfeld, welche der Benutzer vornehmen können muss, ohne das gesamte Formular nochmals ausfüllen zu müssen (gezielte Korrektur, Abb. 7.18).

7.2.7 Individualisierbarkeit

„Ein Dialog ist individualisierbar, wenn Benutzer die Mensch-System-Interaktion und die Darstellung von Informationen ändern können, um diese an ihre individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen.“

Die Möglichkeit zum Anpassen an die Präferenzen des Benutzers erhöht die Zugänglichkeit der Anwendung (siehe Kap. 3) und erlaubt durch die Speicherung der Vorgaben ein effizienteres Arbeiten. Typische Einstellungen tragen der Heterogenität der Benutzer in folgenden Bereichen Rechnung:

- Zugangsgeräte und verfügbare Datenübertragungsraten (z. B. durch Anpassen von Größe und Struktur des Viewports oder Art und Qualität zu übertragender Medienobjekte)
- Körperliche Fähigkeiten (z. B. durch Ersetzen akustischer Signale mit visuellen Darstellungen und Wahl von Schriftgrößen oder Abstimmen der Maus- und Tastatursensitivität)
- Geistige Fähigkeiten (z. B. durch Einstellen der Dialoggeschwindigkeit)
- Sprache (z. B. durch Sprachwahl für Systemmeldungen, Menüs, Schaltflächen etc.)
- Vorwissen im Bereich der Anwendung (z. B. durch Einsteiger- oder Expertenmodus oder individuelles Anpassen von Menüeinträgen, Werkzeugen und des Umfangs von Erläuterungen bzw. Systemmeldungen)
- Arbeitsorganisation, Gewohnheiten und Vorlieben des Benutzer (z. B. automatisierte Prozesse bzw. Makros, Anordnung und Größe der Fenster oder Farbwahl)

Neben dem expliziten Einstellen von Präferenzen (Abb. 7.19) kann die Anwendung sich auch das Verhalten des Benutzers merken, z.B. die von ihm bevorzugte Auswahl von Bildschirmelementen sowie deren Anordnung und Größe, wobei sich die Menüleiste je nach Fenstergröße automatisch anpasst (Abb. 7.20). Beim nächsten Besuch zeigt die Website die Elemente genauso an, wie man sie zuletzt hinterlassen hatte.

Diese intuitive Form der Individualisierung (Dashboard) verwenden mittlerweile die meisten Web 2.0 Portale wie z.B. My Yahoo!.

Kritisch zu berücksichtigen ist, dass Individualisierungsoptionen mit anderen Grundsätzen in Konflikt geraten können, z.B. mit der Lernförderlichkeit, Aufgabenangemes-

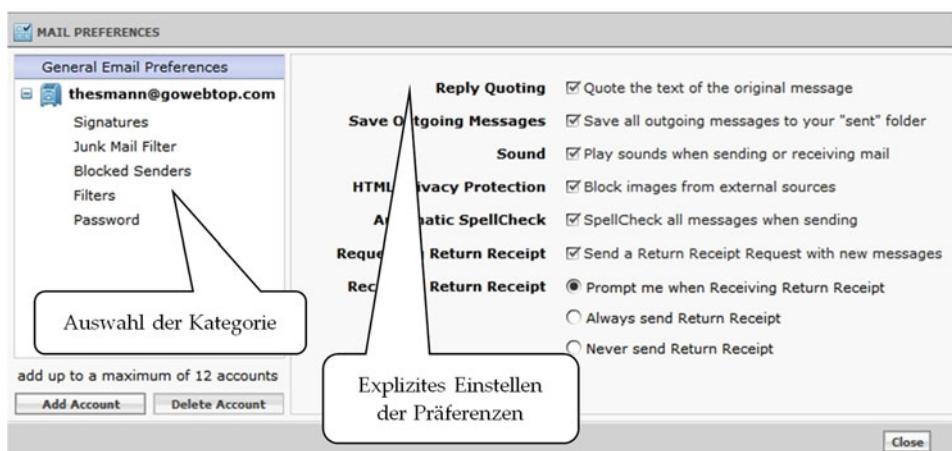


Abb. 7.19 Individualisierbarkeit am Beispiel allgemeiner E-Mail-Präferenzen

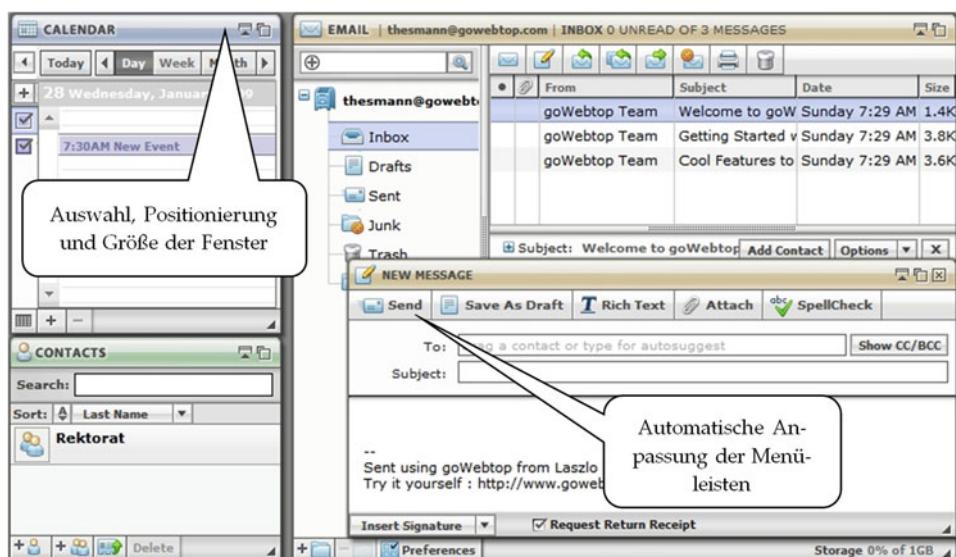


Abb. 7.20 Individualisierbarkeit am Beispiel E-Mail-Software

senheit und Steuerbarkeit. So kann ein Übermaß an Einstellmöglichkeiten den Benutzer verwirren, und das Anpassen einer Werkzeug- oder Menüleiste kann dazu führen, dass untergeordnete Funktionen verschwinden, die der Benutzer zu einem späteren Zeitpunkt benötigt und nicht mehr wiederfindet. Deshalb sollten weitgehende Individualisierungsmöglichkeiten nur in einem Expertenmodus verfügbar sein, der Benutzer auf etwaige Konsequenzen hingewiesen werden und sich alle Einstellungen einer Kategorie per Knopfdruck wieder in einen definierten Ausgangszustand (Default) zurücksetzen lassen.

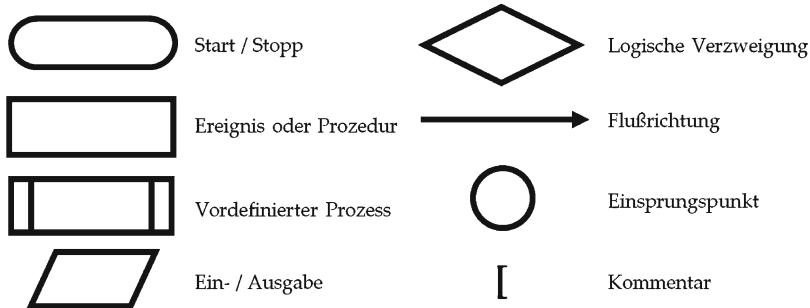
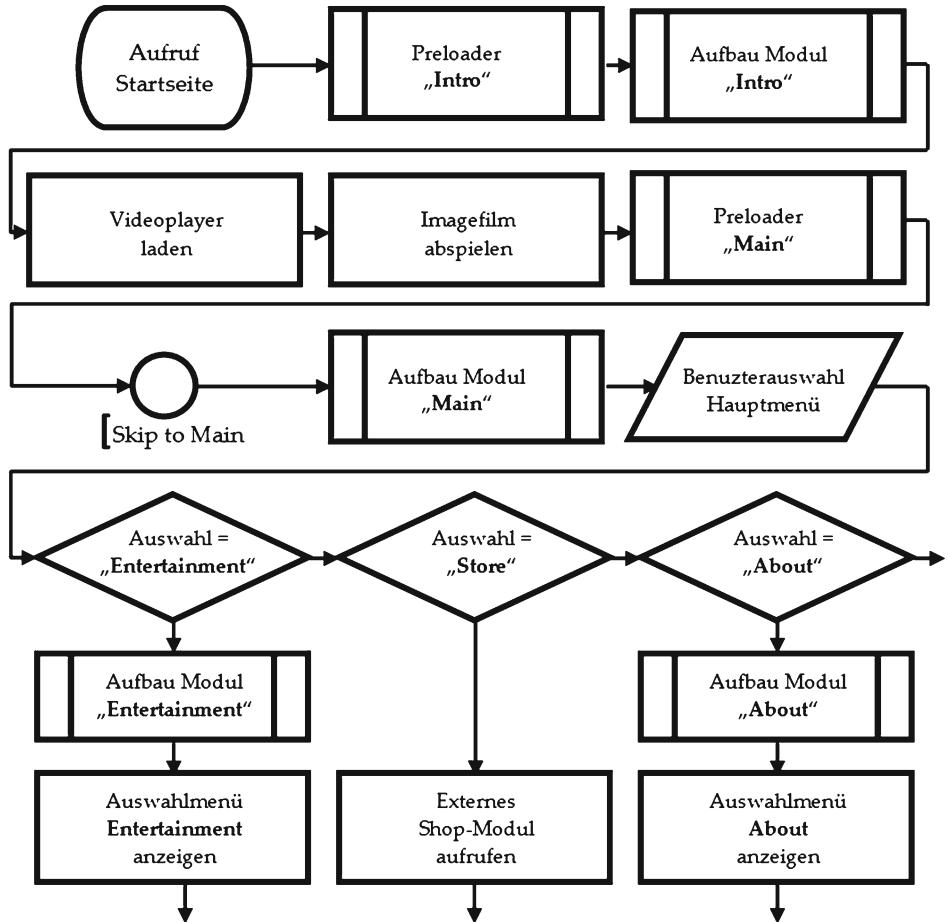
7.3 Interaktionsdiagramm

Die Standardmethode zur Beschreibung des Programmablaufs ist das Interaktionsdiagramm (Flussdiagramm, Flowchart, Programmablaufplan). Dabei fließt der Inhalt des Themenbaumes indirekt über die einzelnen Szenen aus dem Storyboard mit ihren Interaktionsmöglichkeiten ein, und die Navigationsmöglichkeiten lassen sich dem Übersichtsplan entnehmen. Natürlich kann ein Flowchart auch eingesetzt werden, um Programmabläufe transparenter zu machen, die nicht an der Oberfläche sichtbar sind. Zwar existieren formal strengere Beschreibungsmöglichkeiten, aber der Vorteil des Interaktionsdiagramms liegt in seiner einfachen Verständlichkeit, welche die Kommunikation mit dem Auftraggeber erleichtert.

Das Interaktionsdiagramm stellt mit nur wenigen Symbolen die Bedienoptionen der Benutzer und daraus resultierende logische Abläufe der Anwendung dar. Es berücksichtigt in jeder Szene deren didaktischen und psychologischen Anforderungen, um angemessene und flexible Interaktionsmöglichkeiten für die Benutzer zu definieren. So können bspw. Eingaben über die Tastatur, die Maus, über einen Touch-Screen oder auch eine Spracheingabe sinnvoll sein. Diese Aktionen wiederum können Rückmeldungen wie Kommentare und Hilfestellungen auslösen, Eingabeaufforderungen, das Abspielen von Medien (Video, Ton, Animation), einen Sprung zu einer anderen Bildschirmseite oder das Ein- bzw. Ausblenden von Bildobjekten oder Texten.

Abstrakt formuliert besteht eine Anwendung also aus einem Zusammenspiel unterschiedlichster Ereignisse und daraus resultierender Reaktionen. Die **Notation** des Interaktionsdiagramms bietet für diese elementaren Bausteine einen leicht zu erlernenden, kleinen Satz von Symbolen an (Abb. 7.21), mit denen sich Start oder Ende des Programms, Ereignisse bzw. Programmprozesse (auch vordefinierte Prozesse, wie z.B. alle Schritte, die zum Aufbauen eines Seitenhintergrundes gehören), (Benutzer-)Eingaben, einfache logische Abfragen (Ja/Nein), Zustands- oder Konnektorpunkte (die einen bestimmten Zustand definieren, auf den mit einem Sprungbefehl immer wieder zurückgegriffen werden kann) sowie Kommentarelemente (z.B. wenn der Platz in einem Symbol für eine detaillierte Ausführung nicht ausreichend ist) darstellen lassen.

Zur Entwicklung und Darstellung des Themenbaums eignen sich neben Vektorgrafikprogrammen (siehe Kap. 8.8.2.2) insbesondere Textverarbeitungs- und Flussdiagramm-Software, z.B. Dia aus dem GNOME Projekt oder MS Visio, welche die für Interaktionsdiagramme benötigten Symbole und Verbinder bereitstellen. Abb. 7.22 zeigt einen Ausschnitt aus einem Interaktionsdiagramm der Website takingbackgolf.de.

**Abb. 7.21** Symbole in Flussdiagrammen**Abb. 7.22** Beispiel eines Interaktionsdiagramms (Ausschnitt)

7.4 Design der Benutzeroberfläche (Styleguide)

Der **Styleguide** detailliert die Realisierungsvorgaben vor allem im Hinblick auf die **Struktur, Erscheinung und Verhalten der Benutzungsoberfläche**. Er dokumentiert die Kernaussage und die zu vermittelnde Stimmung der Produktion und leitet davon die anzuwendende Farbkodierung sowie Vorgaben zu Sprachstil, Typografie und Bildsprache ab. Wireframes mit Bemaßungen geben die Seitenstruktur sowie Größe und Position der einzelnen Bildschirmelemente vor (siehe Kap. 6.4.4). Anzuwendende Realisierungsprinzipien, wie etwa Barrierefreiheit oder ausschließlicher Einsatz von Open-Source-Software, runden den Styleguide ab.

Der Ausschnitt aus einem Styleguide in Abb. 7.23 gibt das geplante Aussehen und Verhalten für den Bereich »Forschung und Lehre« in der Webpräsenz www.themann.net vor.

Zunächst definiert dieser Auszug aus dem Styleguide die themenspezifische Farbe. Sie erscheint in allen Einzelseiten dieses Bereichs, bspw. als Hintergrund aller Überschriften. Dadurch weiß der Besucher intuitiv, in welchem Themenbereich er sich derzeit befindet.

Der zweite Bereich gibt den weiteren Farbeinsatz vor, z. B. für Hintergrundbereiche, Navigationsschaltflächen, Hyperlinks, Balken und das Logo. So ist der Hintergrund generell fast weiß dazustellen (mit exakten Farbwerte in Hexadezimal-Schreibweise als #F9F9F9 bzw. in Rot-Grün-Blau-Werten als 249/249/249 angegeben). Auch bei einem Schwarz-Weiß-Druck des Styleguides kann man die Farbvorgaben durch diese Darstellungsform exakt erkennen.

Anschließend ist als Hauptsschriftart Futura festgelegt. Wenn diese nicht verfügbar ist, soll das anzeigenende Gerät stattdessen Verdana bzw. Helvetica verwenden. Auch die Schriftgrößen und Schnitte (normal, fett, kursiv) sind für alle Textelemente einheitlich festgelegt. Beispielsweise erscheinen die Einträge der Service-Navigation in der Fußzeile immer in 11 Punkt bold (fett) und der Copyright-Vermerk in 11 Punkt normal. Ebenfalls sind für alle Textelemente die zu verwendenden Farben ersichtlich: Bei der Service-Navigation und dem Copyright-Vermerk ist dies z. B. hellgrau (zusätzlich als präzise Farbwerte in Hexadezimal-Schreibweise als #999999 bzw. in Rot-Grün-Blau-Werten als 153/153/153 angegeben).

Letztlich zeigt die Abb. auszugsweise die Vorgaben für das Verhalten einiger Oberflächenelemente. So sollen die fünf wechselnden Themenbilder oberhalb der Subnavigation im Intervall von 8 Sekunden erscheinen, wobei das Ausblenden jeweils 5 Sekunden dauern soll. Auf der rechten Seite ist definiert, wie sich das Aussehen der einzelnen Navigationselemente verändert, wenn sie den Fokus erhalten bzw. selektiert werden.

Orientierung bei dem Entwickeln von Gestaltungsrichtlinien für die Benutzungsoberfläche einer bestimmten Anwendung bieten die in den Kap. 2 und 3 vorgestellten Grundlagen des User Interface Designs, diejenigen Teile der bereits zitierten ISO-Normfamilie 9241, die sich mit der Informationsdarstellung, der Gebrauchstauglichkeit bei Benutzungsschnittstellen von Web-Anwendungen und der Zugänglichkeit von Software befassen, sowie das in diesem Kapitel vorgestellte medienspezifische Wissen.

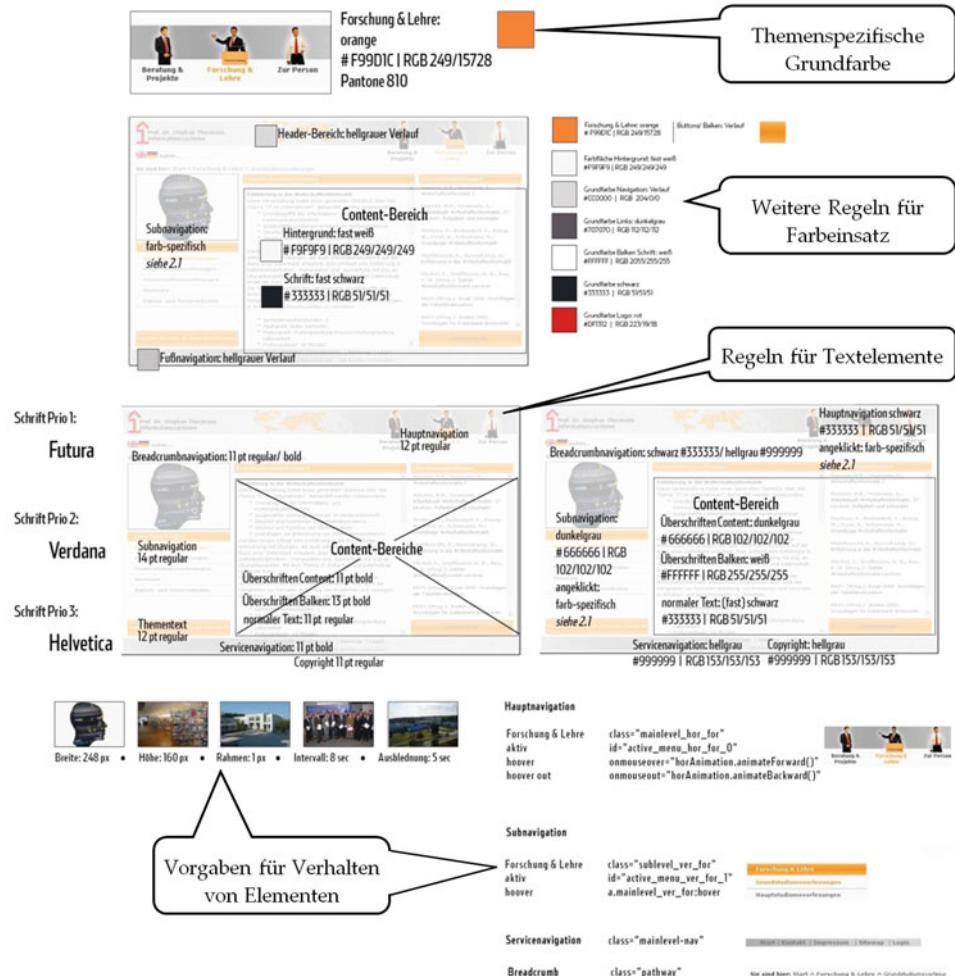


Abb. 7.23 Beispiel eines Styleguides (Ausschnitt)

Grundregeln für die **Informationsdarstellung** finden sich im **Teil 12** der ISO-Norm 9241. Auch wenn diese Richtlinie ursprünglich für die visuelle Gestaltung entworfen wurde, lassen sich ihre Prinzipien ebenso auf die akustische Gestaltung einer Webapplikation übertragen. Die Einhaltung dieser Qualitätsmerkmale soll alle Phasen der menschlichen Informationsverarbeitung unterstützen, von dem Erkennen handlungsleitender Informationen bis zu deren Interpretation.

- **Erkennbarkeit:** Die Gestaltung der Anwendung führt den Benutzer zu den jeweils benötigten Informationen, die sofort auffallen.
- **Unterscheidbarkeit:** Die einzelnen Informationen sind klar erkennbar voneinander getrennt, sodass Verwechslungen vermieden werden.

- **Lesbarkeit:** Die Information ist formal so aufbereitet, dass sie für die Zielgruppe einfach und schnell zu lesen (bzw. zu hören) ist.
- **Verständlichkeit:** Die Information ist inhaltlich so aufbereitet, dass sie für die Zielgruppe einfach und schnell erfassbar ist.
- **Klarheit:** Die Information ist eindeutig, es gibt keine semantischen Mehrdeutigkeiten oder Widersprüche.
- **Kompaktheit und Prägnanz:** Die Anwendung zeigt nur jeweils für die Aufgabenerfüllung wichtige Informationen (und Dialoge) an und nicht (momentan) Überflüssiges.
- **Konsistenz:** Die gleiche Informationsart ist erwartungskonform und durchgängig auf die gleiche Weise präsentiert.

Internetbenutzer sind hinsichtlich ihrer Eigenschaften (Wissen, Fähigkeiten, Sprache etc.), Ziele (Informationsrecherche, elektronischer Handel etc.) und Browser bzw. Benutzeragenten (z. B. MS Internet Explorer, Opera Mobile etc.) besonders heterogen. Den daraus entstehenden Problemen für die **Gebrauchstauglichkeit** bei Benutzungsschnittstellen von Web-Anwendungen tragen die Empfehlungen im **Teil 151** der ISO-Norm 9241 Rechnung. Sie konzentrieren sich auf folgende Themen:

- Grundlegende Gestaltungsentscheidungen und -strategien
- Gestaltung von Inhalten
- Navigation und Suche
- Darstellung von Inhalten

In den Leitlinien für die **Zugänglichkeit** von Software im **Teil 171** der Norm 9241 hat sich die ISO des Themas Accessibility angenommen und stellt Empfehlungen für die Gestaltung zugänglicher Software bereit. Diese ähneln stark denen der bereits vorgestellten BITV (siehe Kap. 3.2.2).

7.4.1 Farben

Die Farbwahl ist von zentraler Bedeutung im Webdesign. Sie lässt sich einsetzen, um dem Besucher die Orientierung zu erleichtern, seine Aufmerksamkeit zu steigern und zu lenken, sowie um ihn emotional zu beeinflussen und Informationen auf einem zusätzlichen Kanal zu kodieren.

Dieses Kapitel beschreibt zunächst die grundlegenden Ordnungsmöglichkeiten für Farben aus technischer und wahrnehmungsorientierter Perspektive (Abschn. 7.4.1.1). Auf welche Weise ein Individuum eine bestimmte Farbe wahnimmt, ist neben den Parametern der Farbe selbst vor allem von ihrem Zusammenspiel mit den Umgebungsfarben, der Farbwahrnehmungsfähigkeit des Individuums und technischen Aspekten des Ausgabegeräts abhängig (Abschn. 7.4.1.2). Wovon es abhängt, welche Wirkung diese wahrgenommene Farbe bzw. Farbkombination dann auf den Menschen in physiologischer, synästhetischer, psychologischer

und symbolischer Hinsicht hat, beleuchtet das Abschn. 7.4.1.3. Letztlich lassen sich Farben auch dazu nutzen, auf zweidimensionalen Medien einen Eindruck von Räumlichkeit zu erzeugen bzw. zu verstärken (siehe Abschn. 7.4.1.4).

7.4.1.1 Farbmodelle

Farbmodelle ordnen jede Farbe eines Farbsystems systematisch in einem Körper unterschiedlicher Form ein und weisen dem jeweiligen Farbort eindeutige Zahlenwerte zur Identifikation zu. Alle Farbmodelle lassen sich durch Koordinatentransformation ineinander überführen.

Technische Farbmodelle

Das **additive Farbsystem** (Abb. 7.24 links) ist die physiologische Farbmischung oder auch die Synthese durch Addition. Die Primärfarben für die additive Farbmischung sind Rot, Grün und Blau. Mischungen entstehen durch verschiedene starke Überlagerungen der Lichtquellen. So lässt sich bspw. die Farbe Gelb durch die Addition von Rot und Grün erzeugen. Das Fehlen jeglicher Farbe ergibt Schwarz und die Summe der drei Primärfarben zusammen ergibt Weiß (Lynch und Horton 1999, S. 126).

Auf Grund der Verwendung der drei Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B) wird dieses Farbsystem auch als **RGB-Farbmodell** bezeichnet. Es wird vor allem dort eingesetzt, wo technische Geräte aktiv Licht aussenden, bspw. im Farbfernseher, Monitor, Flüssigkristallbildschirm oder in der Beleuchtungstechnik (Bühler 2004, S. 64 ff.). Beim Monitor ist das RGB-Farbmodell mittels kleiner Bildpunkte in den drei Farben realisiert. Diese sind abwechselnd so eng nebeneinander angebracht, dass für den Menschen nur noch die Farbmischung erkennbar ist. Aufgrund verschiedener Monitorbeschichtungen kann es vorkommen, dass eine Farbe nicht in der gleichen Wellenlänge und somit auf heterogenen Systemen unterschiedlich dargestellt wird. Dies lässt sich durch die Gamma-Korrektur angeleichen (Gallenbacher 2000, S. 580 ff.).

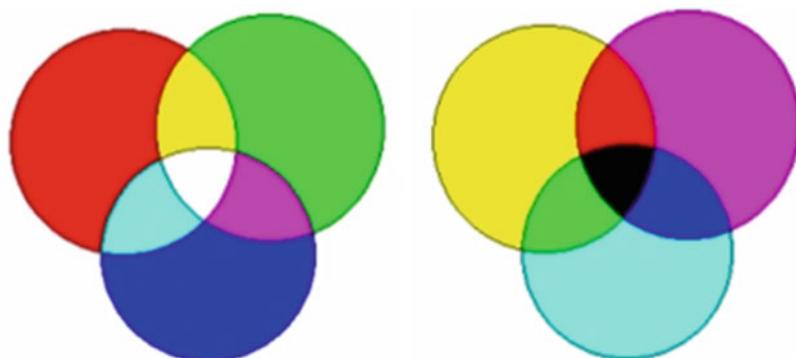


Abb. 7.24 Additives (links) und subtraktives (rechts) Farbsystem

Das **subtraktive Farbsystem** (Abb. 7.24 rechts) ist die physikalische Farbmischung oder auch die Synthese durch Subtraktion. Voraussetzung für die subtraktive Farbmischung ist immer das Vorhandensein von Licht. Das Prinzip beruht darauf, dass ein Gegenstand nur bestimmte Wellenlängen des (weißen) Umgebungslichtes reflektiert und andere Teile absorbiert, also vom weißen Licht wie ein Filter abzieht. Beispielsweise absorbiert ein gelbes Objekt blaues Licht und remittiert grünes und rotes, das sich dann im Auge zu einem gelben Farbeindruck addiert. Wird von einem Objekt das gesamte Farbspektrum zurückgeworfen, so erscheint das Objekt weiß. Je mehr absorbiert wird, desto dunkler erscheint der Gegenstand. Wird das Licht vom Objekt vollständig absorbiert, so erscheint das Objekt schwarz.

Die Grundfarben für die subtraktive Farbmischung sind Cyanblau (C), Magenta (M) und Gelb (Y),¹ weshalb man es auch als **CMY-Farbmodell** bezeichnet. Aufgrund der fehlenden Deckkraft wird die Farbe Schwarz (K)² zusätzlich bereitgestellt, damit Graustufen besser abgebildet werden; dann spricht man vom **CMYK-Farbmodell**.

Künstlerische Farbmodelle

Für die Gestaltung sind künstlerische Farbmodelle wesentlich besser geeignet (und werden fortan in diesem Buch verwendet), da sie sich bei der Farbdefinition an der Farbwahrnehmung des Menschen (Farbton, Farbsättigung, Farbhelligkeit) orientieren. Sie stellen Farben anhand ihrer Position in Farbräumen dar, wie etwa in Farbkreisen oder Farbkörpern (z. B. (Halb)-Kugeln, Kegeln, Zylindern und Pyramiden) (siehe z. B. Abb. 7.25). Die ersten dokumentierten Farbkreise entwickelten zu Beginn des 18. Jahrhunderts Sir Isaac Newton (um 1700) und Claude Boutet (1708). Für die Zwecke des Webdesigns in Deutschland geeignete Farbkreise stammen von *Johann Wolfgang von Goethe*, *Johannes Itten* und *Harald Küppers*. Deren Farbfolge beruht auf einer intersubjektiv empfundenen Ähnlichkeit von Farbe.

Johann Wolfgang von Goethe veröffentlichte im Jahr 1810 die wissenschaftliche Schrift „Zur Farbenlehre“ (Goethe 1810), in welcher er u. a. seinen Farbkreis vorstellte (Abb. 7.25 links). *Goethe* ging bei seinem Farbkreis von Gelb und Blau als reine Farben aus, die den Gegensatz von Hell und Dunkel bildeten. Alle anderen Farben ließen sich zwischen den beiden Farben darstellen. Die Farbe Rot sei im Kreis die höchste Steigerung der Farbreihe. Daraus ergebe sich eine Dreiecksbeziehung zwischen Gelb, Blau und Rot. Er unterteilte seinen Farbkreis in eine Plus- und eine Minusseite und schrieb der Plusseite die warmen Gelb- und Rottöne zu sowie der Minusseite die kalten Grün- und Blautöne. Zusätzlich schrieb *Goethe* den Farben noch bestimmte Eigenschaften zu; dieses ist Gegenstand des Kapitels 7.4.1.3.

¹Für Yellow (engl.)=Gelb.

²Da der Buchstabe „B“ bereits für „Blue“ (engl.)=Blau verwendet wurde, einigte man sich darauf, für „Black“ (engl.)=Schwarz den letzten statt des ersten Buchstabens des englischen Wortes zu verwenden.



Abb. 7.25 Farbkreis nach Goethe (links) und Itten (rechts)

Nach *Goethe* entwickelte in den 1920er-Jahren der Maler und Kunstpädagoge *Johannes Itten* die Grundlagen seiner Farbtheorie (Itten 2003) und den entsprechenden Farbkreis (Abb. 7.25 rechts). Ittens Farbkreis beinhaltet die Primärfarben Cyanblau, Magenta und Gelb. Dazwischen liegen die Sekundärfarben Grün, Violett, Orange und die Tertiärfarben Blaugrün, Blauviolett, Purpurrot, Orangerot, Dunkelgelb und Hellgrün. Die Primärfarbe Gelb steht oben im Farbkreis, Cyanblau und Magenta jeweils um 120° versetzt. Die entsprechenden Sekundärfarben liegen genau dazwischen, also bei 60° , 180° und 300° . Die Tertiärfarben liegen zwischen der jeweiligen Primär- und Sekundärfarbe.

Schließlich entwickelte der Unternehmer, Dozent und Autor *Harald Küppers* in den 1970er-Jahren in seiner Farbentheorie (Küppers 2009) einen Farb“kreis“ in Form eines Sechsecks (Abb. 7.26).

Dessen acht Grundelemente sind neben Weiß und Schwarz die Primärfarben der Licht- und Pigmentfarben (Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta, Gelb). Auf der geradlinigen Verbindung zwischen zwei benachbarten bunten Grundfarben befinden sich alle möglichen Mischungen, die mit diesen beiden Grundfarben möglich sind. Die logische und systematische Ordnung von unbunten Farben stellt *Küppers* auf einer Geraden unterhalb des Sechsecks dar. Diese Farbenlehre ist die modernste und mathematisch korrekteste der drei vorgestellten Lehren. *Küppers* kritisiert, dass die von *Itten* verwendeten Grundfarben Mischfarben seien, und dass aus diesen kein Schwarz gemischt werden kann (Küppers 2009).

7.4.1.2 Farbwahrnehmung

Die Farbwahrnehmung ist primär beeinflusst von den Parametern der Farbe selbst, ihrem Zusammenwirken mit ihrer Umgebung, individuellen Störungen der Farbwahrnehmung sowie von technischen Einflussfaktoren bestimmt.

Abb. 7.26 Küppers
Basisschema der Farbenlehre



Farbdimensionen

Die künstlerischen Farbraummodelle unterscheiden Farben anhand von drei Dimensionen der menschlichen **Farbwahrnehmung**: **Farbton** (Hue), **Farbsättigung** (Saturation) und als dritte Komponenten die relative **Farbhelligkeit** (Lightness), die absolute Farbhelligkeit (Brightness) oder die Lichtintensität (Intensitiy). Je nachdem welchen Aspekt der dritte Wert repräsentiert, spricht man vom **HSL**-, **HSB**- oder **HSI**-Farbraum.

Mit dem **Farbton** lassen sich Farben einordnen und gruppieren. Der Farbton ist das auffälligste Kennzeichen einer Farbe, so wird z. B. von einem Rotton gesprochen, wenn der überwiegende Farbanteil rot ist. Als reine Farben werden die Primärfarben bezeichnet. Der Farbton gibt die eigentliche Farbigkeit als deren Richtung auf dem Farbkreis wieder, wobei in den meisten Bildverarbeitungsprogrammen die Farbe Rot bei 0° steht, Gelb bei 60° , Grün bei 120° , Cyan bei 180° , Blau bei 240° und Magenta bei 300° . Die Farben im rechten Teil von Ittens Farbkreis werden auch als warme Farben empfunden und bezeichnet, die des linken Teils des Kreises als kalte Farben (Farbtemperatur). Die **Farbtemperatur** hat eine starke suggestive Kraft und vermittelt dem Betrachter nicht nur den Eindruck einer physikalischen, sondern auch einer emotionalen Temperatur. Vor allem warme Farben haben einen Aufforderungscharakter und eignen sich dadurch zur Unterscheidung von anderen Themenbereichen. Die Kombination von Farben ähnlicher Temperatur (die also auf dem Farbkreis nahe beieinander positioniert sind) wirkt harmonisch und ausgeglichen, während das Aufeinandertreffen von unterschiedlichen Farbtemperaturen für Spannung und Dynamik sorgt.

Die **Farbsättigung** gibt die Reinheit einer Farbe in Prozentschritten von 0 – 100 % wieder, respektive ihren Grauanteil. Eine Farbe mit maximaler Farbsättigung (100% = kein Grauanteil) gibt den jeweiligen Farbton rein wieder, eine ungesättigte Farbe (0 %) ist neutralgrau. Mit zunehmender Sättigung wirken sie schwerer und dominanter. Farben mit gleicher Sättigung wirken verwandt, vor allem wenn sie zudem eine identische Helligkeit aufweisen.

Die **Farbhelligkeit** gibt die Wahrnehmung der Lichtintensität, also des Leuchtens einer Farbe wieder. Sie wird in Prozentschritten von 0 – 100 % definiert. 100 % Farbhelligkeit erzeugt die Farbe Weiß, 50 % Helligkeit entspricht dem reinen Farbton, und 0 % Helligkeit bedeutet Schwarz. Mit zunehmender Helligkeit wirken Farben leichter. Die Aufhellung (Zumischen von Weiß) bzw. Abdunkelung (Zumischen von Schwarz) kann aber dazu führen, dass ein Farbton umschlägt – bspw. erhält ein zu stark abgedunkeltes Gelb einen Grünstich. Farben gleicher Helligkeit erscheinen verwandt, insbesondere wenn sie eine identische Sättigung aufweisen.

Kontrastlehre

Farben beeinflussen sich gegenseitig, sind abhängig voneinander und stehen in Wechselwirkung mit dem Umfeld, in welchem sie dargestellt sind (Radtke et al. 2006, S. 84 ff.). Insbesondere in den Werken von *Goethe* und *Itten* sind diese Wirkungsmechanismen zwischen Farben beschrieben (**Kontrastlehre**), aus denen sich wichtige Regeln für die farbliche Gestaltung einer Benutzeroberfläche ableiten lassen. Diese betreffen vor allem die dreidimensionale Wirkung (siehe 7.4.1.4) sowie

- die Wirkung des Zusammentreffens mehrerer Farben auf die Farbintensität (Farbe-an-sich-Kontrast, insbesondere Komplementär-Kontrast),
- die Änderung von Farbton, Helligkeit und Sättigung durch eine weitere Farbe im Umfeld (Simultan-Kontrast),
- die Strahlkraft von Farben in Abhängigkeit von ihrer Fläche (Quantitäts-Kontrast),
- den zeitlichen Verlauf der Farbwahrnehmung (Sukzessiv-Kontrast).

Vom Farbe-an-sich-Kontrast (Abb. 7.27) spricht man, wenn **drei oder mehr Farben** zusammentreffen.



Zusammentreffen von mehreren starken Farben
→ Verstärkte Wahrnehmung der Farbintensität

Abb. 7.27 Farbe-an-sich-Kontrast

Der Farbe-an-sich-Kontrast erreicht vor allem bei den komplementären Farben Gelb, Rot und Blau eine starke Ausprägung (Komplementär-Kontrast). Die Intensitätswahrnehmung der Farben verstärkt sich, da auf der Netzhaut sowohl Stäbchen als auch Zapfen abwechselnd gereizt werden. Dadurch wird Kontrast als bunt, laut, kraftvoll, lebendig und entschieden erlebt und lässt sich auf Grund seiner Auffälligkeit gut für Signale (z. B. Lichtzeichenanlagen) einsetzen.

Der Simultankontrast (Abb. 7.28) beschreibt die **Änderung einer Farbwirkung durch eine weitere Farbe im Umfeld**.

Der Farbton, die Helligkeit und die Sättigung der betrachteten Farbe ändern sich subjektiv je nach Umgebungsfarbe. So erscheint bspw. ein Grauton auf dunklem Hintergrund heller und auf hellem Hintergrund dunkler (unbunter Simultankontrast). Auf einem farbigen Grund tendiert Grau zur Komplementärfarbe. Auf Gelb erscheint das Grau violett, auf Orange blau, auf Rot türkis und auf Purpur grün. Das gegenseitige Beeinflussen von Farben durch den Kontrast lässt sich auf alle Farbkombinationen übertragen. Beispielsweise wirkt Gelb neben Grün wärmer und rötlicher, neben Orange dagegen kälter und grünlicher (Holzinger 2001, S. 126). Der Simultankontrast hat neben dem Komplementärkontrast (siehe Abschn. 7.4.1.4) den größten Einfluss auf das Zusammenspiel der Farben.

Der Quantitätskontrast (Abb. 7.29) bezeichnet die Gegenüberstellung von Größenverhältnissen von Farbflächen und deren Strahlkraft.

Die Farbwirkung ist neben der Leuchtkraft von Farben auch von deren Mengenverhältnis zueinander abhängig. Bei der Zusammenstellung von gleichfarbigen Flächen wirken kleinere Elemente heller als große und müssen ggf. etwas abgedunkelt werden, um einen identischen Eindruck zu erzeugen. Maßzahlen für harmonische Verhältnisse sind in Abschn. 7.4.1.3 aufgeführt.

Der Sukzessivkontrast erzeugt ein **Nachbild** in der Komplementärfarbe der betrachteten Farbe (Abb. 7.30).

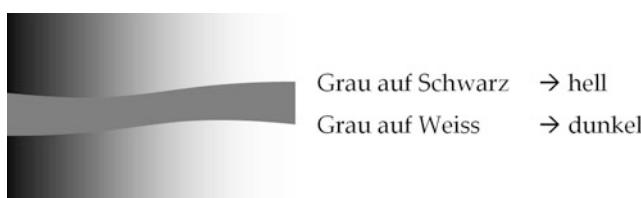


Abb. 7.28 Simultankontrast

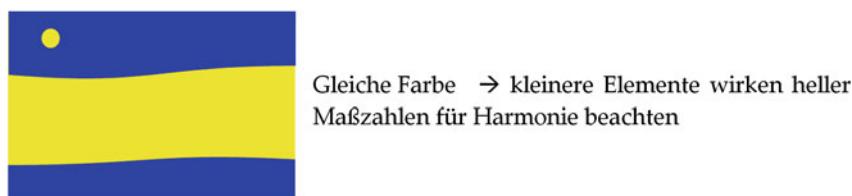
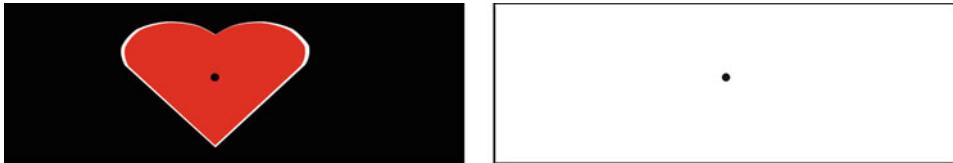


Abb. 7.29 Quantitäts-Kontrast



Bitte betrachten Sie aus der Nähe den kleinen Punkt im Herzen auf der linken Seite der Abbildung für ca. 10 Sekunden. Anschließend blicken Sie bitte sofort auf den kleinen Punkt im rechten Teil dieser Abbildung. Sie sollten dann im weißen Teil der Abbildung ein Abbild des zuvor fixierten Herzens in der Komplementärfarbe sehen. Durch Klimpern mit den Augenlidern kann man den Effekt verstärken.

Abb. 7.30 Sukzessiv-Kontrast

Betrachtet man bspw. eine rote Fläche und schaut dann auf eine weiße, so erscheint die entsprechende Form in Grün als Nachbild. Dies wird durch die nachlassende Absorptionsfähigkeit der für Rot zuständigen Zapfen verursacht, die sich nicht sofort regenerieren, und die Komplementärfarbe des ursprünglichen Reizes erscheint. Daher sollen Farbkonzepte nicht nur im Hinblick auf eine Bildschirmseite abgestimmt sein, sondern möglichst auch den Sukzessiv-Kontrast durch andere Seiten berücksichtigen.

Farbsinnstörungen

Die Wahrnehmung von Farben kann durch Farbsinnstörungen (siehe Kap. 3.1.1) beeinträchtigt sein, die dazu führen, dass die Kontrastwahrnehmung gestört ist oder einzelne Farben nur bedingt oder gar nicht gesehen werden können (wodurch sich auch der Eindruck von Mischfarben signifikant ändert).

Ohne hinreichenden Kontrast ist keine visuelle Wahrnehmung möglich. Erhöhte Lichtempfindlichkeit (Photopsie) kann aber bei zu starken Kontrasten zu Lichtblitzen, Flackern und Tanzen der Buchstaben führen. Deshalb sollten Hintergründe nie rein Weiß sein, sondern immer ein paar Prozent Grauanteil bzw. Hintergrundfarbe aufweisen. Werkzeuge, um den Vorder-/Hintergrundkontrast auf W3C-Konformität zu überprüfen, sind bspw. der Colour Contrast Check von *Jonathan Snook*, *Rainer Wageners* Rohschnitt-Kontrasttest sowie der auf Microsoft Windows basierende Colour Contrast Analyser von Vision Australia; ein alternatives Werkzeug, das vollständige Stylesheets testen kann, ist der web-basierte CSS Analyser von *Gez Lemon*.

Eine gestörte Wahrnehmung der Farbe tritt vor allem in Form der Rot- bzw. Grünschwäche auf (Dyschromatopsie), bei der die Sensitivität für diese Farben noch eingeschränkt vorhanden ist, sowie als Rotblindheit (Protanopie) bzw. Grünblindheit (Deutanopie). Eine Störung im Rot-Grün-Bereich führt dazu, dass der mittelwellige Bereich zwischen Blau und Gelb als graue Zone erscheint, deren Abstufungen sich nur in Helligkeit und Sättigung zu unterscheiden scheinen. Oft geht mit einer gestörten Farbwahrnehmung eine gesteigerte Kontrastwahrnehmung einher. Probleme Farbfehlsichtiger mit der Darstellung einer Webseite können Normalsichtige mit Hilfe von Bernard Jennys Color Oracle oder Vischeck von *Bob Dougherty* und *Alex Wade* entdecken.

Das Webdesign sollte daher kritische Farbkombinationen (gelb-grün bis rot-orange) vermeiden und Informationen niemals ausschließlich über die Farbe kommunizieren. Beispielsweise sollte der veränderte Zustand einer selektierten Schaltfläche zusätzlich durch einen Formwechsel und einen alternativen Text für den Screenreader angezeigt werden. Vor allem bei einem zielgruppenspezifischen Webdesign ist auf eine Farbsinnstörung zu achten, bspw. für Senioren, da sich die unterschiedlichen Zapfen im Alter allmählich verbrauchen und Senioren Unterschiede von Blautönen nur noch eingeschränkt wahrnehmen können (Oswald 2003, S. 72 f.).

Technische Einflussfaktoren

Wie ein Betrachter Farben wahrnimmt, hängt auch vom Endgerät ab, mit dem er sie betrachtet, vor allem von der Grafikkarte, den Monitoreinstellungen, dem Betriebssystem und dem Webbrowsert. So können portable Clients manchmal keine Echtfarben darstellen, Helligkeit, Kontrast, Gammawert und Farbkalibrierung von Monitoren und Drucken sind uneinheitlich, Macintosh-Computer stellen Farben heller dar als MS Windows-Systeme, und nur wenige Browser unterstützen die Farbprofile des International Color Consortiums (ICC), die eine einheitliche Farbdarstellung auf Dokumenten und Displays erreichen sollen.

Deshalb sollte man in den Umgebungen testen, die in der Zielgruppe zu erwarten sind. Sind diese nicht bekannt bzw. ist die Zielgruppe anonym, so lässt sich im Netz die momentane Häufigkeiten der eingesetzten Betriebssystem- und Browerversionen ermitteln. Umfangreiche Daten und eine Auswahl nach Plattform, Weltregion und Zeitraum bietet StatCounter.

Cross-Browser Testwerkzeuge wie Ghostlab, Multibrowserviewer und Adobe Edge Inspect CC können das Prüfen erleichtern. Alternative zu diesen Werkzeugen sind webbasierte Dienste wie Browsershots und Browserstack.

7.4.1.3 Farbwirkung

Farben gehören zu den mächtigsten Instrumenten, die dem Webdesigner zur Verfügung stehen, um den Besucher einer Internetpräsenz im Sinne des Anbieters zu beeinflussen, denn sie transportieren Nachrichten an den Körper, das Unterbewusstsein und die bewusste Wahrnehmung die sich zu einem erheblichen Teil der Kontrolle durch den Betrachter entziehen.

Physiologische Wirkung

Farben wirken über den Grad der neuronalen Aktivität, die sie im Sehkortex verursachen (siehe Abb. 8), auch auf das Zentralnervensystem und somit den Gesamtorganismus. So wirkt ein längerer Aufenthalt in einem ganz in Rot gestalteten Raum aktivierend und führt sogar zu einer erhöhten Adrenalinausschüttung, höherer Herzfrequenz, steigendem Blutdruck, und beschleunigter Atmung, während die blaue Farbe von Himmel oder Meer durch die Reizarmut entspannend und beruhigend auf den Organismus wirken (Abb. 7.31). Diesen Effekt nutzt das Webdesign vor allem, um gezielt Aufmerksamkeit zu wecken und zu steuern.

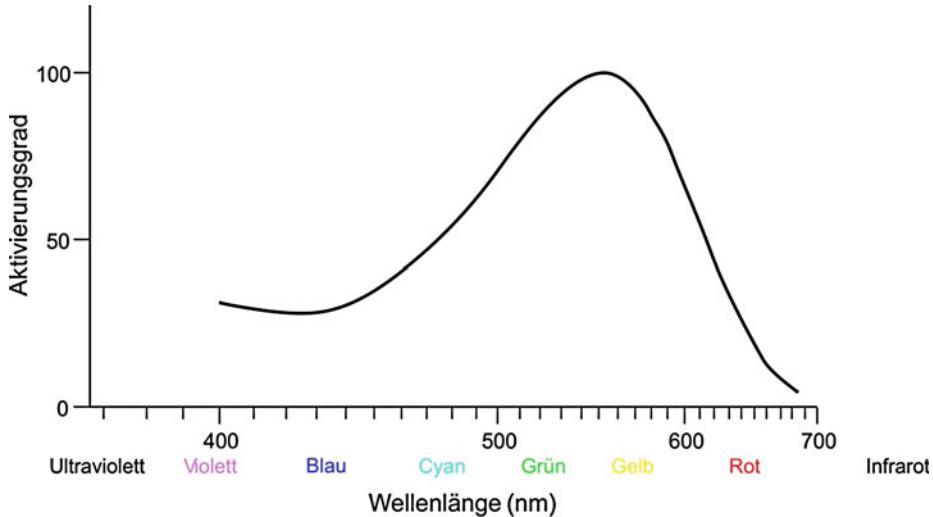


Abb. 7.31 Farbe und Aktivierungsgrad

Die erhöhte Aktivierung durch „warme“ Farben führt über den beschleunigten Stoffwechsel zu einer höheren Aufnahmefähigkeit, gesteigerter Leistungsbereitschaft und einem veränderten Temperaturempfinden: Untersuchungen ergaben z. B., dass der gefühlte Temperaturunterschied in einem Raum abhängig von der Farbwahl bis zu zwei Grad Kelvin betragen kann (Krüger 2003, S. 42 ff.).

„Kalte“ Farben hingegen dämpfen nicht nur die Aktivität und das Temperaturempfinden, sondern auch die Reizaufnahme. So konnten sich Probanden in Räumen, die in Blau- und Brauntöne gehalten waren, bei hohem Geräuschpegel besser konzentrieren (ebenda).

Synästhetische Wirkung

Farben können sogar ohne den Umweg über einen veränderten Aktivierungsgrad Wahrnehmungen anderer Sinnesorgane erzeugen bzw. beeinflussen. Synästhesie (zugleich wahrnehmen) bezeichnet die Kopplung zweier physisch getrennter Sinne bei der Wahrnehmung, die dazu führt, dass die Ansprache eines Sinnes einen anderen Sinn mit reizt. Beispielsweise sehen Synästhetiker Farben, wenn sie Musik hören, oder haben ein Geschmacksempfinden, wenn sie bestimmte Farben sehen.

Ca. 4 % der Allgemeinheit könnten diese doppelte Kodierung durchführen (Barnetta et al. 2008, S. 890) und in Zielgruppen mit hoher Kreativität könnte der Anteil an Synästhetikern sogar noch viel größer sein (Domino 1989, S. 29).

Dass Farben eine starke synästhetische Wirkung haben können (Abb. 7.32, in Anlehnung an (Radtke et al. 2006, S. 76 f.)), sollte man daher beim Webdesign berücksichtigen. Sollen bspw. Oberflächen glatt und kühl wirken, so wird das mit den Farben Blau oder Hellgrau erreicht. Raue oder sandige Oberflächen wirken eher in den Farben Ocker, Gelb oder Beige griffig (ebenda).

Farbe	Geschmack	Geruch	Tastsinn	Hören	Muskelsinn
Gelb	sauer	säuerlich	glatt	schrill/ hoch	leicht
Rot	süß	kräftig/erogen	fest	laut	mittelschwer
Grün	fruchtig	frisch	glatt	plät- schernd	mittel/leicht
Blau	wässrig	geruchlos	glatt	fern	leicht
Violett	bitter	narkotisch	samtig	traurig/ tief	schwer
Weiß	salzig	geruchlos	trocken	still	sehr leicht
Schwarz	tintig	muffig	hart	tiefe	schwer

Abb. 7.32 Beispiele zur synästhetischen Farbwirkung

Emotionale Wirkung

Farben sind mit Emotionen und Werten belegt. Daher kann man durch gezielten Farbeinsatz versuchen, beim Betrachter Empfindungen auszulösen, um ihn in eine mit der Grundaussage der Internetpräsenz harmonierende Stimmung zu versetzen und auf diese Weise den Boden für eine Informationsaufnahme und -bewertung zu bereiten, welche den Zielen des Anbieters entspricht.

Bereits *Goethe* attestierte in seiner Theorie zur Farbenlehre einer Farbe eine „*sinnlich-sittliche Wirkung*“ [...] „*durchs Auge aufs Gemüt, sie kann Gesichtssinn und Geist mit sich in Einklang bringen*“. Er ordnete die Farben seines Farbkreises in eine Plus- und eine Minusseite ein und beschrieb ihre Wirkung so: „Die Farben der Plusseite stimmen insgesamt regsam, lebhaft und strebend. Gelb: heiter, sanft, angenehm, warm, wirksam, beleuchtet. Rotgelb (Orange): energetischer, erzeugt Gefühl von Wärme und Wonne. Gelbrot (Mennig, Zinnober): gewaltsam, erschütternd, höchste Energie der aktiven Seite. Die Farben der Minusseite stimmen unruhig, weich und sehnend. Blau: Widerspruch von Reiz und Ruhe, Gefühl der Kälte, schattenhaft. Rotblau: unruhig, lebhaft ohne Fröhlichkeit. Blaurot: unruhig, unerträglich.“ (Klassikstiftung Weimar 2011, S. 17). Welche psychologische Wirkung eine Farbe hat, ist aber von vielen Einflüssen gleichzeitig abhängig, vor allem von dem Kontext, in dem sie wahrgenommen wird, von der kulturellen Prägung und

vielen individuellen Faktoren (z. B. dem Lebensalter, dem Erfahrungshintergrund). So kann die gleiche Farbe ganz unterschiedliche Emotionen auslösen:

In Zusammenhängen mit Verletzungen oder Blut wird Rot als unangenehm, aber in Verbindung mit Lagerfeuer oder einem Sonnenuntergang als angenehm empfunden (Bartel 2003, S. 40).

In kalten Ländern transportiert bspw. die Farbe Rot hauptsächlich positive Gefühle wie innerliche Wärme, Liebe und Lebensfreude, in heißen Ländern hingegen Angst vor dem Bösen, dem Tod und der Zerstörung. So zeigt auch der „Global Color Popularity Report 2014“ des US-amerikanischen Chemiekonzerns Axalta Coating Systems (Axalta 2014) trotz einer erkennbaren weltweiten Konvergenz immer noch signifikante regionale Unterschiede in der Popularität von Farben beim Autokauf (Abb. 7.33).

Dass die psychologische Farbwirkung auch vom Lebensalter abhängt, kann man täglich auf der Straße sehen. Während Jugendliche i. d. R. lebhafte Farben lieben und sich entsprechend kleiden, bevorzugen ältere Menschen eher ausgeglichene Farben.

Trotz der hohen Bedeutung der Thematik, Botschaft und Zielgruppe angepassten Farbwahl können Sie sich der Farbwirkung auf ein einzelnes Individuum letztlich nicht sicher sein, denn Menschen machen auch ganz individuelle Erfahrungen mit Farben. Durch Wiederholung können diese Schemata verinnerlicht werden, und die Farbwahrnehmung kann anschließend automatisch Empfindungen auslösen. Beispielsweise kann bei einem Kind, das über einen längeren Zeitraum gegen seinen Willen zum Essen eines bestimmten Nahrungsmittels gezwungen wurde, allein der Anblick der betreffenden Farbe Ekelgefühle auslösen. Darüber hinaus ist die psychologische Bedeutung von Farben nicht konstant, sondern ändert sich im Zeitverlauf mit dem Wandel der Kultur und des Individuums.

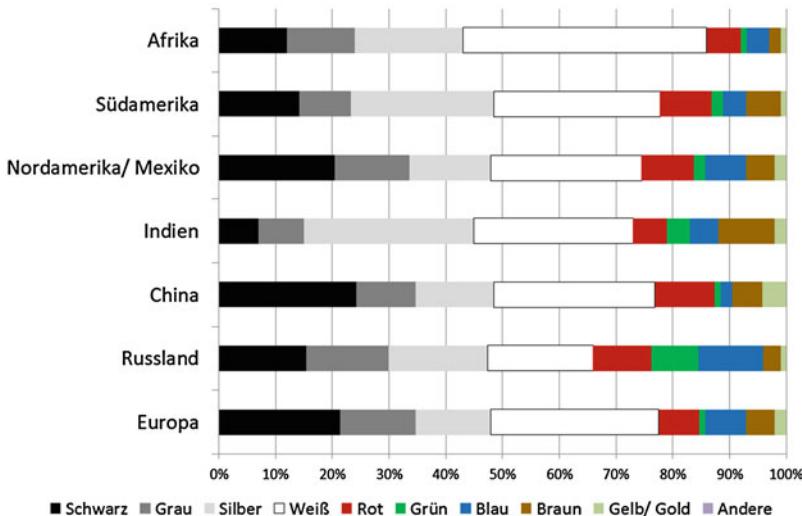


Abb. 7.33 Beispiele für internationale Popularität von Autofarben bei Neuzulassungen

Farbsymbolik

Farben eignen sich nicht nur, um den Betrachter subtil in eine gewünschte Stimmung zu versetzen, sondern auch um konkrete Eigenschaften eines Produktes auf einem zusätzlichen Weg zu vermitteln und auf diese Weise zu unterstreichen, wie etwa die Schnelligkeit eines Automobils durch die Farbe Rot, die Seriosität eines Informationsangebotes durch die Farben Blau oder Weiß, das ökologische Verantwortungsbewusstsein eines Unternehmens durch die Farbe Grün etc. Abb. 7.34 gibt in Anlehnung an (Frieling 2005) ein paar Beispiele für die positive und – kursiv dargestellt – negative Symbolik von Farben.

Die Wirkung und Botschaft von Farben erschließt sich immer im Kontext vor dem Erfahrungshintergrund (den Schemata) des Betrachters. Die Kodierung von Eigenschaften durch Farben muss daher, wie bereits bei der Kodierung von Emotionen beschrieben, immer den Kontext sowie die kulturelle und individuelle Prägung der Zielgruppenmitglieder berücksichtigen, etwa deren Zugehörigkeit zu beruflichen und gesellschaftlichen Gruppen, sowie persönlichen Erfahrungen und Präferenzen. Wirkung und Botschaft von Farben stehen im direkten Zusammenhang zum Inhalt des Gesehenen (Abb. 7.35). Die Farbe „Grün“ ist bspw. in Zusammenhang mit einer Verkehrssampel positiv besetzt, signalisiert sie doch, dass alles in Ordnung ist und man relativ ungefährdet weiterfahren kann. Und so gibt dann auch das Management „Grünes Licht“, wenn ein Projekt durchgeführt werden kann.

In Zusammenhang mit einem Apfel sieht die Sache schon anders aus. Während der rote Apfel definitiv reif und süß ist, könnte der grüne Apfel auch unreif und sauer sein. Und jemand, der unerfahren ist, wird in Deutschland als „grün hinter den Ohren“ bzw. in den USA als „Greenhorn“ bezeichnet. Bei einem Glas mit Flüssigkeit schließlich mag die Farbe Grün Ungenießbarkeit oder sogar Gift symbolisieren.

Die grundsätzliche Symbolik von Farben ist kulturhistorisch geprägt: Die Interpretationsmöglichkeiten von Farben sind Bestandteil des Kodex einer Kultur, und die Bedeutungen können sich im Laufe der Zeit mit der Kultur ändern. Dies ist insbesondere bei international genutzter Software (und das trifft auf alle Internetangebote prinzipiell zu) relevant, deren Benutzer u. U. einen völlig anderen kulturellen Hintergrund mitbringen.

Tab. 7.1 zeigt in Anlehnung an (Bartel 2003), (Skopec 2004), (Singh und Pereira 2004) und (Thissen 2003) an einigen Beispielen, wie unterschiedlich die kulturell geprägte Interpretation von Farben sein kann.

Will man bspw. als Anbieter eines Informationsangebots seinen Patriotismus über die Farbe kodieren, so muss man z.B. in China Rot verwenden und sowohl im katholischen Irland wie auch in der muslimischen arabischen Liga Grün. Das gleiche Rot, das in China aber für die Nation, Kommunismus, Feierlichkeit, Glück, Freude, und Fruchtbarkeit steht, signalisiert einem afrikanischen Besucher stattdessen Tod und Trauer (Singh und Pereira 2004, S. 47 ff.), und das Grün der Iren und Araber gilt bei einem französischen Benutzer als Unglücksfarbe (Thissen 2003, S. 181).

Wenn man bezüglich der Farbbe bedeutungen in einer Kultur unsicher ist, kann man auf die Farben der jeweiligen Nationalflagge zurückgreifen: Diese Farbkombination ist in aller Regel mit einer positiven Bedeutung besetzt. Auch die Orientierung an der

Rot	Hitze, Aktivität, Dynamik, Macht, Stärke, Schnelligkeit, Energie, Leben, Liebe, Erotik <i>Begierde, Unruhe, Aggressivität, Zorn, Blut, Krieg, Gefahr, Warnung</i>
Orange	Wärme, Geselligkeit, Freude, Aktivität, Vergnügen <i>Aufdringlichkeit</i>
Gelb	Sonne, Reife, Helligkeit, Heiterkeit, Lebhaftigkeit, Hoffnung, Optimismus, Glück <i>Geiz, Eifersucht</i>
Grün	Natur, Wachstum, Üppigkeit, Frische, Ruhe, Friedlichkeit, Ausgeglichenheit, Entspannung, Gesundheit, Hoffnung <i>Neid, Gift</i>
Blau	Himmel, Meer, Unendlichkeit, Weite, Sicherheit, Ausgeglichenheit, Glaubwürdigkeit, Ernst, Konzentration, Treue, Harmonie, Freundschaft <i>Passivität, Statik, Distanz, Kälte</i>
Lila	Fragilität, Einsamkeit, Sehnsucht, Phantasie, Nostalgie, Pietät, Sakralität, Magie, Verborgenheit, Frauenemanzipation <i>Selbstbezogenheit, Eitelkeit, Dekadenz, Trauer</i>
Rosa	Zartheit, Weichheit, Baby, Weiblichkeit, Zärtlichkeit, Lieblichkeit, Sanftheit, Milde, Sensibilität, Romantik <i>Naivität, Kitschigkeit</i>
Schwarz	Eleganz, Würde, Schwere, Nacht, Geheimnis, Undurchdringlichkeit, Individualität, Intellektualität, Eleganz <i>Introvertiertheit, Arroganz, Härte, Gewalt, Tod, Trauer, Melancholie</i>
Grau	Neutralität, Nüchternheit, Sachlichkeit, Biederkeit, Theorie, Nachdenklichkeit, Eleganz, Technologie, Alter, <i>Einsamkeit, Langeweile, Trostlosigkeit, Elend, Depression</i>
Weiß	Reinheit, Klarheit, Unschuld, Ordnung, Vollkommenheit, Authentizität, Idealismus, Leichtigkeit, Neutralität, Ehrlichkeit, Wahrheit <i>Leere</i>

Abb. 7.34 Beispiele für Farbsymbolik

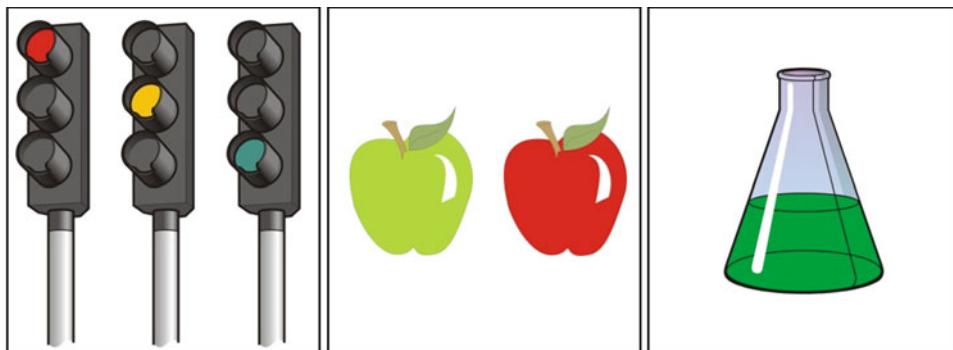


Abb. 7.35 Farbbe bedeutung bei Verkehrsampeln (links), Äpfeln (Mitte) und Flüssigkeiten (rechts)

farblichen Gestaltung der unterschiedlichen Formate im Fernsehprogramm (Nachrichten, Unterhaltung, Sport, Spiel etc.) bietet gute Anhaltspunkte für eine Farbwahl, die sowohl dem Thema als auch dem kulturellen Hintergrund und Alter der Zielgruppe angemessen ist.

Einige Farbkombinationen schränken den Interpretationsspielraum so stark ein, dass man sie international ohne Gefahr eines Missverständnisses einsetzen kann. Dazu zählen die Rot-Grün-Kombination für Stop & Go, eine Farbskala von blau nach rot als Temperaturskala und die Schwarz-Gelb-Kombination mit ihrer besonders starken physiologischen Wirkung für „Achtung“.

Innerhalb eines Kulturreises können individuelle Erfahrungen und Erlebnisse bei der Deutung eine wesentliche Rolle spielen. Diese sind vor allem durch die Zugehörigkeit zu einer sozialen Schicht oder Berufsgruppe geprägt, wenn deren Mitglieder häufig einen individuellen Farbkodex zur Kommunikation verwenden (z. B. Gesundheitswesen, Kirche, Militär).

7.4.1.4 Dreidimensionalität durch Farben

Räumliche Wirkung kann eine Farbe nur in Kombination mit einer anderen Farbfläche erzielen, die sich in Farbton, Sättigung, Helligkeit, Flächenanteil oder Transparenz unterscheidet. Diese Kontraste kann man dazu nutzen, eine visuelle Dreidimensionalität vorzutäuschen und einen durch Formen vorgegebenen räumlichen Eindruck zu unterstreichen.

Kalt-Warm-Kontrast

Der Kalt-Warm-Kontrast (Abb. 7.36) schafft durch unterschiedliche Farbtöne eine subjektive Temperaturempfindung und eine räumliche Wirkung.

Die in der unteren Hälfte des Farbkreises angesiedelten Grün- und Blautöne werden als kalt und fern empfunden, die oben liegenden Gelb- und Rottöne als warm und nah. Vor allem die warmen Farben haben einen Aufforderungscharakter und eignen sich dadurch zur Unterscheidung von bestimmten Themenbereichen. Die Kombination von Farben ähnlicher Temperatur wirkt harmonisch und ausgeglichen, während das Aufeinandertreffen von unterschiedlichen Farbtemperaturen für Spannung und Dynamik sorgt.

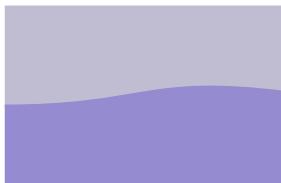
Tab. 7.1 Ausgewählte Beispiele kulturell geprägter Farbbe bedeutung

	Formalität	Fruchtbarkeit	Gefahr	Glück	Glückseligkeit	Liebe	Modernität	Nationalstolz	Reinheit	Religion	Stärke	Tod, Trauer	Wiedergeburt	Wohlstand
Afrika	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ägypten	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-		-	-
Brasilien	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
China	-		-			-	-		-				-	
Europa		-			-	-			-				-	-
Ghana	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Griechenland			-			-	-				-	-	-	-
Indien	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-		
Irland	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-
Islam	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Israel	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
Japan	-	-				-	-		-	-			-	-
Malaysia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
Mexiko	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-
Orient	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	-
Pakistan	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skandinavien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	-
Südamerika	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
USA	-	-			-	-	-	-	-				-	-



Kalte Farben → Hintergrund
Warme Farben → Vordergrund

Abb. 7.36 Kalt-Warm-Kontrast



Ungesättigte Farben → Hintergrund
Gesättigte Farben → Vordergrund

Abb. 7.37 Qualitätskontrast

Qualitäts-Kontrast

Der Qualitätskontrast (Abb. 7.37) bezeichnet den Gegensatz von gesättigten und reinen zu ungesättigten und trüben Farben, die also eine unterschiedliche Strahlkraft besitzen.

Durch Beimischung von Grau verliert eine Farbe an Strahlkraft. Dadurch verliert sie an Bedeutung und rückt optisch weiter in den Hintergrund.

Hell-Dunkel-Kontrast

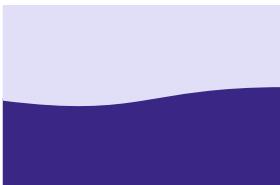
Der Hell-Dunkel-Kontrast (Abb. 7.38) entsteht durch unterschiedliche Helligkeiten zwischen den Farben.

Gleiche Helligkeiten lassen Farben verwandt erscheinen, unterschiedliche Helligkeiten, also ein starker Hell-Dunkel-Kontrast, wirken räumlich, da helle Farben in den Vordergrund drängen und dunkle nach hinten. Die Wirkung des Kontrastes wird als ruhig, geordnet und entspannt beschrieben und eignet sich als Mittel zur Unterscheidung von Prioritäten.

Komplementär-Kontrast

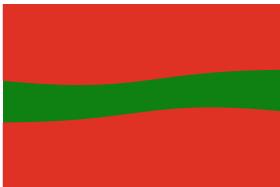
Der Komplementärkontrast (Abb. 7.39) bildet zwischen zwei Komplementärfarben ein besonderes Harmonieverhältnis, da die Farbintensität gegenseitig gesteigert wird.

Derartige Kontraste wirken zwar stabil, aber dennoch unruhig vibrierend (Chromosteropsis-Effekt). Die stärkste Wirkung hat hierbei das Komplementärfarbenpaar Rot und Grün, aber auch die Kombinationen Rot und Blau sowie Grün und Blau eignen sich gut, um Signalwirkung zu erzeugen. Vor allem auf grauem Hintergrund entsteht der Eindruck räumlicher Tiefe. Der Effekt lässt sich durch schwarze oder weiße Ränder und einen höheren Kontrast zwischen den Farben reduzieren.



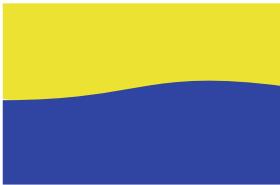
Helle Farben → Hintergrund
Dunkle Farben → Vordergrund

Abb. 7.38 Hell-Dunkel-Kontrast



Komplementärfarben → Chromosteropsis-Effekt
Grauer Hintergrund → Rot im Vordergrund
→ Blau im Hintergrund
→ Grün auf gleicher Ebene

Abb. 7.39 Komplementär-Kontrast



Gleiche Fläche → leuchtende Farben im Vordergrund
Maßzahlen für Harmonie beachten

Abb. 7.40 Quantitäts-Kontrast

Quantitäts-Kontrast

Der Quantitätskontrast (Abb. 7.40) bezeichnet die Gegenüberstellung von Größenverhältnissen von Farbflächen und Strahlkraft.

Bei der Zusammenstellung von gleich großen Farbflächen treten leuchtende Farben hervor und dunklere treten zurück. Die Farbwirkung ist abhängig von dem Mengenverhältnis der Farben zueinander und deren Leuchtkraft.

Der Quantitätskontrast gilt dann als harmonisch, wenn bestimmte Maßzahlen der Farbgewichte eingehalten werden (Goethe 1810, S. 96 ff.). Für Gelb gilt die Maßzahl drei, für Rot vier, für Orange und Grün sechs, für Blau acht und für Violett neun. Die Summe der Maßzahlen der Komplementärfarbenpaare ergibt bei harmonischen Proportionen stets den Wert 12, z. B. bei einer Zusammenstellung der Komplementärfarbenpaare Blau und Orange im Verhältnis 4:8, Rot und Grün im Verhältnis 6:6 oder Gelb und Violett im Verhältnis 3:9.

7.4.1.5 Farbkombinationen und Farbklänge

Farben stehen selten alleine, sondern treten meist zusammen mit anderen Farben auf. Durch die Kombination entstehende Effekte in physiologischer, psychologischer und symbolischer Hinsicht bezeichnet man als Farbklänge. Ziel ist es, Harmonie und Ordnung zu schaffen, ohne langweilig zu wirken.

Wenn kein **Farbschema** im Rahmen eines Corporate Designs durch Styleguides vorgegeben ist, gilt es zunächst, eine dominante Basisfarbe zu bestimmen. Sie muss Unternehmens-/Produktidentität bzw. das Thema widerspiegeln und die Grundaussage des Informationsangebots unterstreichen (siehe Abschn. 7.4.1.3), wie z.B. bei der Farbe „Ferrari Rot“.

Ausgehend von dieser Basisfarbe wird dann ein Farbschema entwickelt, das drei bis fünf Farben umfasst und konsistent in der gesamten Produktion eingesetzt wird. Die (interne) Konsistenz erleichtert durch eine identische Farbgebung für gleiche Funktionen und ggf. auch für gleiche Inhalte die Orientierung (siehe Abschn. 7.4.11.3).

Um eine ästhetische Farbharmonie zu erzielen, empfiehlt es sich, im Farbschema auf mindestens eine der drei Grundfarben zu verzichten und die folgenden Harmonieregeln zu beachten, die sich aus den Gesetzen der Ähnlichkeit, der Kontinuität, der Prägnanz und der Symmetrie ableiten lassen. Die konkrete Zuordnung der Farben hängt dabei vom gewählten Farbmodell ab.

Die Kombination von im Farbkreis **benachbarter Farben** (Abb. 7.41 oben links) wirkt ruhig und ausgeglichen. Gleiches gilt für die Farbparameter Sättigung und Intensität bzw.

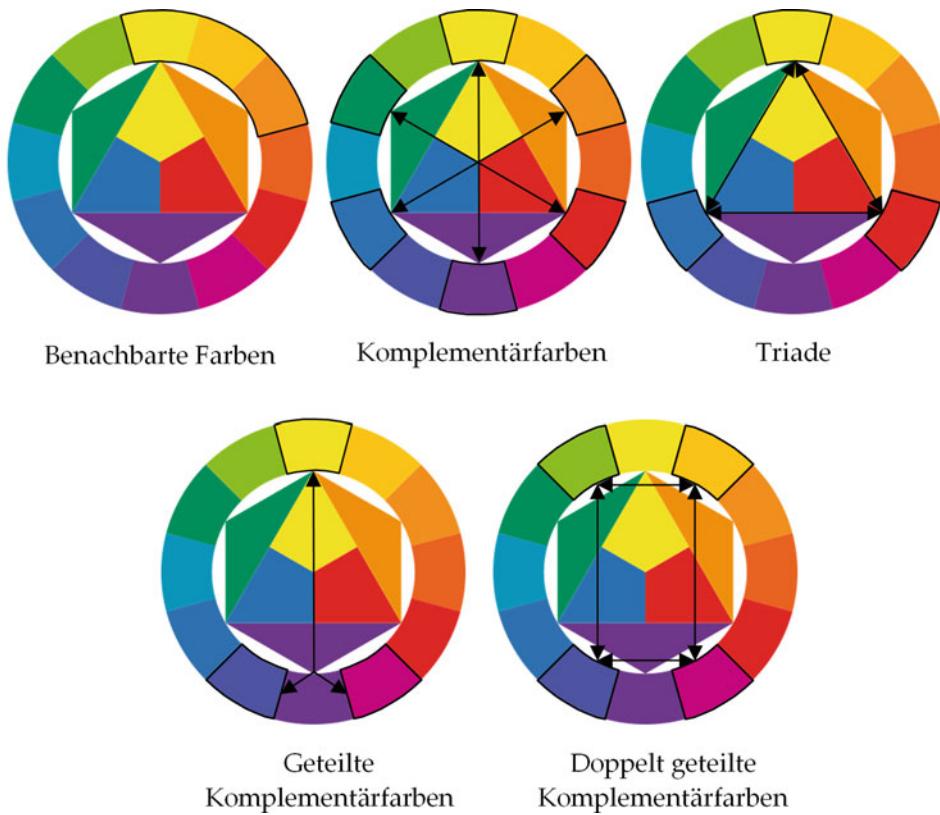


Abb. 7.41 Beispiele für Farbkombinationen im Farbkreis nach Itten

Helligkeit. Kombinationen von Farbtönen unterschiedlicher Sättigungsgrade oder Helligkeitswerte wirken hingegen unausgewogen und sollten vermieden werden.

Zu jeder Farbe existiert eine Gegenfarbe, die farbenpsychologisch als komplementär empfunden wird (**Komplementärfarbe**). Farben in einer Komplementärbeziehung stehen in besonderem Gegensatz zueinander und bilden dadurch eine besondere Form der Harmonie (Abb. 7.41 oben in der Mitte). Mit Hilfe eines Farbkreises lassen sich Gegenfarben einfach bestimmen. Dort liegt einer Primärfarbe immer eine aus den übrigen Primärfarben gebildete Sekundärfarbe gegenüber. Bei additiver Farbmischung addieren sich eine Farbe und ihr Komplementär zu Weiß und bei subtraktiver Farbmischung zu Schwarz. Die jeweiligen Komplementärfarben sind bei *Itten* und *Kippers* im Inneren des Farbkreises dargestellt und stehen sich bei *Itten* diametral gegenüber. Der Einsatz komplementärer Farben wirkt auf Grund des hohen Kontrastes lebendig und erzeugt Spannung, wird aber oft auch als zu plakativ und aufdringlich empfunden.

Legt man ein gleichschenkliges Dreieck über den Farbkreis, so lassen sich aus den drei Eckpunkten Farbkombinationen (**Triaden**) bilden, die ebenfalls sehr lebendig wirken (Abb. 7.41 oben rechts).

Geteilte Komplementärfarben setzen sich aus einer Farbe und den nächstgelegenen Nachbarn der jeweiligen Komplementärfarbe zusammen (Abb. 7.41 unten links). Dadurch schwächen sie die Spannung von komplementären Farben ab und wirken nicht ganz so markant.

Noch mehr und ausgeglichener Farbkombinationen erzielt man, wenn man ein Rechteck auf den Farbkreis auflegt (Abb. 7.41 unten rechts). Dessen Eckpunkte bezeichnen die **doppelt geteilten Komplementärfarben (Tetraden)**. Wenn das Farbschema nur aus drei Farben bestehen soll, kann die Farbe eines Eckpunktes ausgelassen werden.

Das Farbschema lässt sich dann einsetzen, um die Aufmerksamkeit des Benutzers zu steigern und gezielt über die Seite zu führen. Dazu verwendet man zunächst reizarme Farben (unbunte Farben, kalte Farben, ungesättigte Farben) sowie geringe Farb- und Helligkeitskontraste, um ein harmonisches Gesamtbild zu erzeugen. Abschließend sorgen reizstarke Farben (warne Farben, intensive Farben, stark gesättigte Farben, unerwartete Farben) sowie hohe Farb- und Helligkeitskontraste punktuell für Aufmerksamkeit. Da sich die Einzelwirkungen addieren oder auch subtrahieren können, lässt sich der Grad der Aktivierung abgestuft steuern.

Einige gute Anregungen für das Finden von Farbschemata hat auch *Suzy Chiazzari* veröffentlicht. Obwohl eigentlich für die Farbwahl in Wohnräumen gedacht, lassen sich die vorgestellten Prinzipien auch sehr gut auf virtuelle Räume anwenden. Die Möglichkeit, Farbkombinationen auf einfache Art auszuprobieren (Chiazzari 2007, S. 217 ff.), hilft insbesondere Anfängern, grundlegende Farbschemata zu entwickeln. Die dort vorgenommene Aufteilung der Räume in Decke, Wand, Möbel und Fußboden lässt sich auf die Seitenbereiche Header, Background, Content-Elemente und Footer übertragen.

Bei der Farbfundung bieten auch Softwaretools (Color Schemer) Unterstützung an. Diese bestimmen ausgehend von einer Basisfarbe passende Farbharmonien, z. B. das Plug-in Kuler für den Adobe Dreamweaver. Eine umfangreiche Liste von webbasierten Generatoren für

Farbschemata findet sich z. B. auf *Jürgen Kollers* Website. Alternativ kann man auch fertige Farbschemata einsetzen, welche in den Galerien der einschlägigen Communitys zur freien Verwendung angeboten werden.

Mögliche symbolische Farbwirkungen von Zweierkombinationen aus den Farben Rot, Gelb, Blau, Grün, Orange, Braun und Schwarz können bei *Stefanie Bartel* (Bartel 2003, S. 44 f.) nachgeschlagen werden. Beispielsweise stehen in ihrer Matrix der Farbklänge die Kombinationen Braun-Gelb für „Wärme und Gemütlichkeit“ und Rot-Schwarz für „Brutalität, Bosheit, Hölle, negativ, Stärke“.

7.4.2 Formen

Formen gehören zusammen mit Farben zu den elementaren Bestandteilen eines Layouts. Sie finden sich überall wieder, im Großen (z. B. in der Bildschirmstruktur oder Hintergrundflächen) wie im Kleinen (z. B. als Schaltflächen oder Aufzählungszeichen („Bullets“) in Texten).

Anhaltspunkte für die Gestaltung von Formen gibt die Formenlehre, die bis in die Antike zurückreicht. Insbesondere die Gestaltpsychologie mit ihren Begründern *Max Wertheimer*, *Kurt Koffka* und *Wolfgang Köhler* hat zu Beginn des letzten Jahrhunderts viel zum Verständnis der Formwahrnehmung beigetragen und die bereits im Kap. 6.4.1 beschriebenen Gestaltgesetze hervorgebracht.

Dieses Kapitel klärt zunächst, was eine Gestalt ist und welche Eigenschaften sie hat (Abschn. 7.4.2.1) und wie Formen beschaffen sein müssen, damit sie leicht zu erkennen sind. Zu berücksichtigen sind dabei mögliche Fehlinterpretationen z. B. im Hinblick auf Form, Größe, Bewegung oder Bedeutung von Elementen, um unerwünschte Effekte zu vermeiden oder optische Täuschungen gezielt einzusetzen.

Der wichtigste Schritt bei der Formgebung ist es, Formen mit einer Symbolik auszuwählen bzw. zu gestalten, welche die Grundaussage des Webauftritts unterstützt.

Darüber hinaus lässt sich durch die Formgebung auf dem zweidimensionalen Monitor eine Dreidimensionalität vortäuschen, welche dem Designer eine weitere Dimension für die Strukturierung der Informationen und die visuelle Führung des Benutzers an die Hand gibt.

7.4.2.1 Gestalt

Nach Christian Freiherr von Ehrenfels, dessen Arbeit der Ausgangspunkt für die Gestaltpsychologie war, ist eine „Gestalt“ ein übersummatives Ganzes (also mehr als Summe seiner Bestandteile), das sich zudem durch Transponierbarkeit (also Übertragbarkeit) auszeichnet. Diese beiden Eigenschaften veranschaulichte er am Beispiel einer Melodie. Sie ist übersummativ, weil sie zwar aus einzelnen Tönen besteht, aber in ihrer Gesamtheit weit mehr ist, als die Summe der Töne. Transponierbar ist sie, weil sie die gleiche Melodie bleibt, auch wenn sie mit ganz anderen Tonhöhen gespielt wird, solange nur die Abstände zwischen den Tönen die gleichen bleiben (von Ehrenfels 1937).

Kernprinzip ist der Aristotelische Gedanke „*Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile*“, oder, wie Klaus Müller (Müller 2000, S. 31) treffend formuliert: „*Wir nehmen primär nicht Einzelheiten, sondern Ganzheiten wahr, aus denen wir die Einzelheiten dann herausschälen können. Ein Baby fügt nicht aus Nase, Mund und Augen ein Gesicht zusammen, sondern es sieht ein Gesicht als Ganzes, als freundliches Lächeln oder als bedrohliche Gefahr. Uns Erwachsenen geht es ähnlich. Wir nehmen Gestalten sinnvoll wahr und erleben lebensgeschichtliche Ereignisse als Gestaltphänomene. Etwas in uns drängt, das Ungestaltete zu formen und das Unfertige sinnvoll zu enden. Wahrnehmungen oder Ereignisse sind Gestalten in ihrer Ganzheit von Vordergrund und Hintergrund. Dies gilt für Wahrnehmungen im räumlichen Sinn ebenso wie für Lebensereignisse im zeitlichen Sinn. Der Mensch ist ein Erschaffer von Gestalten.*“

So können wir – dank unserer Schemata und ihrer Operationen – bereits mit nur wenigen Informationen eine Gestalt erkennen (Abb. 7.42).

Optische Mitte

Die optische Mitte von Objekten liegt etwas oberhalb der geometrischen Mitte, wie sich leicht am Beispiel des Buchstabens „H“ zeigen lässt. Auf der linken Seite in Abb. 7.43 ist der Buchstabe „H“ der Schriftart Arial in einer Größe von 44 Punkt abgebildet. Auf der rechten Seite wurde der Querbalken geometrisch exakt in die vertikale Mitte verschoben. Dennoch erscheint der linke Buchstabe symmetrischer und harmonischer.

Daher sollten Designer das zentrale Element einer Gestalt, die zentrale Aussage eines Textes und die wichtigste Information einer Webseite etwas oberhalb der jeweiligen Mitte platzieren.

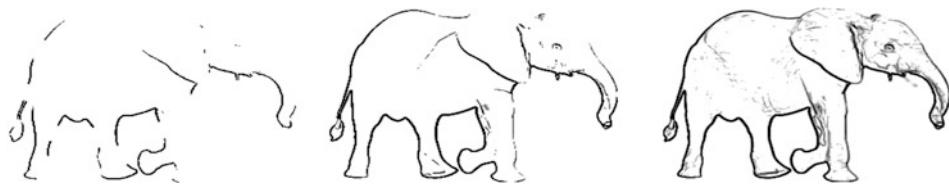


Abb. 7.42 Erkennen einer Gestalt

Abb. 7.43 Optische und geometrische Mitte



Optische Mitte

Geometrische Mitte

Richtung

Formen kann auch eine Richtung mitgegeben werden (Böhringer et al. 2006, S. 27), um den Blickverlauf des Benutzers zu steuern: Sie deuten in diejenige Richtung, in die sie sich (stärker als auf den anderen Seiten) symmetrisch (Abb. 7.44 links) oder asymmetrisch (Abb. 7.44 rechts) verjüngen. Entsprechend der Leserichtung in unserem Kulturkreis empfinden wir einen Verlauf von links oben nach rechts unten als absteigend (Abb. 7.44 rechts) bzw. eine umgekehrte Abfolge als aufsteigend.

Die Richtung lässt sich bei Personen, Tieren und den meisten Gegenständen auch durch die Wahl der Ansicht signalisieren. Wenn man die Vorderseite abbildet, so nähert sich etwas, bei der Rückseite entfernt es sich und eine Seitenansicht impliziert die jeweilige seitliche Bewegung (Abb. 7.45).

Bewegung

Auch in den statischen Medien lässt sich Dynamik und Bewegung erzeugen, indem man bewusst vom visuellen Gleichgewicht (siehe Kap. 6.4.1.8) abweicht, bspw. im Hinblick auf die Form oder die Anordnung von Objekten (Böhringer et al. 2006, S. 28).

Asymmetrie etwa signalisiert Spannung, Dynamik und Bewegung, während Symmetrie ruhig, ausgeglichen und auch etwas statisch wirkt (Abb. 7.46 links).

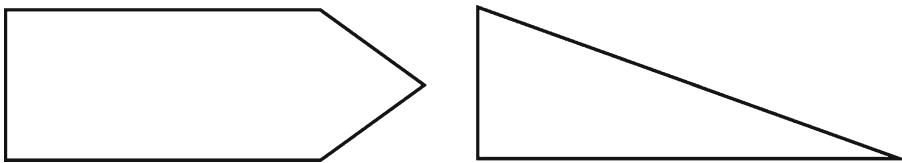


Abb. 7.44 Beispiel für die Richtung von Objekten durch Verjüngung



Abb. 7.45 Beispiel für die Richtung von Objekten durch Ansichtswahl

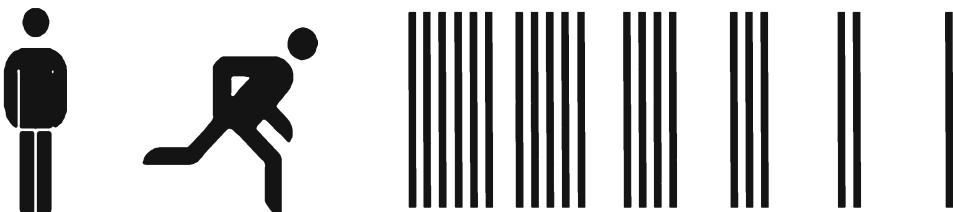


Abb. 7.46 Beispiel für Bewegung durch Asymmetrie (2. v. links) und progressive Anordnung (rechts)

Durch die Anordnung der Elemente lässt sich ebenfalls Bewegung erzeugen, wenn sie „in Größe, Form und Abstand eine rhythmische Reihe, eine Progression“ ergibt (Böhringer et al. 2006, S. 28). Die progressive Anordnung der Linien rechts in Abb. 7.46 erzeugt bspw. eine nach links gerichtete Bewegung: Da jede Linie quer zur Leserichtung für die visuelle Wahrnehmung eine Barriere (einen Impuls) darstellt, die zu überwinden (zu verarbeiten) eine gewisse Zeit dauert, wird der Blickverlauf mit abnehmender Zahl und zunehmendem Abstand der Linien immer stärker gebremst. Diesen Effekt macht man sich z. B. auch im Straßenverkehr zu Nutze, um Fahrzeugführern vor Gefahrenstellen eine höhere Fahrzeuggeschwindigkeit vorzutäuschen und sie zum Bremsen zu veranlassen.

7.4.2.2 Formwahrnehmung

Sobald wir unseren Blick auf ein Bild richten, entscheiden wir innerhalb einer Hundertstelsekunde, was für uns wichtig ist (also Objekt) und was uns weniger wichtig erscheint (also als Hintergrund interpretiert wird).

Damit wir eine Figur leicht vom Hintergrund unterscheiden können, ist es unerlässlich, dass sich die Figur vom Grund abhebt, also einen ausreichenden Helligkeits- und/oder Farbkontrast aufweist (Abb. 7.47).

Unser Wahrnehmungssystem besitzt die Fähigkeit, Objekte voneinander zu trennen, und es strebt zugleich nach Einfachheit, Klarheit und Übersichtlichkeit. Leichter als Figur zu identifizieren (Weber 1990; Thissen 2003; Lidwell et al. 2004; Merten 2008) sind Objekte, die

- geometrischen Basisformen folgen, wie bspw. Dreiecke, Vierecke oder auch Kreise und andere konvexe (nach außen gewölbte) Formen;
- klein sind, während große Flächen eher als Hintergrund wahrgenommen werden;
- eine eindeutige Form haben und mit Konturlinien umrandet sind, während offene, unbegrenzte Elemente eher den Hintergrund darstellen;
- einen hohen Schärfegrad aufweisen, während unscharfe Elemente eher in den Hintergrund treten;
- hell sind, während dunkle Elemente tendenziell als Hintergrund interpretiert werden;
- eine inhaltliche Bedeutung haben oder
- symmetrisch angeordnet sind.

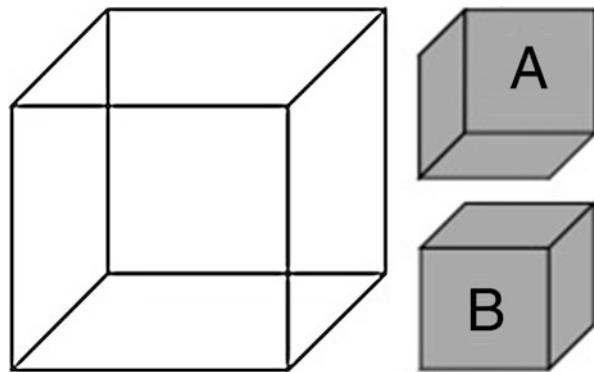
Problematisch für die Identifikation von Figur und Hintergrund sind solche Bilder, bei denen sich zu viele Elemente auf dem Hintergrund befinden, Figur und Grund nicht strikt voneinander getrennt sind oder sogar ineinander übergehen.

Der Necker Würfel (Abb. 7.48) ist benannt nach dem Schweizer Geologen *Louis Albert Necker* (1786–1861), der den Effekt der bistabilen Wahrnehmung zuerst beschrieb. Er ist ein Beispiel für Kippbilder, bei denen die Interpretation des Bildes zwischen zwei Alternativen hin und her kippt, in diesem Fall zwischen den Varianten A und B.



Abb. 7.47 Erkennen von Figuren durch Kontrast

Abb. 7.48 Necker Würfel



Beide Interpretationsmöglichkeiten erscheinen uns in etwa gleich wahrscheinlich. Da unsere Wahrnehmung jedoch mehrere Elemente eines Bildes nicht simultan verarbeiten kann, sondern nur sequentiell, schwanken wir zwischen den Alternativen. Dasjenige Element, auf welches wir uns (zuerst) konzentrieren, nehmen wir auch (als Erstes) als Figur wahr. Welches das aber ist, lässt sich nicht vorhersagen.

Darüber hinaus weichen das menschliche Augenmaß und geometrische Messungen häufig voneinander ab; das wurde bereits am Beispiel der optischen Mitte gezeigt. Wie sehr sich die menschliche Wahrnehmung narren lässt, zeigt auch der deutsch-amerikanischen Psychologe und Philosoph *Hugo Münsterberg* (1863 – 1916) mit der verschobenen Schachbrettfigur (Münsterberg-Illusion) auf der linken Seite der Abb. 7.49, bei der tatsächlich alle Linien gerade sind (Münsterberg 1987, S. 185).

Viele Künstler nutzen die Fehlinterpretation des Gesehenen durch unsere Wahrnehmung, um verblüffende Kunstwerke zu schaffen. *Maurits Cornelis Escher* (1898 – 1972) war ein niederländischer Künstler und Grafiker, der vor allem als Meister der Darstellung unmöglichiger Figuren bekannt wurde. Der Ausschnitt aus „Ascending and Descending“ (1960) im rechten Teil der Abb. 7.49 zeigt seine Interpretation der Penrose-Treppe von 1958 (Escher 1960).

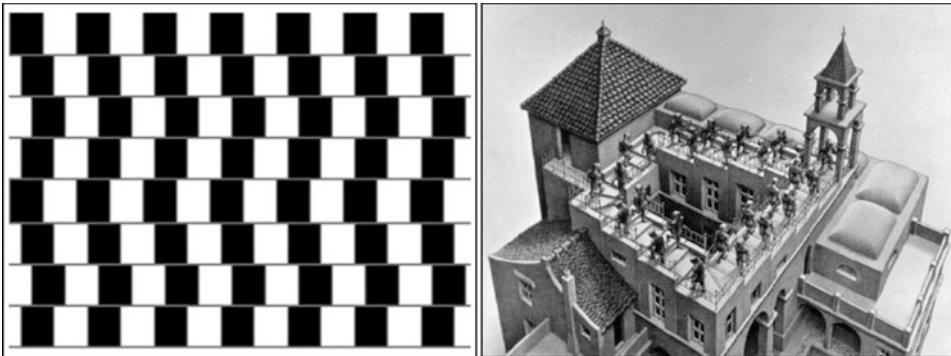


Abb. 7.49 Optische Täuschungen von Münsterberg (links) und Escher (rechts)

Auch dem Webdesigner sollten optische Täuschungen bekannt sein, um unerwünschte Effekte zu vermeiden oder Trugbilder gezielt einzusetzen. Die Fehlinterpretationen können z. B. im Hinblick auf Form, Größe, Farbe, Bewegung oder Bedeutung von Elementen auftreten.

Formtäuschung

Die in der linken Hälfte der Abb. 7.49 abgebildete **Münsterberg-Illusion** ist ein schönes Beispiel, wie wir uns in der Form irren können. Auch bei der **Heringschen Täuschung** aus dem Jahr 1870 (Abb. 7.50), benannt nach ihrem Entdecker, dem deutschen Physiologen *Ludimar Hermann* (1838 – 1914), erscheint uns die Form anders als sie ist. Bei genauem Hinschauen scheinen die Linien in der Mitte konkav gewölbt zu sein, obwohl sie tatsächlich gerade sind.

Größentäuschung

Einige optische Täuschungen kann man sich im Webdesign zu Nutze machen, um Objekte im Auge des Betrachters größer oder entfernter erscheinen zu lassen, als sie es in der Realität sind.

Bereits im Jahre 1913 wurde von dem italienischen Psychologen *Mario Ponzo* (1882 – 1960) die **Ponzo-Täuschung** beschrieben, die wie Eisenbahnschienen aussieht: Zwei horizontale Balken auf zwei aufeinander zulaufende vertikale Balken (Abb. 7.51 links).

Unsere Wahrnehmung fasst zusammenlaufende Linien als eigentlich parallele Linien auf, die in großer räumlicher Tiefe ihrem Fluchtpunkt zustreben. Auf Grund der räumlichen Interpretation schlussfolgern wir unbewusst, dass der obere Querbalken weiter entfernt als der untere ist und deshalb bei identischer Länge eigentlich wesentlich kleiner wirken müsste. Gleichzeitig erreicht unser Gehirn aber die Information von der Retina, dass beide Horizontalen dort gleich groß abgebildet sind. Dies lässt sich mit der perspektivischen Erfahrung nur dann in Übereinstimmung bringen, wenn die weiter entfernte Horizontale länger wäre. Um eine kognitive Dissonanz zwischen dem Gesehenen und den

Abb. 7.50 Heringsche Täuschung

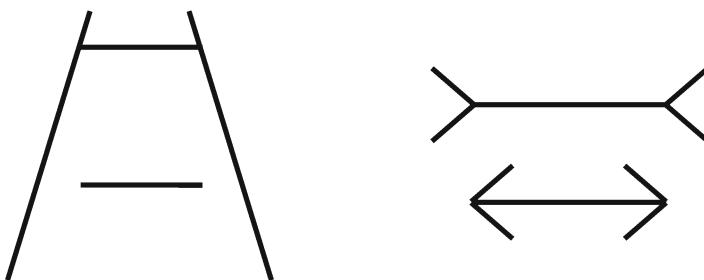
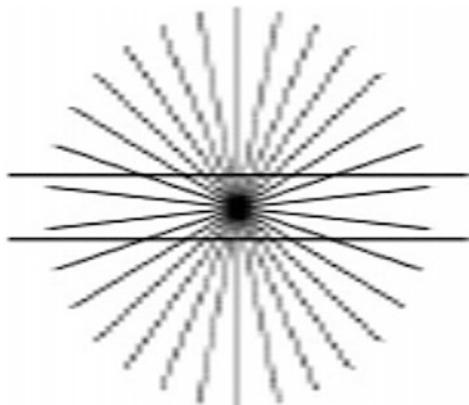


Abb. 7.51 Ponzo-Täuschung (links) und Müller-Lyersche Täuschung (rechts)

gespeicherten Wahrnehmungsregeln zu vermeiden, gaukelt uns unser Gehirn deshalb vor, wir sähen die obere Horizontale länger als die untere.

Ein weiteres Beispiel für die geometrisch-optische Größentäuschung ist die seit ca. hundert Jahren bekannte **Müller-Lyersche Täuschung**, benannt nach ihrem Entdecker, dem deutschen Soziologen und Psychiater Franz. C. Müller-Lyer (1857 – 1916). Abb. 7.51 rechts zeigt zwei Linien, die jeweils von Pfeilspitzen begrenzt sind. Die Linie mit den nach außen gerichteten Pfeilspitzen scheint länger zu sein als die Linie mit den Pfeilspitzen nach innen, obwohl beide exakt die gleiche Länge aufweisen.

Ungefähr ein Dutzend Theorien wurden entwickelt, um dieses Phänomen zu erklären. Wahrscheinlich ist, dass unsere Wahrnehmung bei der Größenabschätzung der Linien sich auf das Gesamtobjekt inklusive Pfeilspitzen bezieht.

Mit der **Titchenersche Täuschung** zeigte der US-amerikanischen Psychologe Edward Titchener (1867–1927), dass die Größe eines Objekts in Abhängigkeit von

seinen Umgebungsobjekten eingeschätzt wird. Ein bekanntes Phänomen ist der wahrgeommene Durchmesser des Mondes, der größer eingeschätzt wird, wenn dieser Trabant nur knapp über dem Horizont steht. In Abb. 7.52 wirkt der mittlere Kreis auf der linken Seite auf den ersten Blick größer als der auf der rechten Seite, obwohl beide tatsächlich gleich groß sind.

Bewegungstäuschung

Bewegungstäuschungen entstehen entweder beim Perspektivenwechsel des Betrachters oder beim peripheren Sehen meist in denjenigen Bereichen, die gerade nicht fokussiert werden. Wahrscheinlich führt die unterschiedlich schnelle Weiterleitung von verschiedenen starken Kontrasten und Helligkeiten des Musters durch die Peripherie der Retina in den nachgeschalteten Prozessen der optischen Verarbeitung zur Fehlinterpretation. Die Werke von Akiyoshi Kitaoka und Hiroshi Ashida sind anschauliche Beispiele für diesen Effekt. Abb. 7.53 zeigt die Bewegungstäuschung „Similar to the Ouchi illusion“ von Kitaoka (Kitaoka 2016), bei der die Streifen von verlängerten Rechtecken zu springen scheinen, während der Blick über das Bild gleitet.

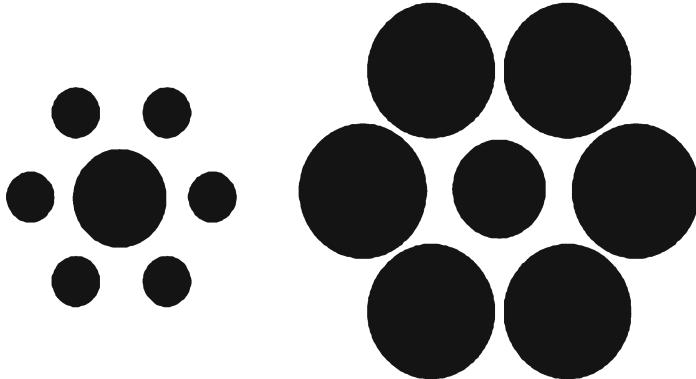


Abb. 7.52 Titchener'sche Täuschung

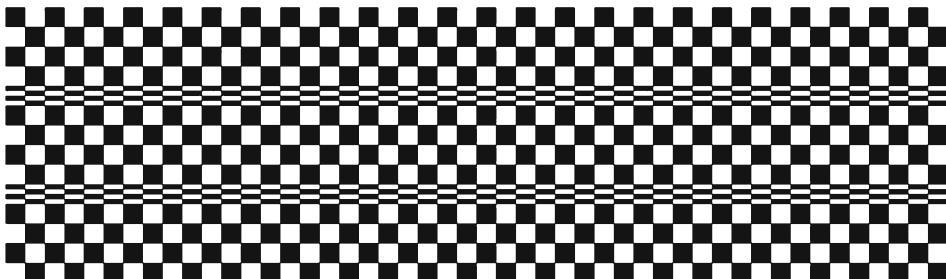


Abb. 7.53 Bewegungstäuschung von Kitaoka

Bedeutungstäuschung

Kippbilder und Vexierbilder haben die Eigenschaft, dass in einem Bild mehrere Interpretationsmöglichkeiten enthalten sind und sich die Bedeutung des Bildes ändern kann.

Zur Veranschaulichung soll zunächst ein Kippbild dienen, in diesem Fall die Rubinsche Vase (Abb. 7.54 links), benannt nach dem dänischen Psychologen *Edgar J. Rubin* (1886 – 1951). Dort sind zwei Gesichter im Profil und eine Vase zu sehen. Da sich unsere Wahrnehmung nicht zwischen den beiden Bedeutungen entscheiden kann, kippt die Interpretation des Bildes zwischen den Alternativen hin und her.

Vexierbilder sind Suchbilder, die auf den ersten Blick nicht erkennbare Figuren enthalten, wie z. B. der Landschafts-Kopf des böhmischen Zeichners und Kupferstechers *Wenzel Hollar* (1607 – 1677) rechts in Abb. 7.54 (Philippovich 1966, S. 23).

Auch Bilder, die aus verschiedenen Perspektiven unterschiedliche Bildinhalte vermitteln oder nur unter einem bestimmten Blickwinkel bzw. mittels eines speziellen Spiegels oder Prismensystems erkennbar (Anamorphosen) und scheinbar korrekt konstruierte Bilder sind, deren Perspektive sich als unmöglich entpuppt (unmögliche Figuren; siehe Abb. 7.49 rechts) zählen dazu.

7.4.2.3 Symbolik der Formen

Einfache geometrische Formen haben eine Nachrichtenfunktion, die auf bereits angelegten Schemata beruht und die wir unbewusst wahrnehmen. Solche Basisformen begegnen uns überall im täglichen Leben und signalisieren uns eine spezielle Eigenschaft (Abb. 7.55).

Das bekannteste Beispiel dürften Verkehrszeichen sein, die je nach Kategorie eine charakteristische Form (und Farbe) aufweisen, um sich so das erlernte Reiz-Reaktions-Schema der Form zu Nutze zu machen. Beispielsweise steigert der Anblick eines dreieckigen Schildes im Straßenverkehr automatisch die Aufmerksamkeit des Betrachters.

Die Wirkung von Formen lässt sich durch die Farbwahl verstärken oder abschwächen. So wirkt ein blaues Rechteck viel determinierter als eines in Rosa.



Abb. 7.54 Kippbild „Rubinsche Vase“ (links) und Vexierbild Hollarscher „Landschafts-Kopf“ (rechts)

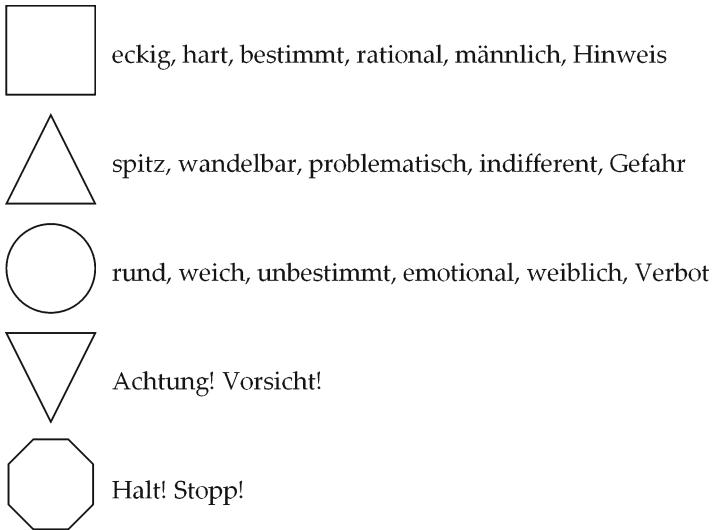
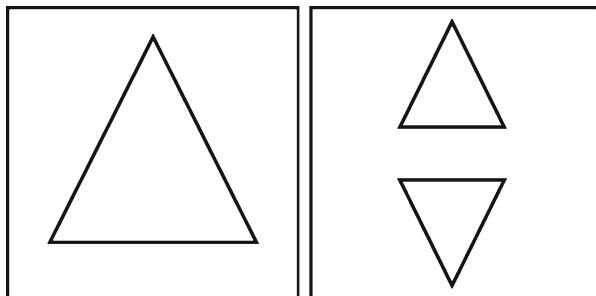


Abb. 7.55 Inhaltliche Bedeutung geometrischer Grundformen

Abb. 7.56 Kontextabhängige Interpretation geometrischer Grundformen



Die Bedeutung von Formen ist allerdings nicht absolut, sondern erschließt sich genau wie die von Farben im Kontext vor dem Erfahrungshintergrund (den Schemata) des Beobachters: Während die Dreiecksform im Straßenverkehr als Warnung interpretiert wird (Abb. 7.56 links), hat sie in Aufzügen eine andere Bedeutung (Abb. 7.56 rechts).

Daher sollten Formen – von großen Flächen bis hin zu den kleinsten Aufzählungszeichen – durchdacht und in Übereinstimmung mit der grundsätzlichen Botschaft des Webauftritts eingesetzt werden. Für das Internetangebot eines Floristen würden sich auf Grund der Emotionalität des Themas und der natürlichen Form von Pflanzen bspw. runde Elemente besser eignen als eckige, und auf der Website eines Automobilhauses wäre es wegen der Assoziation mit einem Warndreieck grundverkehrt, die Auflistung von technischen Daten eines Fahrzeugs mit dreieckigen Aufzählungszeichen zu gestalten!

Um Missverständnisse bei der Interpretation zu vermeiden, sind insbesondere komplexe Figuren immer daraufhin zu prüfen, ob sie einem kulturhistorisch geprägten Zeichensatz angehören.

Für das Empfinden von Schönheit sind Symmetrien bei allen Formen (z. B. auch bei Bauwerken oder dem menschlichen Gesicht) ein wichtiges Maß. Sie sind Ausdruck von Sorgfalt und Konstanz, und wirken ruhig, ausgeglichen, aber auch etwas statisch, während Asymmetrie Spannung, Dynamik und Bewegung signalisiert (siehe auch Abb. 7.46).

7.4.2.4 Dreidimensionalität durch Formen

Fernseher, Computermonitore und Papierausdrucke gestatten lediglich eine zweidimensionale Darstellung von Informationen. Oft kann es jedoch gewollt sein, einen Eindruck von Räumlichkeit zu erzeugen, z. B. um die Aktualität oder Bedeutung von Informationen intuitiv erfassbar zu signalisieren. Es existieren mehrere Möglichkeiten, unsere visuelle Wahrnehmung zu überlisten und Dreidimensionalität vorzutäuschen (Böhringer et al. 2006, S.33 f.); hinsichtlich der Formgebung sind dies vor allem Größenunterschiede, Beleuchtungseffekte, (Un-) Vollständigkeiten und perspektivische Darstellungen (Abb. 7.57).

Der räumliche Eindruck entsteht dadurch, dass unsere Wahrnehmung von zweidimensionalen Informationen durch Erfahrungen (Schemata) aus der realen Welt angereichert wird und zu kognitiver Dissonanz führt. So wissen wir, dass

- das größere von zwei identischen Objekten sich näher an unserer Position befindet;
- Lichtquellen auf Objekten ein der räumlichen Form entsprechendes Beleuchtungsmuster sowie einen Schattenwurf erzeugen. Da Objekte in der Realität meist von oben beleuchtet werden, legt ein heller Rand oben eine Erhebung nahe, ein dunkler Rand unten einen Schatten auf Grund einer Vertiefung. So lassen sich bei Schaltflächen durch eine helle obere und dunkle untere Konturlinie ein hervorstehender Knopf simulieren und durch umgekehrte Helligkeitsverhältnisse ein eingedrückter;
- die Schärfe der Kontur mit großer Entfernung abnimmt;
- Objekte, die man nicht vollständig sehen kann, weil sie von anderen Elementen zum Teil bzw. halbtransparent verdeckt sind, hinter diesen liegen;
- Objekte beim Blick in die Ferne perspektivisch verzerrt wirken.

Da uns kognitive Dissonanz Unbehagen bereitet, versucht unser Gehirn, das Gesehene und die gespeicherten Wahrnehmungsregeln wieder in Übereinstimmung zu bringen. Die Reorganisation der etablierten Schemata wäre auf Grund ihrer Verfestigung und der vielfältigen Verflechtungen sehr aufwändig. Der einfachere Weg ist daher, uns vorzugaukeln, wir sähen dreidimensionale Figuren.



Abb. 7.57 Beispiele für das Erzeugen räumlicher Eindrücke

7.4.3 Texte

Text ist wie in Printmedien so auch in der überwiegenden Mehrzahl aller Webapplikationen der wichtigste Informationsträger. Er eignet sich in besonderem Maße für die Vermittlung von Fakten, Namen und Orten oder, in Verbindung mit (Schritt-für-Schritt-) Animationen, um Prozessabläufe zu veranschaulichen (Outing und Ruel 2004). Darüber hinaus wird er benötigt als Alternative für alle Nicht-Text-Elemente sowie als Untertitel und alternative Informationsdarstellung bei Audio- und Videoinhalten.

Dieses Kapitel beschreibt elementare Grundlagen der Gestaltung von Text. Möglichkeiten der Recherche sind in Kap. 6.3.3.1 aufgeführt und Informationen zur Realisierung in Kap. 8.1 (Textformate), Kap. 8.6 (Dokumentenbeschreibung), Kap. 8.7.2.1 bis Kap. 8.7.2.3 (Kompressionsverfahren) und Kap. 8.8.1 (Werkzeuge).

Das oberste Ziel der meisten Webseitenbesucher ist die Informationsgewinnung. Ein stimmiges Textdesign, das die Kernaussage der Internetpräsenz transportiert, ist zwar auch wichtig, das Hauptaugenmerk sollte jedoch auf der Befriedigung des Informationsbedürfnisses liegen. Dementsprechend ist eine hohe Sorgfalt bei Gestaltung des Inhalts notwendig (Abschn. 7.4.3.1).

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass das Leseverhalten am Bildschirm vom üblichen Lesen abweicht: Die große Mehrheit der Betrachter „überfliegen“ das Geschriebene meist nur oder drucken die ihnen interessant erscheinenden Textpassagen aus. Die inhaltsgleiche Übernahme aus einem gedruckten Artikel ist deshalb nicht sinnvoll. Artikel müssen speziell für das Web verfasst sein, d.h. thematisch strukturiert in miteinander über Links verbundene Textteile zerlegt sein (Abb. 7.58).

Die Strukturierung eines Artikels (Makrotypografie) ist ein wesentliches Kriterium dafür, welche Informationen vom Besucher wahrgenommen werden (Abschn. 7.4.3.2). Zusätzlich verringert die Verteilung des Hypertextes auf mehrere Seiten den Scrollaufwand, was vor allem deshalb wichtig ist, da nicht alle Nutzer längere Seiten bis zum Ende scrollen.

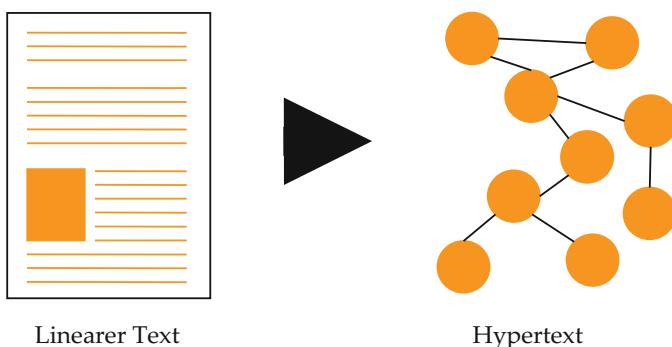


Abb. 7.58 Aufbereitung von Text als Hypertext

Natürlich sollte man keinen thematisch zusammenhängenden Text auf mehrere Seiten aufteilen, obwohl viele Portale dies praktizieren. Dadurch steigt zwar die Anzahl der Seitenaufrufe (Page Impressions), aber Effizienz und Zufriedenstellung der Benutzer sinken.

Letztlich muss man bedenken, dass das Lesen von Text auf einem Monitor anstrengender und unangenehmer ist als das Lesen auf Papier, weil die Bildschirmauflösung deutlich geringer ist und man dabei direkt in eine Lichtquelle blickt. Der Leser ist unkonzentrierter und um 25 % – 20 % langsamer. Deshalb sollte man sich bemühen, Texte so leicht wie möglich erfassbar zu gestalten. Dazu gehört neben der Aufbereitung als gut strukturierter Hypertext, dass man die Textmenge auf ca. 50 % des im Druckbereich Üblichen reduziert (Nielsen 2001, S. 101), die Wirkung des relativ reizarmen Textes nicht durch die simultane Präsentation von Audio und Video überdeckt sowie die Grundregeln der Barrierefreiheit (siehe Kap. 3.2) und der Informationsdarstellung (z. B. Teil 12 der ISO-Norm 9241, siehe Abschn. 7.4) umsetzt, insbesondere also Erkennbarkeit, Unterscheidbarkeit, Lesbarkeit, Verständlichkeit, Klarheit, Kompaktheit und Prägnanz sowie Konsistenz.

Während Inhalt und Struktur vornehmlich zu Verständlichkeit, Klarheit, Kompaktheit und Prägnanz beitragen, steht bei der mikrotypografischen Gestaltung mit der Auswahl einer für die zu transportierende Stimmung geeigneten Schrift und deren Parameter (wie Schnitt, Größe etc.), insbesondere die Erkennbarkeit, Unterscheidbarkeit, Lesbarkeit und Konsistenz, im Vordergrund (Abschn. 7.4.3.3).

7.4.3.1 Inhalt

Der Inhalt von Texten sollte passgenau auf die Zielgruppe ausgerichtet sein und insbesondere deren Interessen, (Vor-) Wissen und Fähigkeiten sowie Umgangsformen und Kommunikationsregeln entsprechen.

Gerade im Web wollen sich die meisten Leser nicht mit langen Texten befassen, sondern so schnell wie möglich an die gesuchten Informationen gelangen. Um **Struktur und Prägnanz** zu erreichen, entwickelt man zunächst den „roten Faden“ eines Textes, indem man sich auf das Ziel konzentriert, das mit dem Text angestrebt werden soll, und sowohl den daraus resultierenden Informationsbedarf („Need-to-know“) als auch vorhandene (Vor-) Kenntnisse der Zielgruppe berücksichtigt. Damit der Leser ohne Umwege oder Gemeinplätze von seinem Ausgangspunkt zu seinem Ziel gelangt, sollte man sich auf das Wesentliche beschränken und unwichtige Details („Nice-to-know“) vermeiden. Gegebenenfalls bieten diese sich in einem zusätzlichen, detailreicheren Artikel (vor allem zum Ausdrucken) an.

Prägnant sind solche Formulierungen, welche die Aussage „auf den Punkt bringen“. Beispielsweise lässt sich das gegenseitige Einstehen von D'Artagnan, Aramis, Porthos und Athos in Alexandre Dumas' Roman „Les trois mousquetaires“ (frz. für „Die drei Musketiere“) kurz und treffend mit deren Motto „Einer für Alle, Alle für Einen“ ausdrücken.

Einfachheit und Verständlichkeit erleichtern das Textverständnis und sorgen dafür, dass die Informationen für die Zielgruppe schnell erfassbar sind. Am Leseniveau der Besucher ausgerichtete Texte vermeiden überflüssige kognitive Last und sorgen dadurch für

eine aufnahmebereite Grundstimmung beim Leser. Dazu zählen ein einfacher Satzbau (kurze Sätze, keine verschachtelten Sätze) und eine Wortwahl, die dem sprachlichen Niveau der Zielgruppe entspricht. So vermeidet das Verwenden kurzer und allgemein geläufiger Worte Verständnisprobleme, die sich aus einem geringen Wortschatz ergeben können, z.B. bei niedrigem allgemeinen Bildungsniveau oder wenn Deutsch praktisch eine Fremdsprache ist.

Fach-, Fremd- und Kunstmotive sowie insbesondere Anglizismen können nur dann benutzt werden, wenn sie allen Zielgruppenmitgliedern bekannt sind und diese von dem Webauftritt erwarten, dort korrekte Fachtermini statt umgangssprachlicher Ausdrücke zu lesen. Beispielsweise würde man auf einem Seefahrtsportal die Begriffe „Steuerbord“, „Backbord“, „Bug“ und „Heck“ erwarten und die umgangssprachlichen Begriffe in Fahrtrichtung links, rechts, vorne und hinten als Zeichen von Inkompakten werten.

Gleicher gilt für Abkürzungen: Sie müssen in der Zielgruppe allgemein bekannt sein. Selbst dann sollte man diese einheitlich zu Beginn des Textes einführen (z.B. bei deutschen Begriffen „[...] Softwareentwicklung (SWE) [...]“ und bei fremdsprachlichen „[...] Lernplattform (Learning-Management-System, LMS) [...]“), denn sie sind selbst innerhalb einer Fachterminologie bzw. Zielgruppe nicht immer eindeutig. So kann z.B. ein Wirtschaftsinformatiker unter „ASP“ Microsofts Technologie für das Server-seitige Generieren von Webseiten mittels Skriptsprachen verstehen (Active Server Pages), der zweite einen Anwendungsdienstleister (Application Service Provider) und der dritte einen Teil des Videokomprimierungsstandards MPEG-4 (Advanced Simple Profile).

Auch bei der Konjugation beschränkt die Forderung nach Verständlichkeit die Möglichkeiten. Generell sollten Texte eher aktiv statt passiv formuliert sein und das Substantivieren von Verben vermieden werden. Das sprachliche Niveau der Leser beeinflusst darüber hinaus die Wahl von Modus und Tempus: bei einigen Projekten muss man sich auf den Modus Indikativ sowie die Tempi Präsens, Perfekt und Plusquamperfekt beschränken, während man bei anderen Webangeboten zusätzlich die Modi Imperativ und Konjunktiv bzw. die Tempi Präteritum, Futur I, Futur II und sogar Konditional I und II verwenden kann.

Treffende Bezeichnungen und konkrete Beispiele, die typisch für den Anwendungsbereich und den Erfahrungshintergrund der Besucher sind, machen einen Text **anschaulich**, und eine **abwechslungsreiche** Wortwahl steigert das Lesevergnügen. Synonymwörterbücher helfen, Monotonie durch Wortwiederholungen zu vermeiden.

Eine Überprüfung der Inhalte auf Eindeutigkeit und Freiheit von Mehrdeutigkeiten bzw. auf Widersprüche trägt zu **Klarheit** und **Glaubwürdigkeit** bei. Neben Fakten können auch Meinungen die Grundlage von Texten sein. Im Sinne der Glaubhaftigkeit sollten diese aber kein übertriebenes Eigenlob enthalten.

Zusätzlich zur inhaltlichen **Fehlerfreiheit** sind auch Grammatik, Orthografie und Interpunktions Indikatoren für die Glaubwürdigkeit einer Website. Texte mit vielen formalen Fehlern lassen den Leser schnell auch an der inhaltlichen Sorgfalt und Richtigkeit der Informationen zweifeln.

Das Einhalten von **Umgangsformen und Kommunikationsregeln** der Zielgruppe vermeidet inneren Widerstand beim Besucher, welcher die Informationsaufnahme erschweren würde. Beispielsweise ist das „Duzen“ bei einer sehr jungen Zielgruppe normal

und drückt Gleichheit, Nähe und Vertraulichkeit aus, während das „Siezen“ als förmlich und distanziert empfunden wird. Eine ältere Zielgruppe hingegen differenziert viel stärker, von wem sie ein „Sie“ als Zeichen gegenseitigen Respekts erwartet und von wem sie die Nähe der „Du“-Form akzeptiert.

7.4.3.2 Struktur (Makrotypografie)

Nachdem eine klare, folgerichtige Struktur des Inhalts gefunden ist, macht man diesen „roten Faden“ für den Benutzer optisch sichtbar. Beim Schreiben von Textblöcken eignet sich der umgekehrte Pyramidenstil (also in der Reihenfolge Überschrift, kurze Zusammenfassung/Teaser, Detail) wie in Zeitungstexten. Zwischenüberschriften, das Zusammenfassen zusammenhängender Informationen in kurzen Absätzen oder durch den Einsatz von Listen und Tabellen erleichtern dabei die Informationsaufnahme. Wie stark sich die Struktur auf die Bereitschaft des Betrachters auswirkt, eine Text zu lesen, verdeutlicht Abb. 7.59.

Beim Öffnen einer Seite ziehen dominante Kopfzeilen die Blicke auf sich. Empirische Studien haben gezeigt, dass sich unsere Augen auf „textlastigen“ Seiten in einer F- oder E-förmigen Kurve bewegen (siehe Kap. 6.4.3). Daher ist es sinnvoll, die Inhalte entlang dieses Blickverlaufs nach ihrer Bedeutung und Erfassbarkeit anzurichten. Vor allem Texte bzw. Überschriften und nicht die Bilder sind Einstiegspunkte in einen Artikel (Abb. 7.60).

Durchschnittlich bekommt eine Überschrift weniger als eine Sekunde Aufmerksamkeit. Leser betrachten oft nur die ersten paar Worte von Überschriften und Teaser und lesen die jeweilige Zeile nur dann weiter, wenn diese ihr Interesse wecken konnte (Outing und Ruel 2004). Überschriften sollten deshalb mit den wichtigsten Schlagwörtern beginnen und die zentralen Informationen bereits in den ersten beiden Absätzen positioniert sein. Weitere Schlagworte sollten am linken Seitenrand positioniert sein; sie können genau wie Zwischenüberschriften und auch Links als zusätzliche Einstiegspunkte in den Text dienen.

Ein Absatz dient dem Ausdruck genau eines Gedankens, damit der Leser nichts Wesentliches „überfliegt“. Die einzelnen Textabschnitte müssen vor allem im oberen Bereich des Artikels kurz gehalten sein, da lange Texte deutlich seltener gelesen werden. Zwischen Absätzen hilft ein größerer Abstand (Mikro-Weißraum), das Auge zu entspannen und den Absatz als optische Einheit wahrzunehmen. Mikro-Weißraum bezeichnet die „leeren“ Stellen innerhalb eines Bildschirmelements (insbesondere innerhalb eines Textes), während Makro-Weißraum die leeren Stellen zwischen den Seitenelementen bezeichnet. Der Weißraum lässt sich sowohl zur Strukturierung des Textes (passiver Weißraum), als auch zur optischen Benutzerführung (aktiver Weißraum) nutzen. Setzlinien oder Unterstreichungen bei Überschriften hingegen wirken wie eine visuelle Barriere und halten viele Leser davon ab, den Inhalt nach der Barriere zu beachten (Outing und Ruel 2004).

Für eine bessere Übersicht eignen sich Aufzählungen hervorragend; vor allem vertikale Aufzählungen sind ein besseres Strukturierungsmittel als ganze Sätze. Nummerierungen sind für Leser dann sehr benutzerfreundlich, wenn es darum geht, eine klare Reihenfolge oder Hierarchie zu vermitteln (Nielsen und Loranger 2006, S. 271).

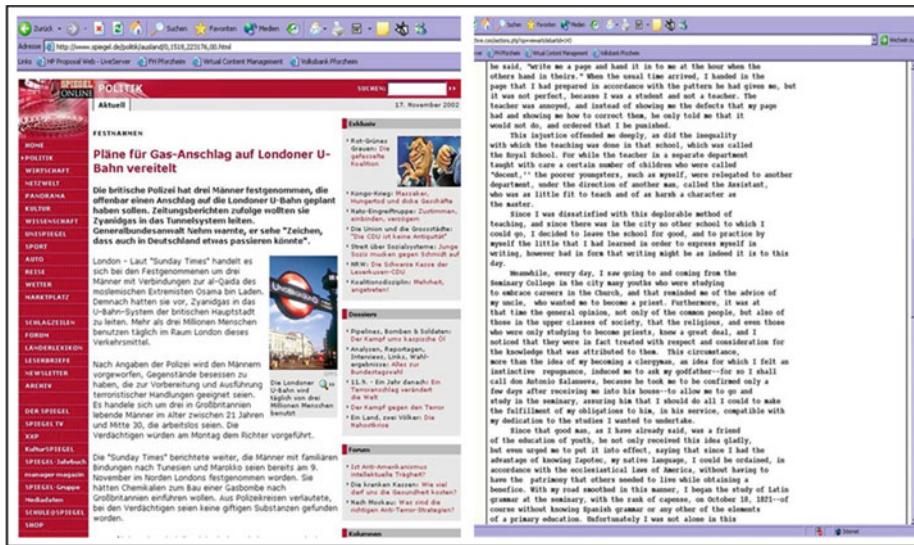


Abb. 7.59 Beispiele für Textstruktur: richtig und falsch

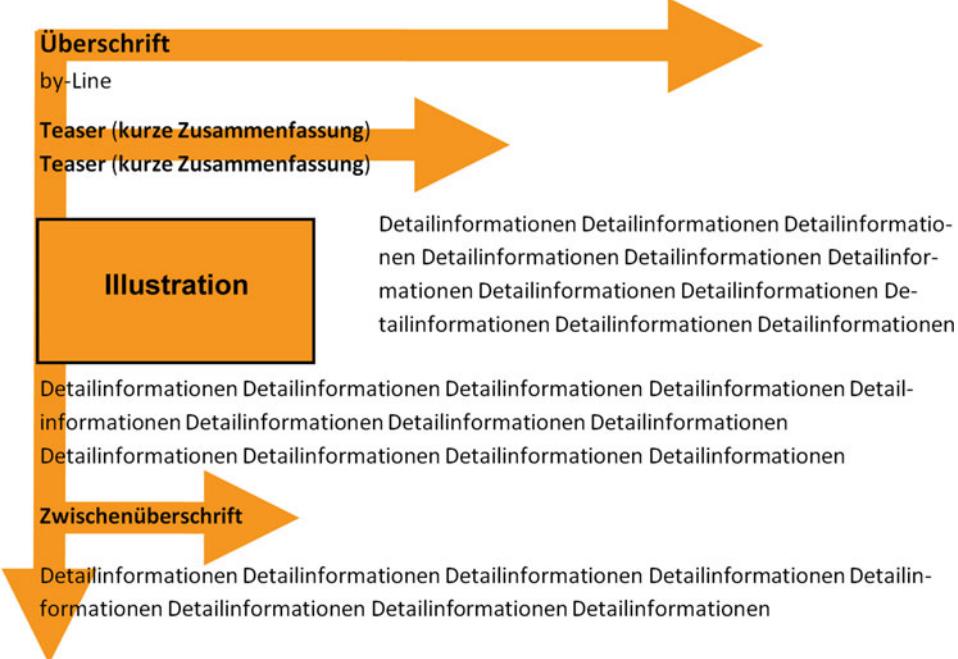


Abb. 7.60 F-/E-Kurve

Die unteren Teile einer Seite, insbesondere diejenigen außerhalb des initialen Sichtbereichs, bekommen die wenigsten Blickkontakte. Aber viele Leser überfliegen diesen Bereich sehr wohl und wenn sie dort Eye-Catcher, wie interessante Überschriften oder hervorstechende Wörter finden, lesen sie dort auch (Outing und Ruel 2004). Allerdings darf man nicht zu viel optisch hervorheben, da die Wirkung sonst verloren geht und der Überblick leidet. Horizontales Scrollen ist auf jeden Fall zu vermeiden!

Überschriften und Anreißer

Kleinere Überschriften sorgen für konzentrierteres Lesen, während größere ein Überfliegen der Seite fördern. Wenn die Überschriften deutlich größer gesetzt sind als die darunter stehenden Anreißer (Teaser), werden die Überschriften auf der Seite überflogen und die Teaser weitgehend ignoriert, wahrscheinlich weil die Leser davon ausgehen, dass die Überschrift das wichtige Element in der Kombination von beiden ist (Outing und Ruel 2004).

Absatzausrichtung

Bei der Textausrichtung im Blocksatz können wegen fehlender Silbentrennung im Browser größere Lücken im Text entstehen. Dadurch wirkt der Text zerrissen und unruhig. Die identischen Zeilenlängen nehmen dem Benutzer die Möglichkeit, sich unbewusst am rechten Rand des Textes zu orientieren. Gerade bei längeren Texten entsteht der Eindruck einer grauen, ausdrucklosen Mauer aus Text.

Zentrierter Flattersatz wirkt zwar edel, ist aber schwer lesbar, da unsere Augen es gewohnt sind, sich beim Zeilenwechsel in einer vertikalen Fluchlinie zu bewegen. Daher ist diese Satzart vor allem für Zwischenüberschriften geeignet oder bei relativ kurzen Texten, wenn sie wartungskonform ist (z. B. Speisefolgen, Liedertexte).

Rechtsbündiger Flattersatz ist selten zu sehen und erregt daher Aufmerksamkeit. Allerdings ist er auf Grund unserer Lesegewohnheiten anstrengend zu lesen und nur punktuell für sehr kurze Texte wie Menüpunkte geeignet. Mengentexte sollten i. d. R. im linksbündigen Flattersatz formatiert sein.

Absatzlänge und -abstand

In empirischen Untersuchungen hat sich eine mittlere Absatzlänge von 45–50 Wörtern bewährt (Outing und Ruel 2004). Zwischen den Absätzen sollte ein Gesamtabstand in zweifacher Zeilenhöhe liegen (Runk 2006, S. 151).

Zeilenlänge und -abstand

Die optimale Zeilenlänge beträgt 40–60 Zeichen inkl. Leerzeichen (Runk 2006, S. 146). Kürzere Zeilen führen zu Unruhe durch häufigen Zeilenwechsel. Längere Zeilen machen es dem Leser schwer, in der Zeile zu bleiben und die nächstfolgende Zeile zu finden. Ein Zeilenabstand i. H. d. 1,2 bis 1,5 fachen Zeilenhöhe ist für Fließtext gut geeignet.

Wortabstand

Vor allem bei Blocksatz ohne Silbentrennung kann es vorkommen, dass der Abstand zwischen zwei Wörtern zu groß wird, sodass der Zusammenhalt verloren geht und der Blick in die nächste Zeile abzuleiten droht (Abb. 7.61).

Stehen die Worte hingegen zu dicht hintereinander, so fehlt dem Text die Luft zum Atmen: Er wirkt überladen und verliert an Bedeutung (Abb. 7.62).

7.4.3.3 Schrift und Schriftparameter (Mikrotypografie)

Die mikrotypografische Gestaltung von Texten legt ihren Fokus auf die Auswahl einer geeigneten Schrift und deren Parameter wie Schnitt, Größe etc. Dabei setzt sie die Grundlagen der Informationsdarstellung um, insbesondere Erkennbarkeit, Unterscheidbarkeit, Lesbarkeit und Konsistenz.

Schriftwahrnehmung

Die Wahrnehmung von Schrift ist vor allem eine Kontrastwahrnehmung über die Stäbchen in unserem Auge (siehe Abb. 2.3). Dabei hat die Schrift nicht nur die Aufgabe, Information zu vermitteln, sondern auch unser Auge durch den Text zu führen. Daher stehen alle Schriften auf einer gemeinsamen Grundlinie, unabhängig davon, zu welcher Schriftfamilie sie gehören und welchen Schriftschnitt sie haben. So lassen sich Schriften und vor allem Schriftschnitte (z. B. normal, fett, kursiv, unterstrichen) innerhalb einer Zeile variieren, ohne dass das Schriftbild unruhig wirkt (Abb. 7.63). Ohne die Schriftgrundlinie sähe dieser Satz aus wie in Abb. 7.64.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisci elit. Nunc ac ante se auctor. Fusce dignissim, magna eu feugiat tincidunt, nibh metus tincidunt

Abb. 7.61 Textbeispiel mit zu großem Wortabstand

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipisci elit. Nunc ac ante sed ante imperdiet auctor. Fu feugiat tincidunt, nibh metus tincidunt augue, quis ullamcorper lorem pede a ante. Proin congue

Abb. 7.62 Textbeispiel mit zu kleinem Wortabstand

„**Lorem ipsum dolor sit** amet, ...“

Abb. 7.63 Text mit Schriftgrundlinie

„**Lorem ipsum dolor sit** amet, ...“

Abb. 7.64 Text ohne Schriftgrundlinie

Unsere Schriften bestehen aus Buchstaben, Ziffern, Satz- und Sonderzeichen. Als Buchstabenvorrat bieten fast alle Schriften Großbuchstaben (Versalien (von lat. versus – Zeile) bzw. Majuskeln (von lat. major – größer)) und Kleinbuchstaben (Gemeine bzw. Minuskeln (von lat. minor – kleiner)) an. Versalien eignen sich für Überschriften, da sie sofort ins Auge springen, nicht aber für längere Texte, da sie auf Grund der geringen Unterschiede im Erscheinungsbild der einzelnen Zeichen nur schwer lesbar sind (Abb. 7.65).

Auch das Lesen längerer Texte in einer reinen Minuskelschrift strengt stark an, da Großbuchstaben als Orientierungshilfe fehlen. Ein nach orthografischen Regeln geschriebener Text ist noch am schnellsten aufzunehmen (Abb. 7.66).

Im Bereich der Ziffern sind für den Webdesigner in Deutschland vor allem (europäische) Dezimalziffern und römische Ziffern relevant. Die Dezimalziffern können als Minuskel- oder als Versalziffern auftreten. Versalziffern sind schneller zu erfassen als Minuskelziffern, deren unruhiges Schriftbild das Lesen erschwert. Sie werden aber auf Grund ihrer Gleichförmigkeit schlechter memoriert. Römische Ziffern eignen sich nur punktuell in besonderem thematischen Kontext (Abb. 7.67).

Um das Splittern beim Meißen der Buchstaben zu verringern und dadurch die Lesbarkeit ihrer Versalienschrift (Capitalis) zu erhöhen, führten die Römer Serifen ein (Janaszek 2007), also feine Linien, die einen Buchstabenstrich quer zu seiner Grundrichtung abschließen (Abb. 7.68 oben). Diese Betonung von Grund- und Mittellinie fördert die Leserlichkeit gegenüber Schriften ohne Serifen (Sans-Serif-Schriften bzw. Grotesken). Zusammen mit den An- und Endstrichen wird bei Antiqua-Schriften das Auge über den Text geführt.

Zwar haben wir alle in der Schule zunächst das Lesen einzelner Buchstaben gelernt, aber im Laufe unseres Lebens haben wir Schemata für Wörter und Wortgruppen gebildet. Diese Mustererkennung ermöglicht nicht nur eine höhere Lesegeschwindigkeit, sondern auch eine automatische Fehlerkorrektur bei silbeninternen Buchstabendrehern, wie der folgende Beispieldtext zeigt, der im Jahr 2003 ohne Quellenverweis im Netz kursierte:

„LOREM IPSUM DOLOR SIT AMET, ...“

Abb. 7.65 Text mit Großbuchstaben

„Lorem ipsum dolor sit amet, ...“

Abb. 7.66 Text mit Groß- und Kleinschreibung

0123456789 0123456789 MDCLXVI

Minuskelziffern

Versalziffern

Römische Ziffern

Abb. 7.67 Ziffernarten

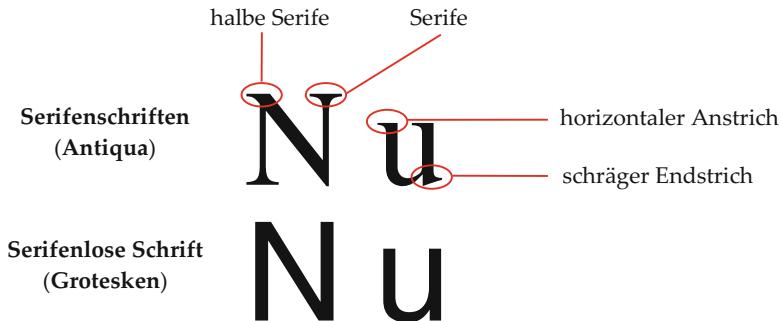


Abb. 7.68 Beispiele mit und ohne Serifen

„Afugrnud enier Sduite an enier Elingshcen Unvirestiät ist es eagl, in wleher Rienhnelfoge die Bcuhtsbaen in eniem Wrot sethen, das enizg wcihitge dbaei ist, dsas der estre und lzete Bcuhtsbae am rcihgiten Paltz snid. Der Rset knan ttolaer Bölsdinn sien, und du knasnt es torztedm onhe Porbelme lseen. Das ghet dseahlb, wiel wir nchit Bcuhtsbae für Bcuhtsbae enizlen lseen, snodren Wröetr als Gnaezs. Smtimt's?“

Auch vor diesem Hintergrund gilt das zuvor Gesagte: Für Mengentexte verwendet man am besten Versalien und Gemeine nach den gültigen Orthografieregeln, Versalziffern und eine Serifenschrift.

Schriftklassifikation

Schriften werden i. d. R. je nach Ursprung in Schriftklassen, Schriftstile, Schriftarten und Schriftschnitte gegliedert.

Häufig wird die Gattung danach unterschieden, ob es sich um Schriften handelt, die auf dem lateinischen Alphabet basieren (Antiqua-Schriften mit runden Bögen oder gebrochene Schriften), oder nicht (wie etwa kyrillische und chinesische Zeichensätze). Aufgrund der schlechten Lesbarkeit sind gebrochene Schriften (z. B. Fraktur) und Effekt-Schriften (Computerschriften) zur Darstellung von Mengentext eher ungeeignet.

Antiqua-Schriftfamilien und deren Mischformen sind heute die am häufigsten genutzten Schriften in der westlichen Welt. Anhand der Schriftstile können diese weiter eingeteilt werden, u. a. in klassische Antiqua, bestehend aus Renaissance- und Barock-Antiqua, klassizistische Antiqua sowie serifebetonte und serifelose Linear-Antiqua. Eine wichtige Unterscheidung innerhalb der Schriftklasse Antiqua ist also das Vorhandensein von Serifen.

Böhringer et al. geben u. a. einen Überblick zu Schriftarten (Böhringer et al. 2001, S. 45): Antiqua-Schriften mit Serifen gehen bis ins 15. Jahrhundert zurück. Die populäre Schriftart Garamond wurde bspw. bereits im Jahre 1532 von Claude Garamond entwickelt. Weitere Antiqua sind Baskerville (*John Baskerville*, 1754), Bodoni (*Giambattista Bodoni*, 1789) und Times (*Stanley Morrison*, 1931). Erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts entstanden erste serifelose Schriften (serifenlose Linear-Antiqua, Grotesken). Sie zeichnen sich durch eine klare, offene Form aus und wirken modern. Beispiele hierfür sind

Futura (*Paul Renner*, 1928), Helvetica (*Max Miedinger*, 1957), Univers (*Adrian Frutiger*, 1957) und Microsofts Trebuchet MS (*Vincent Connare*, 1996).

Serifenlose Schriften erlauben auf Grund ihrer klaren Form kleinere Schriftgrößen als Serifen-Schriften, da kleine Serifen sich wegen der im Vergleich zum Papier schlechteren Auflösung auf dem Monitor oft nicht korrekt oder nur unsauber (Aliasing) darstellen lassen. Weiterhin arbeitet man am Rechner mit einem leuchtenden Hintergrund, der die feinen Serifen überstrahlt und diese deshalb undeutlich für das Auge werden lässt. Aus diesem Grund fällt dem menschlichen Auge das Lesen kleinerer Serifen-Schriften auf dem Bildschirm schwerer und es ermüdet schneller (Lackerbauer 2003, S. 58).

Einen Kompromiss zwischen beiden Formen stellen die Semi-Serifen-Schriften dar, deren Entwicklung in den zwanziger Jahren des letzten Jahrhunderts begann. Dabei handelt es sich um Schriften ohne Serifen, deren schwungvolle Bogenläufe sich aber an Renaissance-Antiqua-Schriften anlehnen. Dadurch wirken sie oftmals organischer, eleganter und weniger konstruiert als reine Grotesken. Bekannte Vertreter sind Frutiger (*Adrian Frutiger*, 1976), Gill Sans (*Eric Gill*, 1982) und Myriad (*Carol Twombly & Robert Silbach*, 1992).

Neben den klassischen Schriften und deren Abkömmlingen stehen neue Schriftarten zur Verfügung, die entweder speziell im Hinblick auf eine gute Lesbarkeit auf Monitoren auch bei kleinen Schriftgraden entwickelt wurden oder für die parallele Verwendung in Bildschirmschirmdarstellung und Druck konzipiert sind. Auf den meisten PCs sind derzeit die Bildschirmschriften Verdana, Georgia und Myriad installiert; MS Windows-Systeme bieten zusätzlich Minion, MS Sans Serif sowie Tahoma und Apple Macintosh-Rechner Chicago, Geneva, Monaco sowie New York.

Symbolik der Schriften

Wie auch Farben, Formen und Klangfolgen können Schriften bestimmte Emotionen und Assoziationen vermitteln. Sie wirken vornehmlich auf den Leser unterhalb der bewussten Wahrnehmungsgrenze. Obwohl sich die Wirkung auf Grund individuell bestehender Schemata wie Vorlieben und Erfahrungen von Mensch zu Mensch unterscheiden kann, lassen sich zumindest innerhalb einzelner Kulturräume generelle Tendenzen bei der Interpretation erkennen. Schriftarten lassen sich bspw. danach klassifizieren, ob sie

- verspielt oder bestimmt,
- emotional oder sachlich,
- aufdringlich oder dezent,
- dynamisch oder statisch,
- leicht oder schwer

sind.

Daher gilt es, die zur Kernaussage eines Web-Projekts passende Schriftart zu finden, und diese möglichst konsistent in der gesamten Produktion einzusetzen. Abb. 7.69 zeigt beispielhaft, wie das Wort „Liebe“ in unterschiedlichen Schriftarten wirkt.

Liebe

OCR Standard A wurde speziell für eine geringe Fehlerrate beim maschinellen Lesen entwickelt und steht mit ihrer Emotionslosigkeit geradezu im direkten Widerspruch zur Textaussage.

Liebe

Amiga Forever bildet die Systemschrift des ehemals verbreiteten Computers nach. Sie erinnert an Spiele aus der Zeit der „Klötzchengrafik“, aber sicherlich nicht an Liebe.

Liebe

Arial ist eine der heutzutage am weitesten verbreiteten Schriften im Internet. Sie ist eine gradlinige, sachliche Schrift ohne Dynamik, wie man sie vielleicht in der Anrede „Liebe Kunden“ einsetzen würde.

liebe

Bauhaus 93 ist eine weiche, aber statische Schriftart, die es für das Thema eindeutig an Leichtigkeit fehlt. Sie wäre eher für Produktionen zu Themen wie Design oder Architektur angemessen.

LIEBE

MatterOfAct ist eine Effektschrift. Unter uns: Bekämen Sie es nicht auch mit der Angst zu tun, wenn Sie einen Liebesbrief in dieser Schriftart bekämen?

Parchment (engl. für Pergament) wirkt verspielt und auch ein wenig verstaubt. Sie eignete sich sicherlich einmal für Liebesbezeugungen, würde heute aber eher für pseudohistorische Dokumente und Zertifikate eingesetzt.

Liebe

Vivaldi zeichnet sich durch Leichtigkeit, Dynamik und Frische aus. Sie ist eine heitere Schrift, die sich in dieser Auswahl noch am ehesten eignen würde, um romantische Gefühle zu transportieren.

Abb. 7.69 Schriftwirkung am Beispiel des Wortes „Liebe“

Um ein ruhiges und harmonisches Schriftbild zu erzielen, sollte man Schriften i. d. R. nicht mischen, und stattdessen die Schriftschnitte variieren. Wenn man sich oft genug mit Schriften beschäftigt und das gewisse Fingerspitzengefühl erworben hat, kann man durch den Verstoß gegen diese Regel besondere Akzente in der Produktion setzen. Insbesondere die Kombination schlichter Schriften mit und ohne Serifen in Überschriften und Texten kann einen dezenten Spannungsbogen setzen. Folgende Kombinationen sollte man dabei jedoch vermeiden (Gulbins und Kahrmann 2000, S. 110 f.):

- Klassizistische Schriften mit Barock-Antiqua-Schriften,
- Fraktur-Schriften untereinander,
- Schreibschriften mit Renaissance-Antiqua-Schriften und
- Klassizistische Schriften untereinander.

In begrenztem Umfang lässt sich die Aussage einer Schriftart durch einen veränderten Schriftschnitt beeinflussen.

Vektor- und Pixelschriften

Im Webdesign ist zwischen zwei unterschiedlichen Techniken zur Darstellung von Schriften zu unterscheiden. Rasterschriften (auch Bitmap-Schriften oder Pixelschriften genannt) definieren die einzelnen Bildpunkte jedes Zeichens. Wie bei allen Rastergrafiken kann ein Skalieren zu unschönen Artefakten führen. Daher sollten Rasterschriften nur in der nativen Größe verwendet werden. Sie sind nicht maschinenlesbar und benötigen vergleichsweise viel Speicherplatz bzw. Übertragungsbandbreite.

Heutige Vektorschriften hingegen definieren den Umriss eines Zeichens als Ansammlung von Primitiven und komplexen Vektoren (Geraden, Bögen, Bézierkurven). Dadurch benötigen sie weniger Platz, können maschinell (z. B. von Suchmaschinen und Screenreadern) gelesen werden und lassen sich ohne Qualitätseinbußen beliebig skalieren. Zu diesen Outline-Schriften (engl. für Umriss) gehören die bekannten TrueType-, PostScript- und OpenType-Schriften, die eine identische Darstellung auf Monitor und Drucker ermöglichen.

Nicht alle Schriftarten, die sich thematisch für ein Projekt eignen würden, sind auch zwangsläufig auf den Zielrechnern installiert, insbesondere wenn die Zielgruppe anonym oder heterogen ist. Soll eine selten anzutreffende Schriftart zum Einsatz kommen, so können die Texte zwar prinzipiell in Grafiken umgewandelt und eingebunden werden. Dies kann aber nur der Ausnahmefall sein, weil viele Gründe dagegen sprechen (z. B. Zugänglichkeit für Screenreader und Suchmaschinencrawler, Dateigröße, Skalierungsproblematik). Die bessere Lösung ist es, Alternativschriften (System- und Standardschriftarten wie z. B. Arial, Times New Roman, Trebuchet MS, Verdana, Courier und Georgia) zu definieren.

Schriftschnitt

Jegliche Modifikation des Schriftschnitts verändert die Aussage der Schriftart (Abb. 7.70) und sorgt für verstärkte Aufmerksamkeit. Ein bewusster und sparsamer Einsatz dieses Stilmittels verhindert, dass die Wirkung der einzelnen Hervorhebungen erhalten bleibt, während zu häufiger Gebrauch dazu führt, dass es keine Steigerungsmöglichkeiten mehr gibt.

Versalien und Unterstreichungen haben im Web eine besondere Bedeutung. Versalien sind nicht nur – wie oben beschrieben – schwerer zu lesen, sondern bedeuten im Sinne der Netiquette auch das Anschreien des Gegenübers. Unterstreichungen hingegen deuten auf einen Link hin – deshalb sollten Überschriften bzw. einzelne Wörtern zur Betonung fett statt unterstrichen formatiert sein, sofern diese nicht verlinkt sind. Darüber hinaus wirken längere unterstrichene Passagen, etwa bei Überschriften, wie eine optische Barriere und verhindern oft, dass der Betrachter den darunter stehenden Text beachtet.

Andere Effekte wie Gravur, Relief und insbesondere Animation lenken zu stark vom eigentlichen Inhalt ab und wirken schnell störend.

Schriftgröße

Die Wahl der Schriftgröße ist vor allem durch die Zielgruppe, das Ausgabegerät und die Schriftart beeinflusst. Oberstes Ziel ist die einfache Lesbarkeit des Textes für die Zielgruppenmitglieder.

<i> </i>	Mit kursiv gesetzten Wörtern lässt sich mehr Dynamik und Leichtigkeit innerhalb der Schriftart erzeugen.
 	Fett gedruckte Wörter hingegen verleihen einer Aussage mehr Bestimmtheit, verursachen aber auch eine gewisse Statik.
L o r e m i p s u m	Noch stärker kann man den Lesefluss durch einen vergrößerten Zeichenabstand bremsen. Das Wort wirkt zwar leichter als in der vorherigen Variante, aber noch statischer.

Abb. 7.70 Wirkung von Schriftschnitten

Am Monitor variiert die Bildschirmuflösung stark. Moderne Displays, insbesondere bei Smartphonern, reichen mit ca. 550 Punkten pro Zoll (dots per inch, dpi) nahe an die Qualität beim Buchdruck heran. Viele ältere PC-Monitore schaffen jedoch nur 96 dpi. Schriften werden in unterschiedlicher Größe angezeigt

Die Standardschriftgröße bei 100 % Ansicht beträgt i. d. R. 16 Punkt. Dies ist als minimale Schriftgröße für die Ausgabe auf einem Videoprojektor gut geeignet, aber als Standardschriftgröße im Web zu groß; hier eignet sich eher eine Größe ab 12 Punkt bei Antiqua und ab 10 Punkt bei Grotesken.

Die Grundschriftgröße sollte in Abhängigkeit von der Schriftart so gewählt sein, dass ein fiktiver Standardbenutzer sie nicht ändern muss. In kleineren Schriftgraden lassen sich dünnere Schriften besser erkennen als dicke Schriften (Runk 2006, S. 173). Dass die geeignete Schriftgröße auch von der gewählten Schriftart abhängt, veranschaulicht Abb. 7.71.

Kleinere Schriftgrade führen eher dazu, dass Benutzer einen Text linear lesen, während größere Schriftgrade zum Überfliegen des Textes verleiten; dies gilt insbesondere für Überschriften (Outing und Ruel 2004).

Buchstabenabstand

Ein zu großer Buchstabenabstand (Abb. 7.72) stellt den Leser unbewusst vor die Entscheidung, ob das Wort beendet ist oder die folgenden Buchstaben noch dazugehören. Der Segmentierungsaufwand verhindert, dass der Leser die effektive Form des Lesens, nämlich die Wortmustererkennung statt des Buchstabenlesens, einsetzt.

Ein zu geringer Buchstabenabstand hingegen (Abb. 7.73) führt zu einer optischen Verschmelzung und ggf. sogar zu Fehlinterpretationen (z.B. verschmelzen „r“ und „n“ zu „rn“).

Formate für Ziffern

Generell hilft ein erwartungskonformer Satz dem Benutzer, Informationen problemlos aufzunehmen, wie folgende Beispiele für Standardschreibweisen zeigen.

<i>Lorem ipsum dolor sit amet,</i>	Vivaldi, 14 Punkt
Lorem ipsum dolor sit amet,	Times New Roman, 14 Punkt
Lorem ipsum dolor sit amet,	Arial, 14 Punkt
LOREM IPSUM DOLOR SIT AMET,	Copperplate Gothic Bold, 14 Punkt

Abb. 7.71 Beispiele zum Platzbedarf unterschiedlicher Schriftarten

L o r e m i p s u m d o l o r s i t a m e t , c o n s e c t e t u r a d i p i s c

Abb. 7.72 Textbeispiel mit zu großem Buchstabenabstand

Lorem ipsum dolor sit amet, conseetur adipisci elit. Nunc ac ante sed ante imperiet audor. Fusce dignissim, m

Abb. 7.73 Textbeispiel mit zu kleinem Buchstabenabstand

Zahlen allgemein

In Zentraleuropa stellt man Zahlen allgemein mit dem Vorzeichen, ggf. 1000er Trennungen und Dezimalkomma (z. B. „+10.000,00“) dar und im US-amerikanischen Raum mit Vorzeichen, ggf. Tausenderkomma und Dezimalpunkt (z. B. „+10,000.00“).

Datum und Uhrzeit

In Zentraleuropa verwendet man für die rein numerische Darstellung auf der Benutzeroberfläche das Format TTMMYYYY (z. B. „23022009“), im US-amerikanischen Raum MMTTYYYY (z. B. „02232009“) und in Japan YYYYMMTT (z. B. „20090223“). Die Unterschiede in der Abfolge machen deutlich, dass man die Tages- und Monatsnamen wo immer möglich (abgekürzt) mit ausgibt, um Unsicherheiten und Missverständnisse zu vermeiden (z. B. „Sun, 01 Feb 2009“). Die Uhrzeit gibt man im 24-Stunden-Schema an mit der Zeitzone als Abweichung zur Greenwich Mean Time (GMT) oder der koordinierten Weltzeit (Universal Time Code, UTC) an, z. B. „10:30 (UTC+1“). So befindet sich Deutschland bspw. während der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) in der Zeitzone UTC+1 und während der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) in der Zeitzone UTC+2.

Die Angabe von Datum (und ggf. Uhrzeit) im Hintergrund (z. B. in den Metadaten) folgt hingegen dem Schema „jjj-mm-ttThh:mm:ss+-hh:mm“ in Abweichung zum Universal Time Code (UTC). So gibt content=“2008-12-31 T23:59:59+01:00“ bspw. an, dass die Datei eine Sekunde vor Beginn des Jahres 2009 in einer Zeitzone publiziert wurde, die (wie Deutschland) eine Stunde vor der koordinierten Weltzeit liegt.

Bankverbindungen

Für Bankverbindungen sind die International Bank Account Number (IBAN) und der Bank Identifier Code (BIC) erforderlich. Die IBAN setzt sich zusammen aus: 2-stelliger

Ländercode aus Buchstaben (z. B. DE für Deutschland), 2-stellige Prüfziffer und max. 30-stellige Kontoidentifikation aus Buchstaben und/oder Ziffern (in Deutschland 18-stellig numerisch: 8 Stellen für die Bankleitzahl und 10 Stellen für die Kontonummer). Der BIC besteht aus einem 4-stelligen Bankcode aus Buchstaben, einem 2-stelligen Ländercode aus Buchstaben, einer 2-stelligen alphanumerischen Kodierung des Ortes und einer 3-stelligen Kennzeichnung der Filiale oder Abteilung (Branch-Code).

Telefonnummern

Das kanonische Format für Telefonnummern ist aufgebaut aus:

+Landes- bzw. Regionskennzahl(Ortskennzahl)Teilnehmernummer.

Um die Lesbarkeit zu erhöhen, darf man Leerzeichen, Punkte, Klammern und Bindestricher ergänzen (z. B. +49 (0)123 45 67-890 in Deutschland); Softwareanwendungen ignorieren diese beim Wählen.

Einheiten

Weltweit ist mit wenigen Ausnahmen das dezimale Einheitensystem aus Meter, Kilogramm und Sekunde im Einsatz, Hohlmaße werden i. d. R. in Litern ausgedrückt und Temperaturen in Grad Celsius. Lediglich für Auftritte vor allem in den USA, aber auch in Liberia und Myanmar, müssen die metrischen Werte in das angloamerikanische Maßsystem konvertiert werden. Typisch sind Längenmaße in Zoll (inch), Fuß (foot), Schritt (yard), Meile (mile), Gewichtsmaße z. B. Unze (ounce) und Pfund (pound) und Hohlmaße wie Pint (pint) und Gallone (gallon) sowie Temperaturangaben in Grad Fahrenheit. In Großbritannien und einigen seiner ehemaligen Kolonien (Irland, Kanada, Indien, Malaysia, Australien und Neuseeland) kann die zusätzliche Auszeichnung in diesem Einheitensystem ebenfalls sinnvoll sein, da es dort im täglichen Umgang (noch) weit verbreitet ist.

Postleitzahlen

In Deutschland ist die Postleitzahl 5-stellig numerisch definiert, in den USA 5-4-stellig numerisch, in anderen Ländern auch mit Buchstaben und/oder Sonderzeichen (z. B. in den Niederlanden) und bis zu zehn Stellen und muss entsprechend auf der Benutzeroberfläche abgebildet sein. Intern behandelt man Postleitzahlen als 10-stellige Zeichenkette, um jeden Anwendungsfall abdecken zu können.

Schriftfarbe und Hintergrundkontrast

Eine wesentliche Voraussetzung für einen gut leserlichen Text ist ein ausreichender Kontrast von Schriftfarbe und Hintergrund. Eine Tabelle zur ergonomische Eignung von Farbkombinationen für Hintergrund und Vordergrund (Abb. 7.74) existierte bereits im Jahr 1983 in der Norm 66234-5 „Bildschirmarbeitsplätze: Kodierung von Information, Farbkombinationen“ des Deutschen Instituts für Normung (DIN) und ist in der bereits vorgestellten ISO 9241 Normenreihe „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ aufgegangen.

Einige Farbkombinationen scheiden in der Abb. 7.74 auf den ersten Blick aus, da Vorder- und Hintergrundfarbe identisch sind. Mit „OK“ gekennzeichnete Farbkombinationen sind

	Schwarz	Weiß	Magenta	Blau	Cyan	Grün	Gelb	Rot
Schwarz	n.a.	OK	OK	NOK	OK	OK	OK	NOK
Weiß	OK	n.a.	OK	OK	NOK	NOK	NOK	OK
Magenta	OK	OK	n.a.	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
Blau	NOK	OK	NOK	n.a.	OK	NOK	OK	NOK
Cyan	OK	NOK	NOK	OK	n.a.	NOK	NOK	NOK
Grün	OK	NOK	NOK	OK	NOK	n.a.	NOK	NOK
Gelb	OK	NOK	OK	OK	NOK	NOK	n.a.	OK
Rot	NOK	OK	NOK	NOK	NOK	NOK	OK	n.a.

Abb. 7.74 Farbkombinationen für Hintergrund und Vordergrund

prinzipiell gut geeignet, allerdings sollte man helle Hintergrundfarben nur auf flimmer- und blendfreien Geräten einsetzen. Andere Farbkombination („NOK“) sind nicht geeignet, da entweder die Farbkontraste zu gering sind oder der Chromosteropsis-Effekt eintritt.

Ein hoher Kontrast erleichtert zwar das Lesen, mittlere Kontraste sind jedoch angenehmer für den Betrachter. Ein reinweisser Hintergrund ist keine optimale Lösung, da die Augen schneller ermüden als bei einem Hintergrund mit hellem Farb- oder Grauton. Außerdem wirken weiße Hintergründe oft langweilig. Ein Hintergrund mit hellem Farb- oder Grauton hingegen eignet sich immer gut.

Unruhige Hintergründe sollte man generell vermeiden. Dadurch wird die Aufmerksamkeit des Lesers nicht auf den Text, sondern auf den Hintergrund gezogen. Außerdem besteht bei Hintergrundfotos und -strukturen die Gefahr, dass sie nicht an allen Stellen einen hinreichenden Kontrast zur Schriftfarbe gestatten. Abb. 7.75 veranschaulicht in Anlehnung an (Nielsen und Loranger 2006, S. 239) die Wirkung einiger Text-/Hintergrundkombinationen.

Zusammenfassend kann man also feststellen, dass sich warme, dunkle Farben mit hoher Sättigung für Schriften eignen (siehe auch Abschn. 7.4.1.4), während die Hintergründe einen angenehmen Kontrast zur Schriftfarbe bieten und möglichst keine auffallende Struktur aufweisen sollten. Falls der Kontrast zwischen Text und Hintergrund niedrig ist, sollte eine Größenänderung der Schrift möglich sein, um die Leserlichkeit zu verbessern.

Schwarzer Text auf weißem Hintergrund	Hohe Lesbarkeit durch hohen Kontrast, aber auch auf Dauer für das Auge anstrengend.
Schwarzer Text auf grauem Hintergrund	Schlechtere Lesbarkeit durch niedrigeren Kontrast, aber auf Dauer für das Auge weniger anstrengend.
Weißen Text auf blauem Hintergrund	Auf Grund von Überstrahlungseffekten angenehm zu lesen.
Grauer Text auf weißem Hintergrund	Zu niedriger Kontrast und daher schlechte Lesbarkeit.
Roter Text auf blauem Hintergrund	Sehr schlecht, da durch diese Farbkombination ein Flimmereffekt (Chromostereopsis) entsteht.
	Dieses Hintergrundbild wirkt unruhig und gestattet bei fast keiner Schriftfarbe einen hinreichenden Kontrast.

Abb. 7.75 Text-/Hintergrundkombinationen

Helle Texte auf dunklem Grund wirken fetter und gedrungener als dunkle Texte auf hellem Hintergrund; daher erfordern sie als Ausgleich einen größeren Zeichen- und Zeilenabstand sowie ggf. ein geringeres Schriftgewicht (Hofmann 2008, S. 114).

Darüber hinaus ist daran zu denken, dass weißer Text im Browserfenster beim Drucken auf Papier nicht sichtbar ist und eine alternative Druckfunktion erfordert.

7.4.4 Bilder

Bilder sind zwar nicht die ersten Elemente, welche die Besucher betrachten, ziehen aber beim ersten Überfliegen der Seite unabhängig von ihrer Position die Blicke umso häufiger und länger an, je größer sie sind (Outing und Ruel 2004).

Dieses Kapitel beschreibt elementare Grundlagen der Gestaltung von Bildern. Möglichkeiten der Recherche sind in Kap. 6.3.3.2 aufgeführt und Informationen zur Realisierung in Kap. 8.2 (Bildformate), Kap. 8.6 (Dokumentenbeschreibung), Kap. 8.7.2.4 bis 8.7.2.6 (Kompressionsverfahren) und Kap. 8.8.2 (Werkzeuge).

„Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ – dieses Sprichwort bringt den Vorteil von Bildern auf den Punkt, wie in Abb. 7.76 die grafische Darstellung [www.wetter.com] gegenüber der Textversion exemplarisch zeigt.

			Sonnenaufgang: 07:41 Uhr Sonnenuntergang: 17:40 Uhr Meteorologische Sonnenscheindauer: 1:00 Stunde.
 leichter Schneefall 0 / 1°C gefühlt wie -6 / -4°C	 leichter Schnee-Regen 3 / 5°C gefühlt wie -2 / 0°C	 wolkig 1 / 3°C gefühlt wie -4 / -1°C	Der Morgen beginnt mit leichtem Schneefall. Die Temperaturen liegen um den Gefrierpunkt, werden aber wie zwischen -4 und -6 Grad empfunden. Gegen Mittag geht der Regen in Schnee über und die Temperaturen steigen auf 3 bis 5 Grad. Die gefühlte Temperatur liegt

Abb. 7.76 Wettervorhersage in Bild (links) und Text (rechts)



Abb. 7.77 Beispiel für emotionales Bild

Bildhafte Informationen lassen sich wesentlich schneller als Text oder Sprache aufnehmen, weil sie ganzheitlich und nicht sequentiell erfasst werden. Auch ist die Wiedererkennungs- und Erinnerungsrate deutlich höher.

Sie eignen sich allerdings nicht für jede Art von Information. Bei der Vermittlung von Details, Fakten oder Namen sind Texte oft überlegen. Bilder wirken jedoch viel effizienter, wenn es darum geht, Überblick zu schaffen, Beispiele zu zeigen oder Eindrücke und Emotionen zu transportieren.

Bilder können Emotionen auslösen, wie in Abb. 7.77 (Keres 2001) exemplarisch zeigt. Dies geschieht immer vor dem Erfahrungshintergrund des Betrachters. Eine gute Vorstellung von den Kenntnissen, Werten und Einstellungen der Zielgruppe ist daher erforderlich, um solche Bilder gestalten zu können, welche die gewünschten Assoziationen, Erinnerungen und Emotionen hervorrufen und dadurch letztlich Wünsche und Bedürfnisse erzeugen.

Bei der Auswahl von Motiven sowie der Komposition der Bilder und ihrer eventuellen textlichen oder auditiven Ergänzungen sind außerdem Vorgaben zu beachten, die aus der

allgemeinen Unternehmensidentität und dem Corporate Design resultieren. Zu den herausragenden Eigenschaften des Corporate Design gehört der positive Einfluss auf die aktualisierende Wirkung von Kommunikationsmaßnahmen (Diller und Kusterer 1988, S. 302), da sich durch die Wiederholung von Schlüsselementen der Wiedererkennungswert und die gedankliche Zuordnung verbessern. Der Aufwand, um ein gedankliches Bild im Bewusstsein der Betrachter zu aktualisieren, ist wesentlich geringer als bei einer Neuanlage. Die Aufgabe der Schlüsselbilder für die Corporate Identity ist es also, innere Firmen- und Markenbilder aufzubauen, die langfristig verhaltenswirksam sind. Die Reize bestehen sowohl aus visuellen als auch aus akustischen Bildern, etwa wenn einer Marke eine bestimmte Melodie zugeordnet wird (z.B. Der General, Underberg, Mc Donalds, Toyota etc.). Deshalb ist bei der Bildgestaltung auf formale und inhaltliche Konsistenz zu achten.

Alle Inhalte von Bildern und Grafiken, die ein Screenreader nicht interpretiert, müssen im Sinne der Barrierefreiheit und Suchmaschinenoptimierung zusätzlich in Textform beschrieben und als Alternativtext hinterlegt werden.

7.4.4.1 Inhaltliche Bildgestaltung

Die inhaltliche Bildgestaltung umfasst die Motivauswahl, die Bildkomposition sowie eventuell das Zusammenspiel mit ergänzendem Text und auditiven Reizen unter Berücksichtigung von Kenntnissen, Werten und Einstellungen der Zielgruppe.

Motivauswahl

Insbesondere für stark aktivierende emotionale Bilder hat das Motiv einen bedeutenden Stellenwert. Durch eine überlegte Auswahl lassen sich Reiz-Reaktions-Mechanismen gezielt auslösen. Die Werbegestaltung nutzt diese vom Rezipienten nicht kontrollierbaren Automatismen seit langem.

So dienen Schlüsselreize, wie z.B. das Kindchenschema in Abb. 7.78 (Pixbay 2015), erotische Motive oder Abbildungen der Mimik zur Steuerung der menschlichen Gefühle.



Abb. 7.78 Beispiel für optischen Schlüsselreiz

Diese lösen automatisch und weitgehend unabhängig vom Lernen und der Erfahrung bestimmte Verhaltensweisen aus und ermöglichen mit großer Zuverlässigkeit die emotionale Anregung des Betrachters auch gegen dessen Willen. Lediglich das Ausmaß der Manipulation hängt von der jeweiligen „Empfangsstimmung“ des Angesprochenen ab (Kroeber-Riel und Meyer-Hentschel 1982, S. 39).

Da sich diese Schemata zielgruppenspezifisch genau verwenden lassen, sind die Streuverluste gering und die Wirkung stark. Beispielsweise sprechen Schemabilder vom Sport nur eine bestimmte Gruppe von Betrachtern an.

Für die Aktivierung sind vor allem erotische Reize gut geeignet. Sie nutzen sich kaum ab und wirken daher immer wieder neu [ebenda, S. 67]. Allerdings sind sie nicht für alle Zwecke zu verwenden. Kulturelle, rechtliche, moralische und unternehmensphilosophische Gründe oder das angestrebte Produkt- und Unternehmensimage verhindern oftmals ihren Einsatz, sodass man auf weniger wirksame Bildelemente ausweichen muss.

Insbesondere kulturelle Unterschiede bergen ein großes Gefahrenpotenzial bei der Motivauswahl, da für Außenstehende die informellen Regeln und Symbolbedeutungen nicht zu überschauen sind (siehe Anschnitt 6.3.1). Gleich zwei Fehler auf einmal beging bspw. eine Teamarke beim Einsatz eines Motivs auf dem saudi-arabischen Markt, da man dort keine Schuhe innerhalb des Hauses trägt und den Tee nicht mit der linken Hand einschenkt (Usunier und Walliser 1993, S. 217). Sicherlich sollte man auf Seiten für islamische Märkte auch nicht zu viel nackte Haut zeigen oder in Ländern, die Glücksspiele verbieten, auf der Website zur Teilnahme an einem Gewinnspiel auffordern [ebenda].

Bildkomposition

Die Informationsaufnahme eines Betrachters hängt stark von dessen Involvement ab, d.h. von seiner Bereitschaft, sich mit dem Bild zu beschäftigen. Zunächst betrachtet ein Konsument das auffälligste Element. Gelingt es, damit sein Interesse zu wecken, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass er auch weitere Informationen zum Produkt aufnimmt. Daher muss die Information hervorstechen, von der anzunehmen ist, dass sie für besonders viele Betrachter wichtig ist. Sie muss Neugierde wecken, um den Betrachter zum Verweilen zu verleiten. Die weitere Reihenfolge der Informationsaufnahme lässt sich durch die Reizstärke der einzelnen Elemente steuern. Je spezieller oder weniger relevant die Informationen sind, desto schwächer aktivierend sollte ihre Präsentation sein. Die Bildmotive in einer Webapplikation sind also hierarchisch aufzubauen, und der Reizeinsatz ist bei der Bildkomposition so zu dosieren, dass er die Kernbotschaft nicht „übertönt“.

In besonders abergläubischen Kulturen ist auch die Bedeutung von Zahlen bei der Bildkomposition zu berücksichtigen. So musste z.B. eine dänische Brauerei den beiden Elefanten im Bildmotiv für den schwarzafrikanischen Markt einen dritten hinzufügen, da zwei Elefanten dort Unglück bedeuten (Ricks 1999, S. 18). In Asien hingegen symbolisiert die Zahl Vier (die nebenbei bemerkt die Quersumme der „schwarzen“ 13 ist) Unglück; daher sollte man dort jede Assoziation mit dieser Zahl bei der Bildkomposition vermeiden. Auch die Leserichtung muss bei der Bildkomposition berücksichtigt werden.

7.4.4.2 Ergänzung durch Text und Audio

Textelemente und Audiokommentare bzw. akustische Signale schränken den Interpretationsspielraum ein, verändern die Bildbedeutung und erleichtern das Bildverständnis und die Erinnerung. Sie beeinflussen die gedanklichen Verarbeitungsvorgänge und Gedächtnisleistungen in vielerlei Hinsicht, bspw. können sie das Involvement und die Einstellung des Betrachters ändern oder seine Aufmerksamkeit auf bestimmte Bildbereiche lenken (Kroeber-Riel 1993, S. 181).

Teilweise ermöglichen diese Ergänzungen überhaupt erst den Einsatz psychologisch wirksamer Bilder, weil dieser bei mehrdeutigen Darstellungen der Fehlinterpretation vorbeugt [ebenda, S. 182]. Dies gilt vor allem für sachliche Angaben, die in produktorientierten Webangeboten die Mehrzahl der hinterlegten Informationen bilden. Allerdings ist dabei zu bedenken, dass emotionale Bilder ihre größte Wirkung oft nur bei freier Interpretation durch den Betrachter gewinnen. Andererseits kann eine Aktivierung auch durch Kommentare entstehen, die in Zusammenhang mit dem Motiv ungewöhnlich sind.

Der Stil der Ergänzungen kann die Effektivität der Werbung erhöhen. So wirken z. B. Substantive genauer und glaubwürdiger. Sie beschleunigen die Informationsaufnahme durch den Konsumenten, da sie die Aussage eines ganzen Satzes (z. B. „Energie-Sparautomatik“) enthalten können (Kroeber-Riel und Meyer-Hentschel 1982, S. 161). Wichtig ist eine die Kernaussage des Motivs unterstreichende Schriftart bzw. Sprecherwahl bei Audiokommentaren.

Weitere Informationen zur Gestaltung von Text bietet das Abschn. 7.4.3 und zu Audioelementen das Abschn. 7.4.4.3.

7.4.4.3 Formale Bildgestaltung

Formale Aspekte der Bildgestaltung sind die Größe der Darstellung, die Position der einzelnen Bildelemente sowie das Wirken von Farben und Formen.

Ein entscheidendes Kriterium ist dabei die Größe. Einprägung und Erinnerung verbessern sich mit zunehmendem Bildformat (Kroeber-Riel 1993, S. 206). Die Analyse von Blickverläufen auf bildlastigen Webseiten hat ergeben, dass ab einer Größe von 210X230 px mehr als die Hälfte aller Probanden das Bild unabhängig von seiner Position betrachteten (Outing und Ruel 2004).

Der „Eye-Catcher“-Effekt kann aber die Aufmerksamkeit des Betrachters von der eigentlichen Botschaft ablenken, wenn weniger wichtige Teile des Bildes zu aktivierend dargestellt sind (Kroeber-Riel und Meyer-Hentschel 1982, S. 86). Daher sollte die Kernaussage am auffälligsten gestaltet oder in eine direkte Beziehung zu den aktivierenden Elementen gesetzt sein (Kroeber-Riel 1993, S. 117).

Bei der Anordnung der Bildelemente führt die vereinfachende Anwendung des Goldenen Schnitts (siehe Kap. 6.4.4.5) zu einem harmonischen Bildaufbau (Drittelregel): Man teilt die Bildfläche horizontal und vertikal in jeweils drei gleiche Teile und positioniert das Motiv bzw. zu betonende Elemente auf die imaginären Trennlinien (Abb. 7.79).

Querformate wirken weit, ruhig und entspannt, während Hochformate eng, lebhaft und rastlos wirken. Diagonalen symbolisieren Konstanz, aber auch eine gewisse Statik und

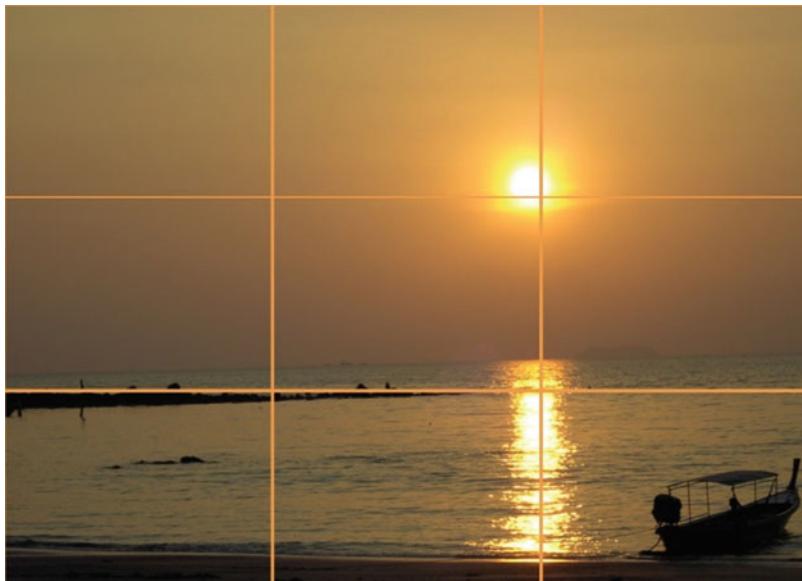


Abb. 7.79 Beispiel für die Anwendung der Drittelregel

Langeweile, während Gegendiagonalen Aktivität zeigen und Spannung erzeugen. Deshalb platziert man moderne, innovative oder aktive Bildinhalte auf der linken Seite und traditionelle, konservative oder statische Inhalte auf der rechten. In Abb. 7.80 erzeugen das Hochformat und die Ausrichtung der Kanone in der Diagonalen so viel Dynamik, dass man förmlich darauf wartet, eine Kugel in die ungefähre Richtung des Turmes fliegen zu sehen.

Räumliche Tiefe lässt sich vor allem mit Hilfe von Helligkeitskontrasten (siehe Abschn. 7.4.1.4) und der Form einzelner Bildelemente (siehe Abschn. 7.4.2.4) herstellen.

Alles Vertraute, wie etwa bekannte Farben (z. B. Ampelfarben) und Formen (z. B. geometrische Grundformen) erleichtern den Zugang zum Bild. Gegensätze und Widersprüche (z. B. Kombinationen aus Neuem und Altem) sowie Wiederholung von Elementen (Formen, Farben) sorgen für Neugier und Interesse.

Die höchsten Recognition-/Recall-Werte bei Bildern erzielt die wirklichkeitsnahe Darstellung. Schlüsselgröße ist das räumliche Zusammenwirken der Einzelelemente. Von einer neuartigen Bildkomposition spricht man, wenn sich die Beziehung der Elemente untereinander ändert, sodass dabei ein ungewohnter, aber durchaus realistischer Gesamteindruck entsteht. Ein interaktiv organisiertes Bild ist durch geringe räumliche Distanz oder starken inhaltlichen Bezug der abgebildeten Objekte gekennzeichnet. Im Gegensatz zu diesen drei Formen verletzen unorganisierte Darstellungen bewusst die Wirklichkeitsnähe des Anblicks, indem „... menschliche Wahrnehmungsschemata missachtet werden...“ (Neibecker 1987, S.359). Erwiesenermaßen speichert und verarbeitet das Gedächtnis interaktiv organisierte Abbildungen besser als unorganisierte [ebenda]. Eine unumstößliche Regel lässt sich aber nicht formulieren, da alle Szenen ihren situationsspezifischen „Reiz“ haben können.

Abb. 7.80 Beispiel für die Anwendung von Hochformat und Diagonale für den Ausdruck von Dynamik



Bilder müssen für die Barrierefreiheit und Suchmaschinenoptimierung stets mit Alternativtexten hinterlegt sein. Da die oben zitierte Studie von Outing und Ruel auch enthüllt, dass viele Besucher Bilder „auf gut Glück“ anklicken, sollten Bilder stets mit weiterführenden Informationen verlinkt sein.

Damit sich die Bildgröße flexibel an kleinere Layouts für mobile Geräte anpasst, sollte man dem `{img}`-Tag den Stil „`width: 100%; height: auto;`“ bzw. ggf. für den IE 8 „`img {width: auto;}`“ zuweisen.

7.4.5 Audio

Der Einsatz von Audio erfreut sich steigender Beliebtheit, sei es auf Webseiten oder in einem Kiosksystem, das Passanten mittels Lichtschranke oder ähnlicher Sensoren entdeckt und anspricht.

Dieses Kapitel beschreibt elementare Grundlagen der Gestaltung von Audioelementen. Möglichkeiten der Recherche sind in Kap. 6.3.3.3 aufgeführt und Informationen zur Realisierung in Kap. 8.3 (Audioformate), Kap. 8.7.2.7 bzw. 8.7.2.8 (Kompressionsverfahren) und 8.8.3 (Werkzeuge).

Audioelemente eignen sich vor allem als Mittel der Benutzerführung, um Bilder zu kommentieren und längere Texte für Menschen mit Sehschwächen zugänglich zu machen, Emotionen zu wecken, Stimmungen zu suggerieren und gedankliche Bilder zu aktivieren.

Allerdings sollte der Einsatz von Audioelementen immer nur eine zusätzliche Form der Informationskodierung sein, denn den Benutzern kann es aus unterschiedlichen Gründen verwehrt sein, sie zu hören. Textfassungen von Audiobeiträgen sind nicht nur für die Suchmaschinenoptimierung und Menschen mit Hörschwäche oder ohne Geräte zur Klangausgabe erforderlich, sondern erleichtern auch Besuchern mit einer abweichenden Muttersprache, Sinnzusammenhänge zu erfassen und Sprachbarrieren zu überwinden.

7.4.5.1 Inhaltliche Audiogestaltung

Akustische Benutzerführung

In Betriebssystemen, Spielen und vielen Desktopanwendungen ist der Einsatz von Audio für die Benutzerführung schon lange selbstverständlich, auf Webseiten bisher aber eher die Ausnahme, obwohl akustische Metaphern die Bedienung der Anwendung erleichtern können.

Sie lassen sich vor allem nutzen, um den Benutzer zu interaktiven Elementen einer Seite zu leiten und ihm eine Rückmeldung über den Dialogzustand zu geben.

Hotspots, also anklickbare Bereiche in Grafiken, lassen sich bspw. bei der Bedienung mit der Maus leichter finden, wenn in deren Umgebung etwa das Geräusch eines Geigerzählers ertönt, dessen Frequenz steigt, je mehr sich der Mausfokus einem interaktiven Bereich nähert. In Abb. 7.81 ist die Höhe der Frequenz durch die Intensität der gelben Farbe visualisiert.



Abb. 7.81 Beispiel für akustische Hinführung zu Hotspots

Als zusätzliche Reaktion auf eine Benutzereingabe oder ein Systemereignis steigern akustische Rückmeldungen die Effizienz der Anwendung, da der Benutzer seine Konzentration auf den Arbeitsfluss nicht unterbrechen muss, um sich mit einem Blick zu vergewissern, ob seine Aktion erfolgreich war. Insbesondere der Abschluss längerer Hintergrundprozesse sowie Fehlermeldungen sollten auf diese Weise signalisiert werden. Jede Meldungskategorie erfordert dabei den konsistenten Einsatz einer bestimmten Geräuschart.

Wichtig für die Selbstbeschreibungsfähigkeit ist eine erwartungskonforme Gestaltung der akustischen Metaphern. Beispielsweise kann das Eintippen von Ziffern einer Telefonnummer durch die typischen Tastentöne oder das Absenden einer E-Mail durch das Geräusch raschelnden Papiers quittiert werden.

Die akustische Benutzerführung sollte – abgesehen von Fehlermeldungen – diskret erfolgen und auf einer eher unterbewussten Ebene wirken. Da sie den Benutzer trotzdem stören könnte, sollte dieser ihre Lautstärke anpassen bzw. sie deaktivieren können.

Audiokommentare

Audiokommentare treten vor allem in Form von Hörfassungen längerer Texte oder als Erläuterungen und Ergänzungen zu bildlichen Darstellungen inklusiv Videos und Animationen auf. Auf jeden Fall sollte man einen professionellen Sprecher einsetzen, dessen Stimme in Ausdruck, Artikulation und Intonation sowie ggf. Akzent zur Kernaussage ihrer Website passt.

In der Regel ziehen auditive Signale, insbesondere menschliche Stimmen, unsere Aufmerksamkeit stark auf sich, auch wenn die menschliche Wahrnehmung in der Lage ist, solche Geräusche auszublenden, die mit einer bestimmten Konstanz oder in einem bestimmten Rhythmus auftreten (z. B. nehmen Menschen, die in der Nähe von Bahnlinien wohnen, das Geräusch vorbeifahrender Züge kaum noch wahr).

Daher ist bei Erläuterungen und Ergänzungen darauf zu achten, dass diese nicht in Konkurrenz zur visuellen Darstellung treten. Sie sollen ergänzen, aber nicht dominieren. Besonders problematisch ist gesprochener Text, der gleichzeitig in Schriftform angezeigt wird. Dadurch befindet sich der Benutzer in einer permanenten Entscheidungssituation, ob er sich auf das Lesen oder das Zuhören konzentrieren soll.

Falls das Vorlesen von angezeigtem Text stellenweise dennoch eingesetzt werden soll (z. B. als Stilmittel wie im Intro von *George Lucas'* Star Wars-Filmen), ist auf absolute Identität der Texte und Synchronität zu achten.

Emotionale Wirkung

Seit Jahrhunderten nutzt die Musikdramaturgie den Zusammenhang zwischen musikalischen Parametern und emotionaler Wirkung. Filmmusik arbeitet sehr stark mit diesen Mitteln. Bekannte Beispiele sind das Leitmotiv in Filmen wie „Der weiße Hai“ oder die musikalische Untermalung der Duschszene in Alfred Hitchcocks „Psycho“. Sind einmal audiovisuelle Schemata gebildet worden, so lässt sich allein durch Hören des akustischen Teils auch der visuelle Teil aktivieren (Wadhawan 2015).

Bereits im Barock hatte man durch die ursprünglich auf den altgriechischen Philosophen *Plato* zurückzuführende Affektenlehre festgelegt, welche Emotionen eine Musik beim Hörer auslösen kann: Freude, Trauer, Liebe, Hass, Verlangen, Verwunderung, oder Kom-

binationen daraus. Dafür stehen dem Komponisten unterschiedliche Stilmittel zur Verfügung wie z. B. Klangfolge und -farbe, Lautstärke oder Rhythmus. So lässt sich bspw. Erschrecken durch eine plötzliche Unterbrechung der Melodie umsetzen oder Trauer durch einen absteigenden Tetrachord. Andere klassische Motive sind das Seufzermotiv (steigende oder fallende Sekundmotive) und das Kuckucksmotiv (absteigende kleine Terz). Sehr tiefe Töne im akustischen oder Infraschall-Bereich können Unwohlsein und ein Gefühl der Beklemmung auslösen, Dissonanzen signalisieren Unruhe und Molttöne i. d. R. Trauer.

Vor allem Änderungen der musikalischen Textur (Lautstärke, Klangfarbe, Zeitstruktur) können bei entsprechend veranlagten Hörern Emotionen mit körperlichen Reaktionen auslösen. *Heiner Gembbris* (Gembbris 2002) beschreibt, dass Musik den Zuhörer physiologisch (z. B. Beschleunigung der Herz- und Atemfrequenz) aktivieren kann durch große Lautstärke und häufige Veränderungen des Lautstärkeniveaus, schnelles Tempo und häufige Tempowechsel, ein weites Ton- und Frequenzspektrum sowie eine hohe Komplexität. Aber bereits die Deutung und damit die Wirkung von Moll und Dissonanzen scheinen zumindest teilweise erlernt und damit vom Individuum (und seiner kulturellen Prägung) abhängig zu sein. Auch Unerwartetes wie Brüche oder plötzliche Unterbrechungen in der Melodie lösen nicht immer die gleichen Empfindungen aus.

Eine differenzierte emotionale Wirkung scheint daher weniger von der Musik alleine, sondern mehr von ihrem Zusammenspiel mit individuellen und situativen Faktoren abzuhängen (z. B. Behne 1998; Gembbris 2002). Zu den situativen Faktoren zählen u.a. die aktuelle Stimmung des Rezipienten, die Aufnahmesituation (Ort, anwesende Personen) und ob der Musik konzentriert oder beiläufig zugehört wird. Die individuellen Faktoren umfassen personelle Faktoren wie z. B. Vertrautheit mit der Musikform und Musikgeschmack bzw. Einstellung zu der Musikform, Persönlichkeit und allgemeine Werte, Einstellungen und Bedürfnisse sowie Gruppenzugehörigkeit und kulturelle Faktoren wie vorgegebene Wertvorstellungen und Tabus, Normen und Rituale sowie zur Verfügung stehende Auswahlmöglichkeiten etc.

Die Komposition eines Motivs oder Themas, das auch nur für eine genau abgegrenzte Zielgruppe eine differenzierte emotionale Wirkung hat, sollte daher Komponisten vorbehalten bleiben. Wohl aber kann zur Verfügung stehende Musik kritisch daraufhin geprüft werden, ob sie die Grundaussage und Atmosphäre des Webauftritts unterstreicht oder ihnen widerspricht.

Aktivierung gedanklicher Bilder

Audioelemente lassen sich auch nutzen, um im Rahmen einer integrierten Kommunikation die bildliche Vorstellung aus anderen Darstellungsformen durch Transferwirkungen zu verstärken und abzurufen (Kroeber-Riel 1993, S. 320), wie dies in der Hörfunkwerbung seit langem erfolgt.

Zunächst erzeugt man durch die Kombination von Klang und Sprache mit der bildlichen Darstellung (auch Video oder Animation) ein inneres akustisches Bild eines Unternehmens oder Produkts. Bekannte Beispiele sind die Werbespots eines Autoherstellers („Nichts ist unmöglich“) oder eines Eiscremeproduzenten („Like ice in the sunshine“), in denen eingängige Melodien die Bilder untermalen. Die Musik erhöht nicht nur den Wiedererkennungswert; für viele „Oldies“ liegt zudem beim Rezipienten bereits eine positiv besetzte Erinnerung vor,

die nur noch mit dem Werbeobjekt zu verknüpfen ist. In der Folgezeit reicht dann das Hören der Melodie aus, um beim Hörer das Bild des Produktes oder Unternehmens entstehen zu lassen und die Werbewirkung zu aktualisieren. Bekannte Lieder als Melodie zu wählen ist auch deshalb besonders effizient, weil sie häufig in den Musikbeiträgen der Hörfunksender vertreten sind und somit eine fortwährende, kostenlose Aktualisierung stattfindet.

Beim Aufruf einer Internetpräsenz kann diese Erkennungsmelodie (Jingle) ertönen, sofern sie kurz ist (maximal 3 Sekunden).

7.4.5.2 Formale Audiogestaltung

Ein analoges Audiosignal ist durch seine Länge sowie seine Amplitude und Frequenz im Zeitverlauf gekennzeichnet. Bei der Digitalisierung lassen sich für jeden Kanal die Anzahl der Abtastvorgänge (Abtastrate) und ihre Genauigkeit (Abtasttiefe) festlegen (siehe Kap. 8.3).

Die zur Benutzerführung eingesetzten Audioelemente sollten die Sensibilität des menschlichen Hörens (siehe Kap. 8.7.2.8) berücksichtigen. Ihr (analoges) Signal sollte möglichst (wie die menschliche Sprache) innerhalb des von den meisten Menschen sehr gut hörbaren Frequenzbereichs von ca. 500 Hz – 6 kHz liegen und sich bei akustischen Warnungen sogar auf den Bereich von ca. 500 Hz – 2 kHz beschränken. Musik dagegen kann den gesamten hörbaren Frequenzbereich (ca. 20 Hz – 20 kHz) benötigen, und Geräusche, die eine emotionale Wirkung erzeugen sollen, können durchaus außerhalb des menschlichen Hörvermögens liegen (Infraschall).

Die Anzahl der Abtastvorgänge (Abtastrate) muss für ein vollständig rekonstruierbares Signal ohne Informationsverlust mindestens zweimal so hoch sein wie die Frequenz des abzubildenden Signals. Dadurch ergibt sich für Musik und Geräusche eine Samplingrate von 44,1 kHz und für Sprache 8 oder 11 kHz.

Die Abtasttiefe hängt davon ab, wie genau das Ergebnis eines einzelnen Abtastvorgangs sein muss bzw. ob Quantisierungsrauschen auf Grund von Rundungsfehlern akzeptabel ist. Für Audiokommentare ist eine Abtasttiefe von 8 Bit ausreichend, bei Musik und Geräuschen benötigt man 16 Bit.

Auch wenn Audiodateien gegenüber anderen zeitkontinuierlichen Medien den Vorteil haben, dass die Dateigrößen geringer und folglich auch die Downloadzeiten kürzer sind, sollte man (wo immer sinnvoll) längere Audiodateien modularisieren, im Link die Dateigröße sowie typische Ladezeit bei unterschiedlichen Datenraten angeben und den Benutzer wählen lassen.

Ggf. lassen sich auch die gleichen Inhalte in verschiedenen Qualitätsstufen anbieten, um unterschiedlichen Datenübertragungsraten Rechnung zu tragen. Dies ist z. B. beim Audio-streaming in Internetradios üblich.

Im Gegensatz zu den zeitunabhängigen (diskreten) Medien Text und Bild sind Videos, Animationen und Audioelemente zeitabhängig (zeitkontinuierlich). Sind sie einmal aufgerufen, zwingen sie dem Benutzer eine lineare zeitliche Abfolge auf.

Deshalb sollten diese Medien stets mittels eines AV-Panels (siehe z. B. Abb. 3.37) zu steuern sein, d. h. der Besucher kann sie zumindest anhalten bzw. fortsetzen, abbrechen sowie ihre Lautstärke anpassen. Das AV-Panel ist möglichst robust und kompatibel zu derzeitigen

und künftigen Technologien zu implementieren. Alle Funktionen des AV-Panels sollen erwartungskonform funktionieren und auch alleine durch die Tastatur steuerbar sein. Da die Flexibilität der Interaktion ein wesentliches Merkmal von Webanwendungen ist, sollten insbesondere fortgeschrittene Benutzer bei längeren Stücken auch die Möglichkeit zum Vor- bzw. Zurückspringen oder zur Anwahl einer bestimmten Stelle haben. Die Anzeige der bisherigen und noch zu erwartenden Spieldauer rundet die Funktionalität des AV-Panels ab.

7.4.6 Video

Egal ob Werbespots auf Portal- oder Herstellerseiten, Filme und Sequenzen im Web 2.0, WebTV, Videokonferenzen mit diversen Messenger-Systemen – der Einsatz von Video und Animation im Web gewinnt an Bedeutung. 82 % aller Onlinenutzer ab 14 Jahren in Deutschland rufen gelegentlich Videos ab und 26 % täglich (ARD und ZDF 2015). Animation und Video verschmelzen dabei in der digitalen Welt: Einerseits lassen sich heutzutage nahezu fotorealistische Animationen erstellen, die mit bloßem Auge von einem Video kaum zu unterscheiden sind, andererseits lassen sich Videos mit Interaktionsmöglichkeiten versehen, was bisher typischerweise Animationen vorbehalten war.

Videos im Sinne dieses Kapitels bestehen aus einer linearen Sequenz von Bitmapbildern, die um auditive Informationen ergänzt sein können. Grundsätzlich treffen auf sie alle bereits vorgestellten Gestaltungsaspekte von Bildern und Audioelementen zu. Insbesondere gilt, wie für alle zeitkontinuierlichen Medien, dass sie vergleichsweise kurz und mittels eines AV-Panels zu steuern sein sollten.

Dieses Kapitel beschreibt elementare Grundlagen der Gestaltung von Videos. Möglichkeiten der Recherche sind im Kap. 6.3.3.4 aufgeführt und Informationen zur Realisierung in Kap. 8.4 (Videoformate), Kap. 8.7.2.9 (Kompressionsverfahren) sowie Kap. 8.8.4 (Werkzeuge).

Videos sprechen Auge und Ohr gleichzeitig an und erzeugen auf Grund ihres scheinbaren Realismus und ihrer Dynamik zusammen mit bestimmten Animationsformen ein Höchstmaß an Involvement beim Betrachter. Sie sind universell für Information und Kommunikation bzw. Bildung und Unterhaltung einsetzbar. Im elektronischen Handel (E-Commerce) kann man mit ihrer Hilfe insbesondere

- Menschen lebendig darstellen (z. B. mit Video-Statements oder -Interviews und Hobbies der Kunden und Mitarbeiter), um den Webauftritt menschlicher anmuten zu lassen,
- modellhaft Vorgehensweisen illustrieren (z. B. Anwendungsvideos oder Tutorials), um die Gebrauchstauglichkeit eines Produktes zu demonstrieren oder Kunden bei dessen Handhabung zu unterstützen,
- dem Kunden Einblick in geschlossene Bereiche gewähren (z. B. mit einem Videoclip, der Produktionsanlagen in Betrieb zeigt), um Offenheit, Innovativität und Nachhaltigkeit zu demonstrieren sowie
- mit Kunden kommunizieren (z. B. per Videotelefonie mit Kundenbetreuer), um persönliche Nähe und Vertrauen zu erzeugen.

Videos heben die Beschränkungen von Zeit und Raum auf. Wie die Spezialeffekte in Spielfilmen zeigen, ist der Unterschied zwischen realen und virtuellen Elementen mit der menschlichen Wahrnehmung kaum noch zu erkennen. Dadurch gestatten sie es, dem Betrachter künstliche Welten zu präsentieren, die in ihrer Wirkung unter Berücksichtigung der relevanten Zielgruppeneigenschaften genau auf die Ziele des Absenders abgestimmt sind. Mit ihrer Fähigkeit zur Vergrößerung und Verkleinerung sowie zur zeitlichen Verkürzung und Dehnung erlauben sie es, Vorgänge und Phänomene für uns sichtbar zu machen, die sich normalerweise außerhalb der menschlichen Wahrnehmung befinden.

Aufmerksamkeitssteuerung und Blickführung lassen sich bereits bei der Aufnahme von Videos z. B. durch Beleuchtung, Bildfokus und Zoom sowie in der Nachbearbeitung z. B. durch Schnitte, Zeitlupen, Standbilder, Markierungen und ergänzende Audioelemente realisieren.

Frank Thissen schrieb im Jahr 2001, dass es sich bei Video im Web um einen aktiveren Vorgang im Vergleich zum konventionellen Fernsehen handele und die Erwartungen des Betrachters folglich unterschiedlich seien (Thissen 2001, S. 116 f.): Eine Spieldauer von 30 Sekunden sei meist akzeptabel, während längere Sequenzen ab einer Minute anstrengend seien. Durch Videoportale und Web 2.0 haben sich die Sehgewohnheiten seither etwas verändert. Zwar gilt immer noch, dass die Betrachtung von Videos im Web ein aktiverer Vorgang ist als das Fernsehen. Die akzeptable Dauer eines Clips hat sich aber erhöht und reicht heute je nach Inhalt bis etwa zur Größenordnung eines typischen Musikvideos.

Die ehemaligen Hauptargumente gegen Videos in der Web-Präsenz, nämlich geringe Bandbreiten im Internet und demzufolge schlechte Auflösung und Bildqualität (Nielsen 2001, S. 149 f.), gelten heute nur noch sehr eingeschränkt. Die breite Verfügbarkeit von LTE- und ADSL(2)-Zugängen in Deutschland gestattet eine ähnlich gute Darstellung der Filme wie im Fernsehen (Abb. 7.82).

So ist Video nicht nur auf Videoportalen wie YouTube, sondern auf vielen anderen Seiten heutzutage Standard, um Informationen zu vermitteln, Werbung zu machen und



Abb. 7.82 Internetvideo 1998 (links) und 2016 (rechts)

miteinander zu kommunizieren. Früher wegen seiner geringen Auflösung von 160x120 px als „Briefmarkenfernsehen“ belächelt, ist heute die Übertragung von Videoinhalten über das Internet bei einer Internetanbindung ab 8 Mbit/s mit 640x480 px oder 1280x720 px (High-Definition, HD) zu einer ernsthaften Alternative der etablierten Übertragungswege geworden, da diese zusätzlich zeitversetztes Sehen, Aufnahmen u. v. m. gestattet. Wenn Anbieter ihre Beiträge in HD-Qualität einspeisen, sind zur Verteilung freilich extrem leistungsfähige Streamingserver und/oder ein Peer-to-Peer-Netz erforderlich, bei dem die Benutzer ihre gewünschten Beiträge parallel von den Festplatten mehrerer anderer Benutzer herunterladen.

Auch die Bildwiederholrate lässt sich dem Zweck des Videos anpassen. Sie sollte nicht unter 18 Bildern pro Sekunde liegen, um ein sichtbares Ruckeln zu vermeiden und nicht über 20 Bildern pro Sekunde, um eine zu große Datenmenge und Prozessorlast zu vermeiden.

Wie bei Audiobeiträgen lassen sich auch hier die gleichen Inhalte in verschiedenen Qualitätsstufen anbieten, um unterschiedlichen Datenübertragungsraten Rechnung zu tragen.

Generell sollten Videos nur auf explizite Benutzeranforderung hin geladen werden. Sollten sie ausnahmsweise automatisch starten, so müssen sie überspringbar oder diese Funktion deaktivierbar sein.

Die Verknüpfungen zu Videos sollten stets mit einem Kommentar versehen sein, der neben dem Titel auch die Spieldauer, Dateigröße des Films sowie die Downloadzeit bei unterschiedlichen Übertragungsleistungen enthält. Miniaturbilder (Thumbnails) des Films und textliche Kurzbeschreibungen bzw. Stichworte geben dem Nutzer weitere Anhaltspunkte, um zu beurteilen, ob sich ein Download für ihn lohnt.

Damit Videos und Animationen für Menschen mit Sehschwäche leichter zugänglich sind, sollten zusätzlich zu Alternativtexten auch Hörfassungen als Audiodateien (z. B. im MP3-Format) hinterlegt sein, und für Besucher mit Hörschwäche oder abweichender Muttersprache bieten sich (zuschaltbare) Untertitel an. Eine gute Anleitung für das Erstellen von Untertiteln findet sich auf den Seiten des Aktionsbündnisses für barrierefreie Informationstechnik.

Mit Hilfe von JavaScript lassen sich Videos in ein flexibles Layout einpassen.

7.4.7 Animation

Animationen entstehen durch eine Folge von Vektorgrafiken. Sie können wie ein Video einen linearen Ablauf haben oder dem Benutzer durch integrierte Interaktionsmöglichkeiten gestatten, gezielt einzelne Zustände (Szenen) oder Vorgänge (Sequenzen) abzurufen (interaktives Video).

Dieses Kapitel beschreibt elementare Grundlagen der Gestaltung von Animationen. Möglichkeiten der Recherche sind im Kap. [6.3.3.5](#) aufgeführt und Informationen zur Realisierung in Kap. [8.5](#) (Animationsformate) sowie Kap. [8.8.5](#) (Werkzeuge).

Für zeitkontinuierliche Animationen gilt, was bereits zum Thema Video geschrieben wurde: Insbesondere sollten sie kurz und mittels eines AV-Panels zu steuern sein sowie im Sinne eines höheren Zugänglichkeitsgrads durch alternative Darstellungsformen ergänzt werden.

Animationen eignen sich besonders dazu, komplexe Vorgänge abstrahierend darzustellen, die durch reinen Text oder Videos nur schwer vermittelt werden können. Sie erlauben dem Benutzer, durch Interaktion auszuprobieren, welche Resultate bestimmte Handlungen nach sich ziehen. Im Bereich des E-Commerce setzt man sie vornehmlich ein, Funktionsweisen zu erklären und Kunden auf spielerische Art ein Produkt konfigurieren bzw. manipulieren zu lassen (Abb. 7.83, Astonmartin 2014). Eine Funktion, mit der man die eigene Konfiguration an andere verschicken kann, steigert die Motivation und den Bekanntheitsgrad.

Problematisch an selbst startenden Animationen ist, dass evolutionsbedingt bereits nur im Randbereich der Netzhaut registrierte Veränderungen von Kontrasten (z. B. durch Bewegungen oder Farbwechseln) eine unwillkürliche Bewegung der Augen auslösen, um die mögliche Gefahrenquelle zu fokussieren. Deshalb ziehen animierte Elemente die Aufmerksamkeit des Betrachters sehr stark auf sich und können von anderen wichtigen Seiteninhalten ablenken. Animationen sollten nur als Reaktion auf Benutzereingaben starten, und es sollte sich zu jedem Zeitpunkt maximal ein animiertes Element im Browserfenster befinden.

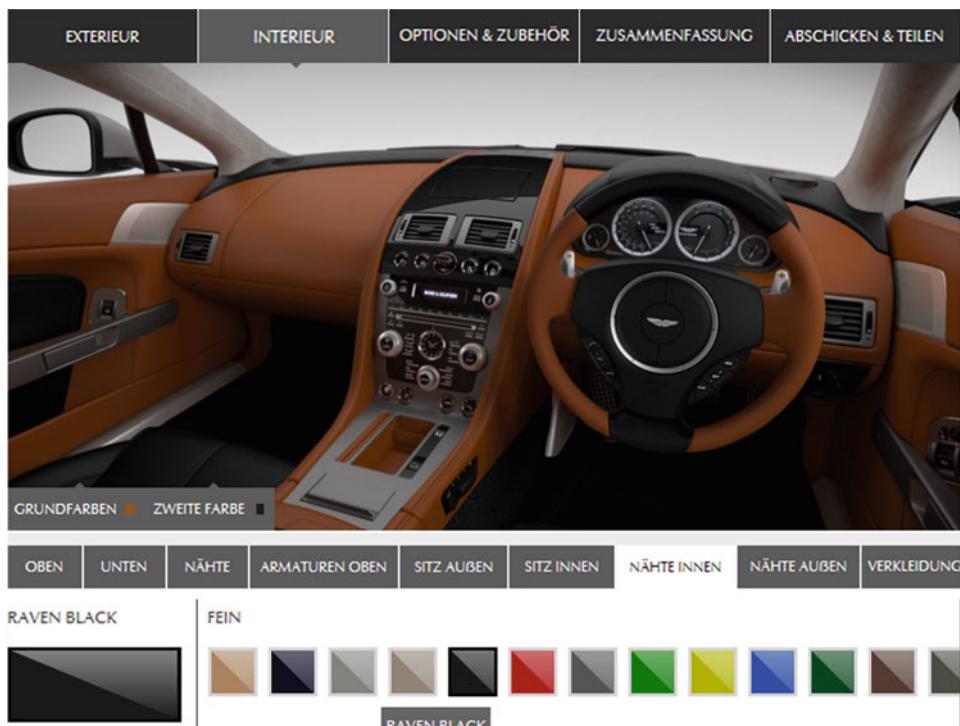


Abb. 7.83 Beispiel für den Einsatz von Animationen bei der Produktkonfiguration

Blinken sollte kritischen Systemmeldungen vorbehalten bleiben. Dabei ist darauf zu achten, dass die Objekte lange genug zu sehen sind, um von allen Benutzern wahrgenommen zu werden und dass die Inhalte keine Anfallsleiden auslösen können (siehe Kap. 3.4.2.2 und 3.4.3). Wenn die Applikation im Normalzustand blinkende Elemente zur Benutzerführung benötigt, ist der Reizeinsatz auf der Seite nicht gründlich genug durchdacht.

Paradoixerweise bergen Animationen gerade auf Grund ihrer Auffälligkeit die Gefahr, vom Benutzer ignoriert zu werden. Die Auffälligkeit ist oft ein typisches Merkmal von Werbebanner, und wenn animierte Elemente der Benutzeroberfläche sich von diesen nicht deutlich genug unterscheiden, ordnen viele Besucher sie nach dem Gesetz der Ähnlichkeit unbewusst in diese Kategorie und versuchen, sie zu übersehen.

Um zu hohe Prozessorlasten zu verhindern, sollte man vermeiden,

- die Bildrate zu hoch zu wählen (über 18 Bilder pro Sekunde),
- zu viele Animationen in unterschiedlichen Schichten (Layern) simultan zu starten,
- durchscheinende Animationen über importierten Bildern (JPG, PNG etc.) zu verwenden,
- Ereignisse (Events) zufällig erzeugen zu lassen und
- importierte Grafiken (JPG, PNG etc.) über einen langen Zeitraum zu vergrößern.

7.4.8 Werbung

Studien zu den Erwartungen der Benutzer und ihren tatsächlichen Blickverläufen (siehe Kap. 6.4.2 und 6.4.3) zeigen, dass die Platzierung, Größe, mediale Aufbereitung und Interaktionsmöglichkeiten von Werbung einen signifikanten Einfluss auf die Beachtung durch den Webseitenbesucher haben.

Um möglichst viele und lange Blickkontakte zu erzielen, gibt es für die **Platzierung** von Werbeelementen grundsätzlich zwei gute Orte: Den oberen Bereich der Seite zwischen Seitenkennung und Inhaltsbereich, sowie die rechte Seite zwischen Log-In und Linkliste (siehe Abb. 7.133). Auch an anderen Stellen hat die Nähe zu beliebten Inhaltselementen, etwa innerhalb von redaktionellen Beiträgen oder zu Formularelementen, welche die Aufmerksamkeit des Besuchers auf sich lenken, eine positive Wirkung (Content Ads). Dies gilt vor allem dann, wenn keine optische Barriere, wie etwa ein größerer Weißraum oder eine Satzlinie, dazwischen liegt. Wichtig ist, dass die Werbung im passenden kontextuellen Umfeld steht, damit Leser sie als seriöse Zusatzinformation wahrnehmen und akzeptieren.

Die Werbeelemente können auch über einer Webseite (Pop-Up-Banner, Superstitial), auf dieser (Layer) oder unter ihr (Pop-Under-Banner) liegen. Daher muss ihr Format sich nicht zwangsläufig an der Struktur der Webseite orientieren. Da sich Pop-Ups in einem separaten Browserfenster über der Webseite öffnen, lassen sie sich leicht identifizieren und mit Pop-Up-Blockern unterdrücken. Superstitials sind eine Sonderform von Pop-Up-Fenstern, die komplett im Hintergrund geladen werden und wesentlich mehr Funktionalität (z. B. eine Mikrosite, siehe unten) enthalten können, als eine Bannereinblendung. Layer

bezeichnen hingegen eine separate Darstellungsschicht im gleichen Browserfenster, die meist teilweise transparent ist und für Werbeunterbrechungen (Interstitials) genutzt wird. Oft ist die Schaltfläche zum Schließen nicht oder an ungewohnten Stellen vorhanden, so dass ein vorzeitiges Ausblenden der Werbung verhindert wird. Das Pop-Under ist ein separates Browserfenster, das sich unter der aktuellen Webseite öffnet (bzw. die originäre Webseite schiebt sich in den Vordergrund) und meist erst beim Schließen der betrachteten Seite entdeckt wird.

Auch die **Größe** hat seinen deutlichen Einfluss auf die Wahrnehmung – je größer, desto besser. Banner können ganz unterschiedliche Abmessungen haben. Um die Formatvielfalt einzudämmen und somit die Entwicklung und Verbreitung von Bannern effizienter und kostengünstiger zu gestalten, begann das US-amerikanische Interactive Advertising Bureau (IAB) bereits im Jahr 2002, einen Satz von vier Standardmaßen (Universal Ad Package) zu empfehlen, die auf den meisten großen Internetpräsenzen geschaltet werden können. Die derzeit gültigen Formate des IAB für Standardwerbeformen sowie die davon abgeleiteten Empfehlungen des Online-Vermarkterkreises (OVK) im Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e. V. für Desktop/Notebook zeigt Tab. 7.2.

Für mobile Geräte wie Tablet PCs und Smartphones hat die IAB ebenfalls Standardformate definiert (Tab. 7.3).

Im Hinblick auf die **mediale Gestaltung** lassen sich statische und animierte Banner sowie Video-Ads differenzieren. Statische Banner sind grafische Werbeelemente der ersten Generation aus Text und/oder Bild, welche ohne Animation oder weitere Interaktionsmöglichkeiten die Seite des Werbetreibenden beim Anklicken aufrufen. Animierte Banner gestatten durch Bildfolgen, deutlich mehr Inhalte als bei statischen Bannern unterzubringen und ziehen durch Bewegung und Farbwechsel wesentlich mehr Aufmerksamkeit auf sich. Diese stellen derzeit die am häufigsten anzutreffende Form dar. Video-Ads, auch Streaming-Banner genannt, können Audio- und Video-Streams integrieren. Sie ziehen wie Animationen die Aufmerksamkeit auf sich, wirken aber eher wie ein Unterhaltungsmedium und haben daher – entsprechende Datentransferraten vorausgesetzt – derzeit noch eine relativ große Akzeptanz beim Betrachter. Hauptsächlich werden sie genutzt, um TV-Kampagnen zu verlängern.

Für diese Werbeformen gelten prinzipiell die Gestaltungshinweise des IAB zu den jeweils eingesetzten Medienarten, insbesondere die für Animationen (siehe Abschn. 7.4.7). Sie sollen u. a.:

- je nach Typ bestimmte Abmessungen und maximale Dateigrößen einhalten,
- Dateien nur zu einem kleinen Teil sofort laden, während der größere Teil erst nach dem Seitenaufbau nachgeladen wird (polite download, engl. für höfliches Herunterladen),
- die Anzahl der Wiederholungen bei in Schleife abgespielten Anzeigebannern auf drei begrenzen,
- eine Animationsdauer von 15 Sekunden nicht überschreiten,
- eine maximale Bildwiederholrate auf 18 Bildern pro Sekunde aufweisen,

- Audioelemente nicht automatisch, sondern nur in Folge einer Benutzeraktion (mouse over bzw. Schaltfläche) starten und stoppen (mouse out),
- den Benutzern einheitliche Steuermöglichkeiten zur Verfügung stellen und
- eindeutig (z. B. mit „Advertisement“ bzw. „Anzeige“) beschriftet sein.

Tab. 7.2 Maße der wichtigsten Standardwerbeformen für Desktop/Notebook

IAB-Formate (IAB 2015a)	OVK-Formate (OVK 2015a)	Maße [Breite x Höhe]	Max. initiale Dateigröße
<i>Universal Ad Package</i>			
Medium Rectangle	Medium Rectangle	300×250 px	40 KB
Rectangle	Rectangle	180×150 px	40 KB
Wide Skyscraper	Wide Skyscraper	160×600 px	40 KB
Leaderboard	Super Banner	728×90 px	40 KB
<i>Other Ad Units</i>			
Super Leaderboard		970×90 px	40 KB
	Expandable Super Banner	728×300 px	40 KB
	Full Banner	468x60 px	40 KB
	Expandable Skyscraper	420×600 px	40 KB
	Standard Skyscraper	120×600 px	40 KB
	Banderole Ad	770×250 px	40 KB
	Baseboard Ad	728 px bis Seitenbreite x 90 px	80 KB
	Floor Ad	728 px x 200 bzw. 400 px	80 KB
	Maxi Ad	640×480 px	80 KB
Half Page	Half Page Ad	300×600 px	40 KB
	Button	234×60 px	20 KB
Button 2		120×60 px	20 KB
Micro Bar		88×31 px	10 KB
	(Micro Button)	80×15 px	10 KB
<i>Rich Media Guidance</i>			
In-Banner Video		300×250, 180×150, 160×600, 728×90 oder 300×600 px	40 KB
Expandable/Retractable	Universal Flash Layer	400x400 px	40 KB
	Flash Layer	300×250 px	40 KB
Floating		variabel	80 KB
Between-the-Page (Interstitial)		variabel	80 KB

(Fortsetzung)

Tab. 7.2 (Fortsetzung)

IAB-Formate (IAB 2015a)	OVK-Formate (OVK 2015a)	Maße [Breite x Höhe]	Max. initiale Dateigröße
Digital Video Rising Stars			
Filmstrip		1/5 der Höhe des Players	n. a.
Ad Control Bar		1/5 der Höhe des Players	n. a.
TimeSync		1/5 der Höhe des Players	150 KB
Extender		1/5 der Höhe des Players	n. a.
Full Player		1/5 der Höhe des Players	n. a.
Digital Display Rising Stars			
Billboard	Billboard Ad	970×250 px	60 KB
Filmstrip		300×600 px	60 KB
Portrait		300×1050 px	80 KB
Pushdown		970×90 px	60 KB
	Pushdown Ad	728 px bis Seitenbreite x 90 oder 300 px	80 KB
Sidekick	Sidekick Ad	300×250, 300v600 oder 970×250 px	60 KB
Slider		970×90 px	60 KB

Während bei statischen und animierten Bannern sowie Video-Ads die Benutzeraktion auf das Anklicken und den dadurch ausgelösten Aufruf der referenzierten Webseite beschränkt ist, gestatten (D)HTML-Banner und Mikrosites weitergehende Interaktionsmöglichkeiten. (D)HTML-Banner integrieren HTML-Code, bzw. im Fall von DHTML auch JavaScript-Code, in die Webseite des Werbeträgers und können dadurch auch pseudo-interaktive Elemente wie Pull-Down-Menüs anbieten, mit denen der Besucher das Ziel der Verlinkung (i. d. R. einen bestimmten Themenbereich im Informationsangebot des Werbetreibenden) auswählen kann. Ist JavaScript im Code enthalten und dessen Ausführung im Browser des Benutzers zugelassen, lässt sich prinzipiell jede Form von Dynamik und Interaktion (z. B. Spiele) realisieren. Mikrosites letztlich sind Banner, die eine voll funktionsfähige und beliebig komplexe Website direkt auf dem Werbeträger anbieten. Der Vorteil für den Werbenden besteht in der Vielfalt der Möglichkeiten, und für den Werbeträger ist positiv, dass der Besucher seine Webseite nicht verlässt.

Den **Einsatz von Werbung** in einer Internetpräsenz sollte man sehr genau abwägen: ihre Erfolgsrate ist gering. Selbst das IAB gibt Interaktionsraten von unter 1 % für statische bis

Tab. 7.3 Maße der wichtigsten Standardwerbeformen für Tablet/Smartphone

IAB-Formate (IAB 2015b)	OVK-Formate (OVK 2015b)	Maße [Breite x Höhe]	Max. initiale Dateigröße
Image			
Feature Phone Small Banner		120×20 px	3 KB
Feature Phone Medium Banner		168×28 px	4 KB
Feature Phone Large Banner		216×36 px	5 KB
Smartphone Static Interstitial		300×250 px	30 KB
	Mobile Interstitial	320×416 px	n. a.
	Mobile Medium Rectangle	300×250 px	n. a.
Smartphone Static Banner		300×50 px	15 KB
	Mobile Content Ad 2:1	300×150 px	n. a.
	Mobile Content Ad 4:1	300×75 px	n. a.
Smartphone Static Banner	Mobile Content Ad 2:1	300×50 px	15 KB
Smartphone Static Banner		300x50 px	15 KB
Smartphone Wide Banner		320×50 px	15 KB
Rich Media/Expand			
Smartphone Rich Interstitial		300×250 px	35 KB
	Interakt. Mobile Interstitial	320×416 px	n. a.
Smartphone Rich Banner & Expandable	(Interakt.) mobile Expandable bzw. interakt. Mobile Banner	300×50 px	35 KB
Smartphone Rich Wide Banner & Expandable		320×50 px	35 KB
Mobile Rising Stars			
Full Page		320×50 px	Phone: 40 KB Tablet: 60 KB

(Fortsetzung)

Tab. 7.3 (Fortsetzung)

IAB-Formate (IAB 2015b)	OVK-Formate (OVK 2015b)	Maße [Breite x Höhe]	Max. initiale Dateigröße
Flex		320x50 px	Phone: 40 KB Tablet: 60 KB
Adhesion Banner		320x50 px	Phone: 40 KB Tablet: 60 KB
Pull Slider		320x50 px	Phone: 40 KB Tablet: 60 KB
Filmstrip Full Screen		320x50 px	Phone: 40 KB Tablet: 60 KB
Filmstrip Tablet		300x600 px	Tablet: 100 KB

maximal 2,8 % für interaktive Werbeformen an (IAB 2014) und sie wirken sich oft negativ auf die Benutzerzufriedenheit aus. Ein erheblicher Teil der Benutzer ignoriert Banner oder setzt spezielle Software (z.B. Pop-Up-Blocker) ein, die bei den aktuellen Browsern bereits integriert ist und sich sonst nachrüsten lässt, um das Laden oder Anzeigen von Online-Werbung zu verhindern. Eine weitere Gruppe von Benutzern fühlt sich von der Werbung belästigt und gestresst, wodurch sich bei ihnen das Ansehen des Webangebots und die Zufriedenheit der Besucher massiv verschlechtern können. Die Akzeptanz einer Internetpräsenz leidet insbesondere unter Overlay-Formaten wie Flash-Layer, Expanding Rectangles sowie Splitscreen-Ads und ihre Glaubwürdigkeit unter Fake-Bannern, die sich (z.B. als Systemmeldung des Betriebssystems) tarnen und zu ungewollten Banneraufrufen führen.

Falls der Einsatz von Werbemitteln gewünscht ist, sollte man sich an folgende Grundregeln halten:

- Eine Präsentation der Werbung im passenden redaktionellen Kontext führt dazu, dass die meisten Leser sie als eine Bereicherung empfinden.
- Um den Benutzer zum bewussten Anklicken zu bewegen, muss das Design die Interaktivität der Werbeform herauststellen. Die Möglichkeiten dazu reichen von einem einfachen „Hier Klicken“-Button in Bannern bis zu Spielen in Rich Media-Formaten.
- Aggressive Werbeformen wie Floating Ads (auch Sticky Ads oder Scroll Ads genannt), die den Blick auf den Webseiteninhalt verwehren und sich vom Benutzer nicht steuern lassen, verärgern den Besucher und sind zu vermeiden.
- Die Usability-Regeln gelten auch für die Gestaltung von Werbemitteln.

- Bei länger andauernden Kampagnen müssen von Zeit zu Zeit die Formate gewechselt werden, um einen Gewöhnungseffekt zu vermindern. Dabei ist auf einen hohen Wiedererkennungswert (z. B. durch Logo, Farbwahl, Typografie) zu achten.

7.4.9 Blogs

Weblogs gelten als Königsdisziplin des benutzergenerierten Inhalts (User Generated Content, UGC) und werden als eine Art Tagebuch verstanden, in dem Benutzer ihre Gedanken zu bestimmten Themen regelmäßig den Lesern mitteilen. Die Inhalte sind hierbei völlig variabel, meist handelt es sich um Beobachtungen, Ereignisse und Meinungen, wobei fast alle Themengebiete diskutiert werden. In der großen Mehrzahl werden Blogs von Einzelpersonen zu privaten oder beruflichen Themen geschrieben, aber auch viele Unternehmen haben die Möglichkeiten von Unternehmensblogs (Business Blogs, Corporate Blogs) für Marktforschung und Marketing entdeckt.

Das Besondere ist die intensive Einbindung der Leser, denn diese sollen sich aktiv beteiligen und die Blogs kommentieren, sie per Feed (siehe unten) abonnieren oder sogar weiter empfehlen. Blogs existieren in vielen Formen: Derzeit benutzen Blogger vor allem Textblogs (86 %), Fotoblogs wie Pinterest und Instagram (38 %) und Microblogs wie Twitter (31 %); lediglich 10 % setzen Video bzw. 4 % Audioblogs als primäres Medium ein (Technorati 2013).

Blogs gehören zu den bekanntesten Erscheinungsformen des Web 2.0 und wurden bereits 1997 erstmalig von *Jorn Barger* genutzt (Alby 2007, S. 21). Mittlerweile werden allein auf der Plattform Tumblr 276 Mio. Blogs mit einer unüberschaubaren Anzahl an Blogbeiträgen (Posts) gehostet (Tumblr 2016), Twitter zählt 320 Mio. aktive Benutzer pro Monat (Twitter 2016) und Facebook gar über 1,5 Mrd. aktive Benutzer pro Monat (Facebook 2016). Abb. 7.84 zeigt zur besseren Übersicht eine komprimierte Darstellung eines Beispiels aus googleblog.blogspot.com.

Die Beiträge gewinnen oftmals mit rasender Geschwindigkeit einen sehr hohen Bekanntheitsgrad und zwar durch die weit reichenden Verlinkungen der Blogs untereinander mit Hilfe von

- Back-Links (**Trackbacks**), also Referenzierungen zwischen einem zitierenden Beitrag und der Quelle, entstehen, wenn der Bezug zwischen diesen beiden im zitierenden Beitrag über die Verlinkung der Ursprungsadresse im Text und den Eintrag von deren Trackback-URL in der Trackback-Funktion hergestellt wird. Die Trackback-Funktion generiert daraufhin eine Nachricht (Trackback) an die zitierte Quelle, die meist beim Empfänger am Ende des jeweiligen Artikels wie ein Kommentar angezeigt wird. Sie enthält den Namen des verlinkenden Weblogs, dessen URL und ggf. eine Zusammenfassung des dortigen Beitrags;
- **Pingbacks**, automatisierte Trackbacks, die ohne manuellen Eingriff alle in einem Beitrag verlinkten Adressen informieren, dass sie zitiert wurden;

- **Blogrollen**, eine (zumeist in der rechten Sidebar der Blogwebseiten integrierte) Linkliste, in welcher der Autor auf andere von ihm gelesene und empfohlene Blogs verweist und
- **Permalinks**. Permalink ist ein Kofferwort aus permanent und Link und bezeichnet eine eindeutige, dauerhafte URL, die Blogsysteme meist automatisch erzeugen und verwenden, um alte Beiträge in Archiven ständig verfügbar zu halten. Auf Grund der Verwendung von Schlagwörtern in der URL eignen sie sich sehr gut für die Suchmaschinenindexierung.

Allein durch diese hohen viralen Effekte haben Blogs eine relativ große Macht erreicht. Für die Anhebung des PageRanks sind sie seit der Anpassung der Gewichtungsalgorithmen bei Google (siehe Kap. 4.2.3.2) allerdings nicht mehr so gut geeignet wie früher.

Unternehmensblogs eignen sich weniger für offensichtliche Werbung, sondern eher, um fachliche Kompetenz auf bestimmten Themengebieten unter Beweis zu stellen oder um mit Hilfe der Kommentarfunktion die Kundenbindung zu stärken, Marktforschung zu betreiben und die Leser in die Entwicklung von Strategien oder Produktideen einzubezie-

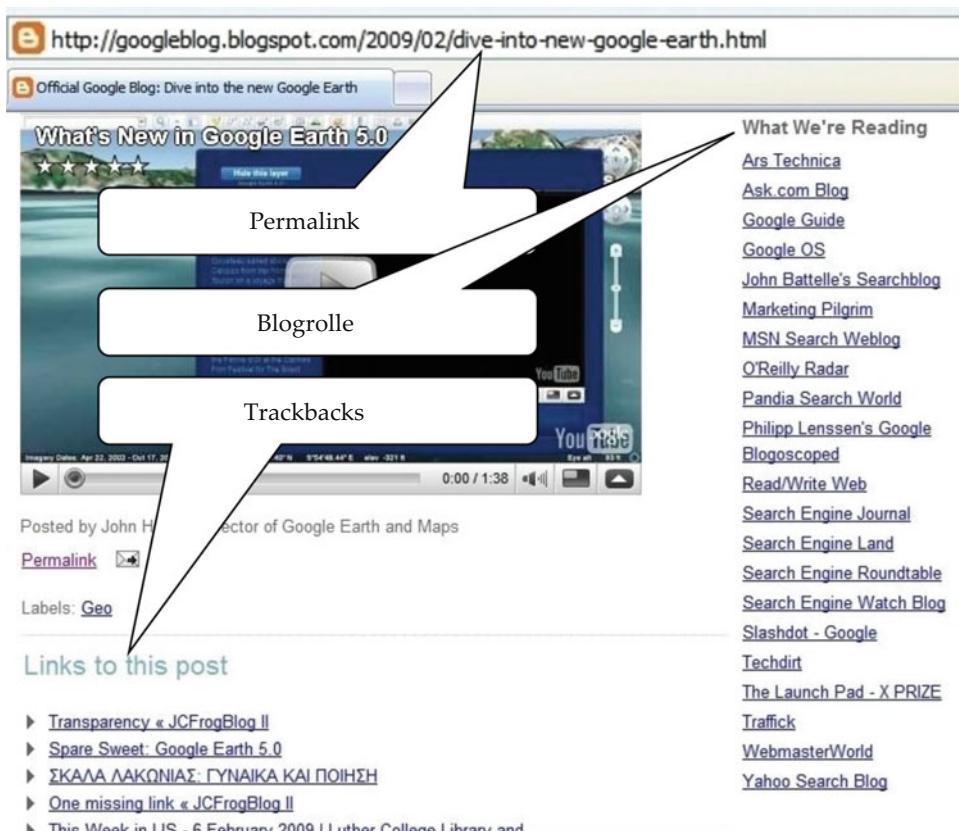


Abb. 7.84 Beispiel für Trackback, Blogroll und Permalink

hen. Die öffentliche Kommunikation birgt allerdings das Risiko des Missbrauchs durch Kommentar-Spammer und Trolle. Kommentar-Spammer nutzen Trackbacks primär, um Aufmerksamkeit und Besucher auf die eigene Website zu lenken. Trolle hingegen sind Autoren, die mit ihren Beiträgen vor allem provozieren wollen und oft auch zu Verbalinjurien greifen. In letzter Zeit werden Kommentarfunktionen zunehmend als Mittel der Meinungsmanipulation und Propaganda missbraucht.

Folgende Empfehlungen sollten bei der Gestaltung eines professionellen Blogs berücksichtigt werden:

- Die Kommunikationsstrategie muss zur Corporate Identity des Unternehmens passen.
- Der Blog enthält Experten- bzw. Insiderwissen, um Kompetenz zu belegen.
- Neben eigenen Neuigkeiten können auch Nachrichten aus dem Themenbereich, die aus anderen Quellen stammen, zusammengetragen und kommentiert werden. Dabei ist auf Fairness zu achten.
- Der Blog besteht nicht nur aus positiven Beiträgen, sondern berichtet auch von (ausgewählten) Problemen, um Glaubwürdigkeit zu erzeugen.
- Ein persönlicher und menschlicher Kommunikationsstil, der auch Emotionen (in moderater Form) wiedergibt, vermittelt den Eindruck von Authentizität.
- Kurze Antwortzeiten signalisieren den Verfassern von Kommentaren, dass man ihre Meinung ernst nimmt, und ermöglichen dem Blogbetreiber, schnell auf Spammer und Trolle zu reagieren. Dies kann erheblichen personellen Aufwand bedeuten.
- Reaktionen auf Kommentare sind stets höflich und lösungsorientiert.
- Da die meisten Blogs ihre Verbreitung neben den populären Trackbacks hauptsächlich durch Feeds erreichen, ist auf prägnante, neugierig machende Teaser zu achten.

Feeds (engl. für Eingabe, Zufuhr) bzw. Newsfeeds bezeichnen Datenabonnements mit Nachrichten oder auch Blog-Beiträge in Form von Text, Bild, Audio oder Video, die sich mit Hilfe von Feed-Aggregatoren wie Feedreader- oder Podcatcher-Programmen empfangen und verwalten lassen. Viele Unternehmen gehen bereits dazu über, auch in ihren Feeds Werbung mitzuliefern.

Nachdem ein Benutzer einen Feed abonniert hat, fragt sein Feed-Aggregator in vom Benutzer definierten Zeitabständen die Datenquelle an. Er erhält zu jedem neuen Beitrag einen Datensatz, der im Wesentlichen aus dessen Überschriften, einem Anreißer und dem Link zum Beitrag, dem man bei Interesse folgen kann, besteht, um den Originalbeitrag herunterzuladen. Daher haben die Gestaltung von Überschrift und Teaser eine so große Bedeutung.

Im Gegensatz zu Newslettern, bei denen die Übermittlung der Daten auf dem Push-Prinzip basieren, funktionieren Feeds also genau anders herum: Durch das Pull-Prinzip können sich die interessierten Abonnenten die Nachrichten oder Artikel aus unterschiedlichen Quellen anonym abrufen und bestimmen dabei selbst die Häufigkeit der Lieferung und den Lieferzeitraum. Dadurch ist die Bereitschaft zum Abonnement höher.

Für die Realisierung stehen neben Microsofts proprietärem Channel Definition Format zwei plattformunabhängige Formate zur Verfügung, die beide auf XML aufbauen: **Atom**

und **Really Simple Syndication** (RSS, engl. für „sehr einfaches Zusammenführen“). Einen Syntaxcheck für beide Formate bietet das W3C an. Einige Vorteile von Atom gegenüber RSS sind (Alby 2007, S. 144):

- Atom enthält ein XML-Schema
- Unterscheidung der Elemente summary und content
- Datumsangaben müssen in einem bestimmten Format vorliegen (RFC 3339)
- Unterscheidung im Inhalts-Tag zwischen HTML und reinem XML
- Nutzung von relativen URIs
- eine eigene ID sorgt für verlässliche Aktualisierungen

Dennoch ist RSS wegen der längeren Verfügbarkeit sowie der Unterstützung durch große Unternehmen (z. B. NY Times) und Produkte (z. B. Wordpress) weiter verbreitet.

7.4.10 Interaktion

Interaktionselemente ermöglichen dem Besucher, eine Webseite zu steuern. Dazu zählen die vom Webbrowser dafür angebotenen Funktionen, Hotwords und unterschiedlichste Formen von Schaltflächen. Die Bedienung erfolgt i. d. R. über Spracheingabe, Tasten bzw. Tastatur, Zeigegeräte wie Maus oder Stift und mit Fingergesten. Insbesondere im Hinblick auf die Bedienung mit den im Vergleich zu Zeigegeräten deutlich dickeren Fingern ist an ausreichende Größen der interaktiven Elemente und der Abstände zwischen ihnen zu denken.

7.4.10.1 Browserfunktionen

Browser bieten von sich aus eine große Vielfalt von Interaktionsmöglichkeiten mit einer Webseite an. Mit ihrer Hilfe lässt sich z. B. auf einer Seite nach Begriffen suchen, navigieren (etwa über Lesezeichen bzw. Favoriten oder den historischen Verlauf) und die Anzeige verändern (etwa die Darstellung vergrößern bzw. verkleinern oder die Bildanzeige abschalten).

Designer neigen jedoch dazu, alle erforderlichen Interaktionsmöglichkeiten im Konzept der Webseite zu integrieren und das Funktionsangebot von Webbrowsers zu ignorieren, weil sie die Aufmerksamkeit der Besucher innerhalb des Browserfensters halten wollen und weil manchmal eine redundante Implementierung von Browserfunktionen auf den ersten Blick einfacher erscheint, als die Browserfunktion korrekt zu unterstützen.

Redundante Interaktionselemente benötigen aber nicht nur unnötig Platz auf dem User Interface und verwirren unerfahrene Benutzer, sondern sind auch eine Quelle von Programmierfehlern. Noch gravierender ist es, wenn beim Benutzen von Browserfunktionen „alle Daten verloren gehen“ (Abb. 7.85).

Deshalb sollte man mit erster Priorität das korrekte Funktionieren von Browserfunktionen sicherstellen (etwa wenn AJAX zum dynamischen Generieren von Seiteninhalten einge-

Keine Browserfunktionen während der Recherche benutzen, sonst droht ein Datenbankabbruch!

FIZ Technik: Benutzen Sie zur Steuerung ausschließlich die auf den Web-Seiten angebotenen Steuerelemente und nicht die Browsersymbole (z.B. Zurück, Vorwärts, Abbrechen), es kommt sonst zu einem Verbindungsabbruch. Alle Daten gehen dabei verloren.

Abb. 7.85 Beispiel für mangelnde Unterstützung der Browserfunktionen

setzt wird) und sich sodann genau überlegen, ob eine Browserfunktion wirklich auf der Benutzungsoberfläche nachgebaut werden muss.

7.4.10.2 Hyperlinks

Hyperlinks sind das konstitutive Merkmal von Hypertext- bzw. Hypermedia-Systemen. Sie verweben die atomaren Informationseinheiten zu einer Webseite unabhängig von deren Speicherort und ermöglichen dem Benutzer die Steuerung der Applikation. Sie können sich hinter jedem Oberflächenobjekt verbergen. Wegen ihrer grundlegenden Bedeutung ist bei ihrer Gestaltung auf die Zugänglichkeit (Barrierefreiheit) für Menschen und Maschinen (Assistenztechnologien wie Screenreader und Suchmaschinen) zu achten, insbesondere:

- Links sind deutlich auch ohne Farbdarstellung erkennbar sowie konsistent gestaltet im Hinblick auf ihre Erscheinung und ihr Verhalten, wenn sie den Fokus über die Tastatur erhalten oder mit der Maus überfahren werden, gerade aktiviert sind oder bereits besucht wurden.
- Linktext und Alternativtext informieren Besucher (auch solche, die Hilfstechnologien einsetzen), was sie am Ziel der Referenz erwartet. Der Einsatz wichtiger Schlüsselworte bei der Beschreibung trägt zur Suchmaschinenoptimierung bei.
- Links auf Medienobjekte werden im Kontext mit weiteren Informationen wie Dateigrößen, Ladezeiten etc. angereichert.
- Alle Links sind mit der Tabulatortaste in einer sinnvollen Reihenfolge anzuspringen.
- Inhaltlich verwandte oder zusammenhängende Links sollen in Gruppen zusammengefasst, die Gruppen eindeutig benannt sein und einen Mechanismus enthalten, der das Umgehen der Gruppe ermöglicht.
- Korrekt gestaltete Textlinks sind für eine Suchmaschine und einen Screenreader am besten zugänglich. Ein Verweis auf die Sitemap und den Index innerhalb der Textlinks ist hilfreich, um die vollständige Indexierung des Auftritts sicherzustellen.
- In der Struktur sollte es keine Dangling Pages – also Seiten ohne weiterführenden Link auf andere Dokumente des Webauftritts – geben, damit Web-Crawler nicht in Sackgassen geraten, sondern weitere Dokumente erfassen können.
- Dynamische Verlinkungen (erkennbar an Zeichen wie „?“ oder „&“) sollten vermieden werden, denn die meisten Suchmaschinen haben Probleme beim Durchsuchen und Beurteilen derartiger URLs. Wenn ein CMS aber solche URLs erzeugt, rät Google klar davon ab, diese in statisch aussehende URLs umzuwandeln (Stiller und Szymanski 2008).
- Da die Suchmaschine auch keine Imagemaps interpretieren kann, sind redundante Textlinks für die Regionen erforderlich.

- Externe Links sind für die Bewertung einer Webseite von enormer Bedeutung. Bei eingehenden Links ist der Anchor-Text und die Reputation bzw. der PageRank der Webseite wichtig. Bei ausgehenden Links ist darauf zu achten, sich nicht in „schlechte Nachbarschaft“ zu begeben.
- Die Rechtsprechung in Deutschland zur Haftung für Inhalte, die über externe Verlinkungen erreichbar sind, ist unterschiedlich und entscheidet sich i. d. R. an der Frage, in welchem Maß sich der Verlinkende nach Ansicht des Gerichts die Inhalte des Link-Ziels zu eigen macht. Ein Indikator dafür kann sein, ob es sich um einen Surface-Link handelt, der auf die Startseite einer Internetpräsenz verweist, oder um einen Deep-Link, der eine spezielle Datei innerhalb eines Informationsangebots referenziert, bzw. gar um einen Hot-Link, der externe Inhalte in die eigene Website integriert, ohne dass die externe Herkunft dieser Elemente für den Benutzer ersichtlich wäre.

7.4.10.3 Buttons

Buttons sind Metaphern für Schalter aus der realen Welt. Wegen ihrer Selbsterklärungsfähigkeit werden sie oft und gerne eingesetzt (Abb. 7.86).

Fast jedes Grafikprogramm liefert heutzutage eine große Auswahl an Schaltflächen mit, die man den eigenen Zwecken anpassen kann. Darüber hinaus bieten auch viele Webseiten das Generieren von Buttons an. Wichtig ist neben der harmonischen Optik auch eine gebrauchstaugliche Funktionalität. Dazu zählen das Einhalten von Standardreihenfolgen und eine sinnvolle Vorbelegung des Fokus für Buttons. So liegt bei normalen Speichervorgängen der Fokus auf dem „Ja“-Button (Abb. 7.87), während bei Überschreibvorgängen auf „Nein“ liegen sollte, um ein versehentliches Löschen von Daten zu vermeiden.

Neben dem Standardbutton (Abb. 7.86 und Abb. 7.87) sind Radiobuttons, Checkboxen, Selectboxen, sowie Dreh- und Schieberegler die gebräuchlichsten Formen.

Radiobuttons werden für Optionsschaltflächen mit Einfachauswahl genutzt. Sie setzen als Metapher die Stationstasten alter Radiogeräte ein: Da man immer nur einen Radiosender zu einem Zeitpunkt hören konnte, sprang automatisch die vorher eingerastete Stationstaste heraus, sobald man eine neue auswählte (Abb. 7.88 links). Sie eignen sich immer dann,



Abb.7.86 Beispiel für Buttons

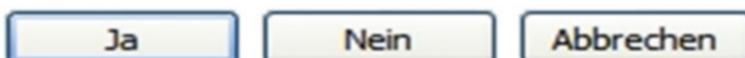


Abb.7.87 Beispiel für Standardreihenfolge für Buttons beim Speichern

wenn nur eine Möglichkeit zutreffen kann, nicht aber, um den Benutzer zu zwingen, sich auf eine von mehreren gleichzeitig möglichen Alternativen festzulegen.

Die Beschriftung erfolgt nach der eigentlichen Schaltfläche. Durch eine begrenzte Anzahl an Optionen und die Ausrichtung entlang einer vertikalen Fluchlinie lassen sich die Auswahlmöglichkeiten eines Schaltersatzes schnell erfassen.

Checkboxen werden für Ja-/Nein-Schaltflächen (z. B. Zustimmung zu den Allgemeinen Geschäftsbedingungen) oder für Optionsschaltflächen mit Mehrfachauswahl genutzt. Sie setzen als Metapher die Auswahl- bzw. Kontrollkästchen aus Papierformularen ein. Die einzelnen Schaltflächen einer solchen Optionsschaltfläche können nicht nur durch Anklicken mit einem Häkchen bzw. Kreuz markiert (Option 1 rechts in Abb. 7.88) oder wieder abgewählt werden (Option 2 rechts in Abb. 7.88), sondern auch inaktiv sein (Option 3 rechts in Abb. 7.88). Ansonsten gelten für die Gestaltung die gleichen Regeln wie bei Radiobuttons.

Selectboxen sind Auswahllisten mit Einfach- oder Mehrfachauswahl. Sie bieten vielfältigere Möglichkeiten als die zuvor dargestellten Interaktionselemente, verursachen aber je nach Inhalt eine erhebliche kognitive Last. Deshalb sollte bei wenigen Optionen immer geprüft werden, ob Radiobuttons oder Checkboxen nicht besser geeignet sind, oder ob zumindest alle Optionen sofort angezeigt werden können, ohne Scrollen zu müssen.

Wenn Selectboxen eine Mehrfachauswahl unterstützen, muss der Benutzer während der Auswahl die Steuerungs- (Microsoft Windows) bzw. Command-Taste (Apple Macintosh) gedrückt halten; unerfahrene Benutzer sind explizit darauf hinzuweisen (Abb. 7.89).

Dreh- und Schieberegler dienen dem Einstellen von Werten und stützen sich als Metapher auf die entsprechenden Regler an elektrischen Geräten, wie z. B. für die Lautstärke oder die Balance einer Stereoanlage. Bei einem positiven Wertebereich steigen die Werte

Abb. 7.88 Beispiel für Radiobuttons (links) und Checkboxen (rechts)

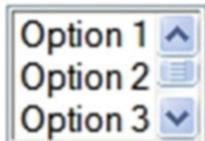
Radiobuttons

- Option 1
- Option 2
- Option 3

Checkboxen

- Option 1
- Option 2
- Option 3

Selectboxen



Mehrfachauswahl mit gedrückter **Steuerungstaste** möglich.

Abb. 7.89 Beispiel für Selectboxen

in Leserichtung von ihrem Minimum bis zum Maximum (Abb. 7.90 links). Die Leserichtung in Mitteleuropa entspricht bei Drehreglern dem Uhrzeigersinn, bei horizontalen Schiebereglern von links nach rechts und bei vertikalen Schiebereglern von unten nach oben. Bei einem um Null zentrierten Wertebereich nehmen die Werte mit zunehmender Entfernung von der Mittelstellung in Leserichtung zu bzw. gegen die Leserichtung ab (Abb. 7.90 rechts).

Die vorgestellten Schaltflächen lassen sich auf unterschiedlichste Weise kombinieren, um komplexere Interaktionsinstrumente zu entwickeln (Abb. 7.91).

Schaltflächen wirken oft wie ein Stück Technik und eignen sich folglich gut für Webangebote zu technischen Themen. Für alle anderen Themenbereiche, insbesondere Seiten mit organischem Design, ist ihrem Erscheinungsbild besondere Aufmerksamkeit zu widmen, damit sie nicht wie Fremdkörper auf der Oberfläche erscheinen.



Abb. 7.90 Beispiel für Schieberegl器 mit positivem (links) und um Null zentriertem Wertebereich (rechts)



Abb. 7.91 Komplexe Interaktionselemente am Beispiel Google Earth

7.4.10.4 Formulare

Formulare stellen Gruppierungen von Interaktionselementen für die Bearbeitung von Teilaufgaben bereit, in welche neue Daten eingegeben oder in denen bereits vorhandene verändert werden können. Ihr Einsatz ist insbesondere dann effizient, wenn mehrere zusammenhängende Informationseinheiten zu erfassen oder zu kontrollieren sind und wenn die Benutzer bereits Grundkenntnisse im Maschinenschreiben aufweisen. Der Teil 143 „Forms“ der ISO-Normenfamilie 9241 enthält Empfehlungen für die Gestaltung von Bildschirmformulare und auch die BITV formuliert Anforderungen für eine barrierefreie Realisierung (insbesondere in Bedingung 1.3.1: Informationen und Beziehungen, siehe Kap. 3.3.3.1 und der Anforderung 3.3: Hilfestellung bei der Eingabe, siehe Kap. 3.5.3).

Da Abschn. 7.2 bereits die Grundsätze der Dialoggestaltung beschreibt und dabei häufig Bildschirmformulare als Beispiel heranzieht, sollen an dieser Stelle nur die wichtigsten Regeln für die Usability zusammengefasst werden:

Aufruf der Formulare

Der Zusammenhang zwischen der aufrufenden Funktion und dem sich öffnenden Formular muss deutlich sichtbar sein, d. h. die Beschriftungen einer Schaltfläche und die Überschrift des zugehörigen Formulars sollten identisch sein. Dies bestätigt dem Benutzer nicht nur, dass das Drücken des Buttons die intendierte Aktion ausgeführt hat, sondern ist vor allem dann hilfreich, wenn die Tätigkeit zwischendurch unterbrochen wurde.

Formularstruktur

Bei Formularen besteht schnell die Gefahr, sie mit Informationen zu überfrachten. Daher sollte mindestens die Hälfte der Formularfläche aus Weißraum bestehen und die Strukturierung die Gestaltgesetze (Kap. 6.4.1) berücksichtigen, insbesondere die Gesetze der Nähe, der Geschlossenheit und der Kontinuität. Die Felder sollten gleichmäßig auf dem Formular verteilt sein und ihre Reihenfolge dem typischen Ablauf der Prozessschritte bzw. bestehenden Reihenfolgekonventionen (z. B. bei Datumsangaben, Adress- oder Bankdaten) entsprechen. Da das Erfassen von Daten i. d. R. über die Tastatur erfolgt, kann man mit der Tabulatortaste in der Eingabereihenfolge von Feld zu Feld vorwärts bzw. zusammen mit der Umschalttaste (UpArrow) zurück springen.

Eingabefelder

Die Beschriftung untereinander liegender Eingabefelder, die sich stark in ihrer Länge unterscheiden, ist einer der wenigen Fälle, in denen Texte rechtsbündig gesetzt werden sollten (Abb. 7.92). Auf diese Weise vermeidet man, dass die Benutzer bei kurzen Einträgen im Weißraum zwischen Beschriftung und zugehörendem Feld die Orientierung verlieren und in der Zeile verrutschen.

Bei Eingabefeldern mit einer festen Länge sollte die Anzahl der verfügbaren Zeichen deutlich sichtbar sein (Abb. 7.93). Vor allem in langen Kommentar- oder Nachrichtenfeldern ist es überaus ärgerlich, wenn plötzlich keine weitere Texteingabe mehr möglich ist und man die Nachricht neu formulieren muss.

The image shows a user interface for a login screen. It consists of three horizontal form fields. The first field is labeled "Username" and contains a redacted input field. The second field is labeled "Password" and contains a redacted input field filled with asterisks. The third field is labeled "Confirm Password" and also contains a redacted input field filled with asterisks.

Abb. 7.92 Rechtsbündige Beschriftung von Formularfeldern

The image shows a comment input field. Above the input area, there is a label "Kommentar" and a text "Tolle Webseite, wirklich einfach zu bedienen!". To the right of the input field, there is a text indicating the character limit: "[noch 205 / 250 Zeichen]".

Abb. 7.93 Beispiel für Kommentarfeld

Das Verwenden von Abkürzungen kann die Effizienz steigern, aber nur, wenn alle Benutzer die Kürzel verstehen. Soll sich ein Internetangebot an mehrere Gruppen gleichzeitig wenden, ist ein kontextsensitives Glossar oder ggf. sogar für jeden Kundenkreis eine separate Darstellung erforderlich.

Fehlermanagement

Fehlervermeidung geht vor Fehlerbehebung (siehe Abschn. 7.2.6 und 7.4.14). Plausibilitätsprüfungen bei der Feldeingabe erlauben eine Entdeckung und differenzierte Fehlermeldungen erleichtern die Behebung von Fehlern, bevor die Daten freigegeben sind und ein eventueller Korrekturaufwand höher wäre. Sollten Fehler auftreten, muss eine gezielte Korrektur der aufgetretenen Fehler möglich sein, ohne alle Formulardaten erneut erfassen zu müssen. Auch im Sinne eines erwartungskonformen Verhaltens der Anwendung sollte man – abgesehen von der Auto vervollständigung – darauf verzichten, Eingabedaten bereits vor dem bewussten Absenden durch den Nutzer an den Server zu übertragen, auch wenn dies mit AJAX technisch möglich ist.

Spamvermeidung

Um das Risiko des Missbrauchs öffentlich zugänglicher Formulare durch maschinellen Spam zu verringern, kann man unterschiedliche Varianten von automatischen Turing-Tests einsetzen (Abb. 7.94), anhand derer unterscheiden werden soll, ob Computer oder Menschen eine Applikation zu benutzen versuchen (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart, CAPTCHA). Allerdings sind CAPTCHAs derzeit weder barrierefrei noch 100 % treffsicher in ihrer Entscheidung.



Abb. 7.94 Beispiel für den Einsatz eines CAPTCHA

7.4.11 Orientierung

Websites sind Hypermedia-Systeme, d. h. sie bestehen strukturell betrachtet aus einer Menge atomarer Informationsknoten, die durch Links miteinander verknüpft sind.

Der Umfang an Informationen und die Komplexität der Struktur der Referenzierungen können bereits innerhalb einer Internetpräsenz sehr groß sein und durch die Verlinkung externer Seiten noch zunehmen. Die Benutzer sehen aber *a priori* nur einzelne Informationsknoten und deren Links, nicht aber die dahinter liegende Struktur. Dadurch ist es für sie sehr schwer, ein kognitives Schema („eine kognitive Landkarte“) der Website zu entwickeln und eine einzelne Seite darin einzuordnen.

Darüber hinaus verführen die vielfältigen Links den Besucher zum Springen zu weiteren, ebenfalls interessanten Informationen (Serendipity-Effekt, engl. für „glücklicher Zufall“). Dieser eigentlich nützliche Nebeneffekt von Hypermedia-Systemen kann allerdings dazu führen, dass ein neues Suchziel dominant wird und der Leser seine ursprüngliche Intention aus den Augen verliert („von seinem Weg abkommt“).

Außerdem kann sich der Inhalt von Informationsknoten jederzeit ändern, insbesondere wenn diese dynamisch generiert werden.

Daher fühlen sich Benutzer oft im Informationsangebot „verloren“ und es entsteht ein Gefühl der Desorientierung („Lost-in-Hyperspace“-Dilemma). Typische Fragen, die auftreten, sind: Wo bin ich hier? Was kann ich hier tun? Was ist relevant? Wohin kann ich gehen? Wo komme ich her? Wie komme ich wieder zurück?

Orientierungshilfen und Suchfunktionen können dazu beitragen, diese Fragen zu beantworten und das Gefühl der Orientierungslosigkeit und Unsicherheit zu lindern. Die Trennung zwischen Orientierung und Suche einerseits sowie Navigation andererseits in diesem Kapitel spiegelt die primäre Aufgabe eines Bildschirmelements wider, aber selbstverständlich haben Orientierungshilfen und Suchfunktionen in einem Hypermedia-System in den allermeisten Fällen zugleich eine Navigationsfunktion.

Bei der Orientierung verwendet der Mensch kognitive Landkarten, deren Aufbau und Wirkungsweise Ewald Jarz wie folgt beschreibt (Jarz 1997, S. 74): „*Kognitive Landkarten bestehen aus Merkpunkten und Routen (Wegstrecken). Aus dem Routenwissen baut sich unter bestimmten Bedingungen ein Übersichtswissen auf. Die Merkpunkte sind noch eher als Faktenwissen identifizierbar. Diese Merkpunkte führen zu Entscheidungen: Zum Bei-*

behalten oder zum bewussten Ändern der Fortbewegungsrichtung. Wenn nahe beieinander gelegene Merkpunkte gedanklich angeschritten oder abgefahren werden, findet eine räumliche Verknüpfung statt: Sie werden als Anfangs- und Endpunkte von Routen erlebt und repräsentiert. Durch die Abfolge der Merkpunkte in der Repräsentation entwickelt sich das Routenwissen. Das Routenwissen kann auch als Organisierung von Merkpunktwissen um Entscheidungspunkte herum verstanden werden.“

Bei der Anordnung der Oberflächenelemente auf dem Bildschirm (Kap. 6.4) wurde bereits berücksichtigt, dass der Mensch an unbekannten Orten nach Vertrautem („Landmarken“) Ausschau hält, um auf Basis bestehender Schemata („kognitiver Landkarten“) weitere Informationen, insbesondere über seinen derzeitigen Standort sowie Richtung und Entfernung seines Ziels, ableiten zu können. Um dieses Beispiel wieder aufzugreifen: Wir haben bereits in den Wireframes (siehe Kap. 6.4.4) den Kirchturm und andere Orientierungspunkte dort platziert, wo der Besucher hinsicht und sie erwartet. Im Folgenden geht es darum, wie diese Landmarken gestaltet sein sollten, um den Aufbau einer kognitiven Landkarte zu unterstützen und so die Orientierung zu erleichtern.

Um sich einen ersten Eindruck von einem Informationsangebot zu verschaffen, benötigt der Besucher leicht erkennbare Antworten auf die Fragen:

- Welche Themen bzw. Funktionen bietet die Internetpräsenz an? Sind diese für mich relevant?
- Für wen sind die Inhalte aufbereitet? Entspricht das Angebot hinsichtlich Informationstiefe, Darstellungsform, Funktionsumfang und ggf. Schnittstellen meinen Bedürfnissen?
- Wer ist der Absender? Welche Motivation hat er? In welchem Maße sind bei ihm Kompetenz, Seriosität und Aktualität der Informationen sowie Gebrauchstauglichkeit der Anwendung zu erwarten?

Da Benutzer nicht immer über die Startseite eine Website aufrufen, sondern der Einstiegspunkt (Entry-Page) oft auch eine über Suchmaschinen verlinkte Unterseite ist, sollten sich diese drei Fragegruppen an jeder Stelle der Internetpräsenz beantworten lassen. Eine besonders auffällig und ausführliche Beantwortung erwartet der Besucher auf der Startseite. Abb. 7.95 zeigt die Umsetzung im Internetauftritt www.arbeitsagentur.de.

Beim **ersten Besuch** einer Website ist wie beim Kennenlernen von Menschen der erste Eindruck entscheidend. Innerhalb weniger Augenblicke beurteilen wir, ob der Aufwand einer weiteren Beschäftigung mit dem Informationsangebot lohnend erscheint. Deshalb muss die erste Seite einerseits dem Benutzer den Nutzen des Informationsangebots sofort verdeutlichen. Andererseits muss sie ihm signalisieren, dass er nur einen geringen Aufwand treiben muss, um seinen Informationsbedarf zu befriedigen. Daher ist es wichtig, die Startseite übersichtlich zu strukturieren, den Besucher nicht mit einer Informationsflut zu überlasten und ihm zusätzliche Orientierungselemente zum schnellen Auffinden sowie Navigationsmöglichkeiten zum schnellen Erreichen der benötigten Informationen anzubieten. Umfang und Art der Orientierungselemente

The screenshot shows the homepage of the Federal Institute for Vocational Training (BIBB). At the top, there are three callout boxes:

- Wer ist der Absender?** points to the logo of the Federal Institute for Vocational Training (Bundesinstitut für Berufsbildung) in the top left corner.
- Wer ist die Zielgruppe?** points to a photograph of two people looking at a computer screen in the top right corner.
- Welches Hauptthema und welche weiteren Themen gibt es?** points to the main navigation menu in the center of the page.

The main menu includes:

- Kurzarbeitergeld
- EINSATZ FÜR ARBEIT.
- JOB BÖRSE (highlighted with a red arrow)
- Informationen der Bundesagentur für Arbeit
- BERUFENET
- RSNET

On the right side, there is a sidebar titled "Aktuelles" (News) with several news items listed.

Abb. 7.95 Beispiel für Orientierung auf der Startseite

hängen – wie bei der Suche und der Navigation – von der Vorerfahrung der Besucher mit dem Thema und der Handhabung des entsprechenden Anwendungstyps ab. Ein Angebot zur Kontaktaufnahme auf persönlicheren Wegen (z. B. Video-Chat oder eine kostenlose Hotline-Nummer verbunden mit dem Foto eines Mitarbeiters bzw. Call-Center-Agenten) kann helfen, Unsicherheiten beim Besucher zu verringern und Vertrauen zu bilden.

Der **letzte Eindruck** hat hingegen einen sehr großen Einfluss darauf, ob ein Besucher wiederkommt. Deshalb sollte es ein Ziel der Benutzerführung sein, den Benutzer zum Abschied zu genau definierten Ausstiegspunkten (Exit-Pages) zu leiten, an denen man sich für den Besuch der Internetpräsenz bedankt und zum Wiederkommen anregt. Oft verhindern Implementierungsfehler, unangemessene Ladezeiten oder andere Barrieren, dass Besucher diese Stellen erreichen. Mit Hilfe von Webcontrolling-Tools (z. B. Piwik, Webalizer, Google Analytics, etracker) kann man den Weg der Benutzer durch das Informationsangebot und ihre Austrittspunkte aufzeichnen. So lässt sich analysieren, wo diese den gewünschten Pfad verlassen und man kann ggf. Maßnahmen ergreifen, um Hinder nisse aus dem Weg zu räumen.

7.4.11.1 Moderatoren

Moderatoren verleihen einer Anwendung ein menschliches Antlitz. Dadurch nehmen sie gerade unerfahrenen und weniger technikaffinen Benutzern Hemmungen, mit der Appli-

kation zu interagieren. Beispielsweise nutzt die Website www.geschenkeberater24.de sie für den Erstkontakt, aber auch als Schnittstelle zum Hilfesystem (Abb. 7.96).

Moderatoren lassen sich z. B. einsetzen, um Besucher durch das Informationsangebot zu führen, ihnen die Bedienung der Applikation bzw. der angebotenen Funktion zu erläutern, Rückmeldungen zu geben und stehen u. U. auch als Ansprechpartner für einfache Fragen zur Verfügung. Sie können auch von sich aus aktiv werden, wenn eine Seite aufgerufen wird oder Benutzer wahrscheinlich Hilfe benötigen (z. B. auf Grund mehrfacher Fehleingaben oder einer definierten Zeitspanne der Inaktivität).

7.4.11.2 Fortschrittsindikatoren

Fortschrittsindikatoren verdeutlichen vor allem in sequentiellen Darstellungen (z. B. Fotostrichen) und Dialogen (z. B. Buchungsvorgängen), wo man sich derzeit befindet bzw. wie viel Prozent des Themas oder Prozesses noch vor einem liegen. Sie können textlich (Abb. 7.97 oben) oder bildlich (Abb. 7.97 unten) gestaltet sein.



Abb. 7.96 Beispiel für den Einsatz einer Moderatorin

Abb. 7.97 Beispiele für
Fortschrittsindikatoren



7.4.11.3 Farb- und Audiokodierung

Um Besuchern das Einordnen von Informationen und die Orientierung zu erleichtern, können Farben (Colour-Coding) und Klänge (Audio-Coding) benutzt werden. Ihre Stärke liegt in der Wirkung auf einer eher unterbewussten Ebene. Durch den konsistenten Einsatz von Farben und Klängen für eine Informationsart (thematische Kodierung) oder Funktion (funktionale Kodierung) bildet sich beim Rezipienten durch Gewöhnung ein mentales Schema, welches in der Folge dazu führt, dass zusammen mit einer bestimmten farblichen oder akustischen Untermalung aufgenommene Informationen automatisch der richtigen Kategorie zugeordnet werden.

Dies macht sich z. B. die Arbeitsgemeinschaft der öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland (ARD) zunutze, die in ihrer Internetpräsenz den unterschiedlichen Themenbereichen konsistent von der Übersicht bis zur Detailinformation bestimmte Farben zuordnet (Abb. 7.98)

Ebenso können dezente und konsistent eingesetzte Hintergrundgeräusche bzw. -musik auf subtile Art vermitteln, in welchem Themenbereich man sich gerade befindet.

Der Effekt einer Kombination ist umso stärker, je mehr deren Farb- bzw. Klangbedeutung mit bereits vorhandenen Erfahrungen übereinstimmt und je häufiger der Benutzer ihr ausgesetzt ist.

7.4.11.4 Metaphern

Im Webdesign übertragen Metaphern dem Benutzer etwas aus der realen Welt Bekanntes in die virtuelle Welt der Webapplikation. Da ihre Bedeutung bereits bekannt ist, weisen sie ein hohes Maß an Selbsterklärungsfähigkeit auf und ermöglichen eine intuitive Bedienung.

Metaphern lassen sich sowohl nutzen, um die Bedeutung der gesamten Seite (z. B. Schreibtischmetapher) als auch ihrer Elemente (z. B. Papierkorbmetapher, Aktenordnermetapher) zu vermitteln.

Insbesondere bildliche und akustische Metaphern erleichtern Besuchern, die Bedeutung von Bildschirmelementen zu erkennen. Während in vielen Applikationen bildliche Metaphern (Abb. 7.99) mittlerweile Standard sind, finden sich akustische Metaphern (z. B. das Rascheln von Papier) außer in Spielesoftware noch recht selten.

So könnte bspw. im Webangebot eines Reiseanbieters ein dezentes Meeresrauschen auf die Kategorie Strandurlaub hindeuten, während Walgesänge für einen Tauchurlaub stehen könnten. Die akustische Vermittlung des aktuellen Themas ließe sich in diesem Beispiel durch die Kombination mit landestypischer Musik (z. B. Salsa für Kuba, Merengue für die Dominikanische Republik, Reggae für Jamaika etc.) noch genauer spezifizieren.

Damit Metaphern funktionieren, müssen sie aus der Erfahrungswelt des Benutzers stammen, einen gewissen Abstraktionsgrad aufweisen, klar erkennbar und in ihrer Bedeutung eindeutig sein sowie konsistent eingesetzt werden. Die Zugänglichkeit für Suchmaschinen und Screenreader erfordert unbedingt das Hinterlegen von Alternativtexten.

Metaphern sind aber mehr als die abstrakte Übertragung realer Phänomene in die virtuelle Welt, denn die Realität unterliegt manchmal Einschränkungen, die für Webapplikationen nicht gelten. So würde etwa eine schematische Darstellung eines Ladengeschäfts,

► KULTUR

Gedenken an Frankreichs berühmtesten Komiker

Louis de Funès: Markenzeichen Wutanfall

Seine Ausbrüche vor der Kamera sind legendär. Der Spaßvogel weltberühmt und trifft heute noch den Humor der Massen. Heute wäre der Komiker 95 Jahre alt geworden. [br]

- ▶ Kennen Sie Louis de Funès? [br]
- ▶ Quiz auf Bayern Online
- ▶ Weitere Kultur-Themen:
- ▶ Theaterregisseur Peter Zadek gestorben [ndr]
- ▶ Kinotipp: "Ich habe sie geliebt" - mit Daniel Auteuil in Höchstform
- ▶ Ansbach - Auftrakt zur Bachwoche 2009 [br]

RATGEBER

PC-Sicherheit

Kritische Sicherheitslücke beim Flash-Player

Um Filme und Animationen wiederzugeben, wird in der Regel (auch bei ARD.de) der kostenlose Flash-Player benötigt. Doch eine Schwachstelle im Programm erlaubt es Fremden, die Kontrolle über den Rechner zu übernehmen. Wie Sie sich schützen können. [br]

- ▶ Abspielprogramme für Audios und Videos [mehr]
- ▶ Mit Links zum Download - in der ARD.de-Hilfe
- ▶ Weitere Ratgeber-Themen:
- ▶ Fahren im ADAC-Test: Griechische Fähren fallen durch [br]
- ▶ Burnout-Syndrom: Wenn die Arbeit über den Kopf wächst

kultur.ARD.de®

Kontakt
Kontakt
Info & Leben bei ARD.de | Logineinloggen

Suche

FILM & THEATER

Film & Theater
Musik
Kunst & Ausstellung
Naturwissenschaft
Welt und
ARD Themenrichtungen
Sprachlicher Wandel
Städte und Sachen

Kultur:
Album: Ammerseeröfen - Berlin
Bestseller: Biografie - Deutschland
Dokumentation: Drama -
Dokumentation: Krimi
Geburtsstag: Geschichte -
Ratgeber: Peter Zadek gestorben

Tv-Top 31.3.2009
20.11.09 | Eine Ecke
Der Schauspieler Louis de Funès ist gestorben
Wissen Sie schon, was Sie in der ARD
Info anfordern... ▶

ARD Mediathek

ARD Mediathek

Audios & Videos im Netz
Radio und Fernsehen auf Abruf, zum
Durchsuchen im Bildschirmshort von am

Rat & Tat bei ARD.de

Kontakt
Kontakt
Info & Leben

Tv-Top 31.3.2009
12.11.09 | Eine Ecke
ARD-Büffet #
ARD-Büffet: Evelin
Killing
Reise 20.03.2009 | SCHÖNHEIT
Dreierlei Fragen zum Thema mit Hoch-
Bürgigkeit, Gartendekoration
Oma Koch bringt "Zäpfchen-Würstchen"
Die gute Tafel: Kärtchen in ihrem Blume
mit möglichen Gewinnern
Wissen Sie auch schon, was Sie in der ARD
Info anfordern... ▶

MULTIMEDIA

f

PC-Sicherheit

Kritische Sicherheitslücke beim Flash-Player
Um Filme und Animationen wiederzugeben, wird in der Regel (auch bei ARD.de) der kostenlose Flash-Player benötigt. Doch wurde man eine Schwachstelle entdeckt, die es Fremden ermöglicht, über den Rechner zu übernehmen. Wie Sie sich schützen können. [br]

Ratgeber:
Alternativen: Auto-
Computer: Das
Fazit: Geduldig-
Handy: Internet: Kredit-
Reise: Reisepass-
Sicherheits-
Uta-: Versicherung

ADAC-Test: Griechische Fähren fallen durch

Info & Leben

Präge ziemlich verschwommen

Schutz vor dem Virus

Abb. 7.98 Beispiel für thematische Farbkodierung



Abb. 7.99 Beispiele für bildliche Metaphern

in der sich Kunden als Avatare bewegen, den Möglichkeiten der computergestützten Produktsuche nicht gerecht, denn in einem Onlineshop muss man eben nicht lange herumlaufen, um zum gesuchten Produkt zu kommen, sondern hat vielfältige Recherche-, Filter- und Vergleichsmöglichkeiten zur Verfügung.

Weitere Probleme entstehen, wenn Webdesigner Metaphern über Gebühr strapazieren, entweder weil sie die Oberfläche mit Metaphern überfrachten und ein Bilderrätsel aus ihr machen oder weil die gewählten Metaphern nicht alle funktionalen Aspekte abdecken können. Es gilt der Gestaltungsleitsatz „Form folgt Funktion“ (Form Follows Function, FFF), d. h. die Form (die Metapher) richtet sich stets nach der an der Oberfläche abzubildenden Funktionalität. Eine Metapher, die dazu nicht (vollständig) in der Lage ist, darf nicht eingesetzt werden.

Darüber hinaus erfolgt die Interpretation von Metaphern (wie bei allen Formen, siehe Abschn. 7.4.2.3) immer vor einem kulturellen und individuellen Erfahrungshintergrund, was bei der internationalen Zugänglichkeit von Webpräsenzen zu Missverständnissen führen kann (siehe Abschn. 7.4.12).

7.4.11.5 Tag Clouds

Tag Clouds stellen Schlagworte eines Informationsangebots in Form einer Wortwolke dar (Abb. 7.100). Die Darstellungsgröße eines Begriffs repräsentiert dabei dessen Bedeutung. Dadurch veranschaulicht eine Tag Cloud die Themenschwerpunkte der genutzten Website und identifiziert u. U. bisher verborgen gebliebene Zusammenhänge.

Woran sich die Bedeutung eines Schlagwortes bemisst, ist a priori nicht festgelegt. Meist ist es die Häufigkeit, mit der ein Wort in den Schlagworten zu den Seiten einer Informationspräsenz auftaucht. Um die volle Mächtigkeit dieser Darstellungsform auszuschöpfen, bietet es sich an, Tag Clouds mit Karteikartenreitern oder anderen Selektionsmöglichkeiten für die Wahl des Ordnungskriteriums zu kombinieren, um einen Dimensionswechsel in der Anzeige anbieten zu können, z. B. nach Aktualität, Beitragsanzahl, Besucherinteresse, Empfehlungsrate, Ähnlichkeiten im Benutzerprofil wie z. B. Alter oder Standort des Verfassers etc.

Im Web 2.0 werden die ein Webangebot beschreibenden Schlagworte (Tags) von den Besuchern vergeben. Die Dokumente und Informationen werden also nicht nach vorgegebenen Strukturen geordnet und gesammelt, sondern jeder Nutzer verschlagwortet seine Daten selbst mit seinem eigenen Vokabular. Aus diesem Grund spricht man auch vom „gemein-



Abb. 7.100 Beispiel für Tag Cloud

schaftlichen Indexieren“ (Social Tagging). Diese Sammlung von Tags, auf der eine Tag Cloud basiert, nennt sich Folksonomie (Neologismus aus „Folks“ (engl. für Volk, Menschen und „Taxonomie“, also einer Informationsstruktur, die hierarchisch aufgebaut ist und eine simple Logik in Form eines einfachen Strukturaums besitzt).

Problematisch an Folksonomie, also der Verschlagwortung durch Benutzer, ist insbesondere, dass Rechtschreibfehler sowie die Verwendung von Synonymen und eines uneinheitlichen grammatischen Numerus (Singular/Plural) zu verzerrten Resultaten führen. Deshalb sollten Benutzer bei der Eingabe durch eine Autocomplete-Funktion unterstützt und neue Einträge auf Synonyme, offensichtliche Rechtschreibfehler, den grammatischen Numerus und verbotene Ausdrücke geprüft werden.

7.4.11.6 Gruppierungen

Das menschliche Kurzzeitgedächtnis kann nur eine begrenzte Anzahl von Informationsobjekten simultan aufnehmen (siehe Kap. 2.3.3).

Umfasst eine Internetseite sehr viele Informationen, so sollte man diese also nicht in Form langer, unstrukturierter Listen darstellen, sondern in kleinere, für das Kurzzeitgedächtnis leicht erfassbare Gruppen (Chunks) zusammenfassen.

Diese sinnvolle Regel wird leider manchmal in zweierlei Hinsicht missverstanden. Einige Webdesigner beschränken sich darauf, den Inhalt in wenigen Kategorien zusammenzufassen und dem Leser jeweils nur eine Überschrift anzubieten. Gerade neuen Besuchern, denen die Systematik (noch) nicht vertraut ist, wissen dann oft nicht, hinter welcher Überschrift sich die gesuchte Information verborgen könnte. Ergänzt man die Überschriften aber um Beispiele für den Inhalt der Kategorien, so wird dem Besucher das Erlernen der Chunks erleichtert, wie z.B. das Webverzeichnis dir.web.de veranschaulicht (Abb. 7.101).

Zweitens ist die Anzahl von Informationsobjekten, die ein Mensch verarbeiten kann, wenn sie sich permanent in seinem Gesichtsfeld befinden, deutlich größer als die von Miller ermittelte „magische Sieben“ (siehe Kap. 2.3.4). Es besteht also kein Grund, eine

Das deutsche Internet Verzeichnis 380955 Homepages in über 36650 Themengebieten	
Auskunft & Information Fahrpläne, Lexika, Tarife, Telefonnummern, Veranstaltungen, Verbraucher, Wetter	Auto & Verkehr Bus & Bahn, Führerschein, Gebrauchte, KFZ-Handwerk, Motorrad, Neuwagen, Schifffahrt, Service, Wohnmobile
Bauen & Wohnen Architekten, Baubedarf, Einrichten, Firmen & Handwerker, Garten, Immobilien, Ingenieure	Beruf & Karriere Arbeitsämter, Arbeitslosigkeit, Ausbildung, Fortbildung, Job-Angebote, Selbstständigkeit, Seminare
Bildung & Wissenschaft Archive, Bibliotheken, Forschung & Lehre, Hochschulen, Organisationen, Schule, Studium, Zeitschriften	Computer & Software Anwendersoftware, Betriebssysteme, Freeware, Handel & Service, Hardware, Schulung, Spiele
Einkaufen & Sparen Bücher & CDs, Haus & Garten, Kleinanzeigen, Kosmetik, Mode, PC & Telefon, Sportartikel	Freizeit & Unterhaltung Ausgehen, Esoterik, Essen & Trinken, Hobbys, Humor, Kinder, Tiere, Trends & Mode
Gesellschaft & Politik Politische Bildung, Recht, Religion, Soziales, Staat & Parteien, Umweltschutz, Gruppen, Vereine	Gesundheit & Medizin Ärzte, Alternat. Medizin, Kinder & Partnerschaft, Kliniken, Krankenpflege, Krankheiten, Wellness, Zahnmedizin
Internet & Kommunikation Chats, Domains, E-Mail & SMS, Internetcafes, Netzwerk, Provider, Service, Suchen, Telekommunikation	Kunst & Kultur Architektur, Bildende Kunst, Design, Fotografie, Kleinkunst, Literatur, Medienkunst, Museen, Theater
Musik & Medien Kino, Klassik, MP3, Musiker, News & Presse, Radio & TV, Unterhaltungsmusik, Verlage, Video & DVD	Private Homepages Berlin, Düsseldorf, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Karlsruhe, Köln, Leipzig, München, Stuttgart
Sport & Fitness Auto & Motor, Fußball, Fitness, Kampfsport, Leichtathletik, Radsport, Reitsport, Tennis, Wintersport	Städte & Regionen Bundesländer, Orte von A-Z, Postleitzahlen, Regionen, Stadtmagazine, Veranstaltungen
Touristik & Reisen Afrika, Amerika, Asien, Australien & Ozeanien, Europa, Flugbörsen, Reiseanbieter, Reiseinfos, Weltweit	Wirtschaft & Finanzen Börse, Branchen, Dienstleister, Energie, Finanzen, Handel, Handwerk, Messen, Versicherungen

Abb. 7.101 Beispiel für Gruppierungen („Chunks“)

Liste oder Navigation auf sieben Einträge pro Ebene zu begrenzen und dafür eine sehr tief gestaffelte Hierarchie in Kauf zu nehmen. Eine breite (bis zu 16 Einträge) und flache (bis zu drei Stufen) Navigation ist deutlich leichter zu handhaben als eine Navigation, die wegen der Beschränkung auf den Millerschen Wert viele Hierarchiestufen aufweist (Straub 2003). Dies beruht auch auf der Fähigkeit des Arbeitsgedächtnisses, inhaltlich zusammenhängende Chunks (etwa Wörter in einem sinnvollen Satz) in größerer Zahl zu verarbeiten (Episodischer Puffer) (Baddeley 2000).

7.4.11.7 Hierarchien

Eine lineare Angabe der Hierarchieebenen, die zur derzeitigen Seite führen, unterstützt die thematische Einordnung einer Seite. Ihre primäre Aufgabe ist es, dem Besucher zu jedem Zeitpunkt anzuzeigen, in welchem Kontext die aktuelle Informationsseite zu verstehen ist. Diese Methode wird z. B. für die Klickpfadnavigation (siehe Abschn. 7.4.12.8) genutzt.

Wenn alle Einträge höherer Ebenen sowie die des aktuell gewählten Eintrags zu sehen sind, eignen sich Hierarchien für das baumartige Navigationsmenü. Es gewährt sowohl einen generellen Themenüberblick und lenkt zugleich die Konzentration des Besuchers auf den aktuell gewählten Themenbereich. Durch die Anordnung der Einträge entlang einer Fluchlinie lassen sie sich schnell überfliegen und die Einrückung vermittelt gleichzeitig, zu welcher logischen Ebene eine aufgelistete Seite gehört.

Hierarchisch strukturierte Listen mit allen vorhandenen Einträgen bieten Benutzern einen schnellen Überblick, z.B. über die Inhalte einer Internetpräsenz wie bei einer Sitemap (siehe Abschn. 7.4.12.11). Dadurch tragen sie dazu bei, das Gefühl zu vermindern, man könne etwas Wesentliches im Informationsangebot übersehen haben.

7.4.11.8 Matrizen

Matrizen gestatten dem Benutzer einen schnellen Vergleich der dargestellten Alternativen, etwa von Produkten, wie das Preisvergleichsportal www.ideal.de exemplarisch zeigt (Abb. 7.102). Eine erwartungskonforme thematische Gruppierung der Attribute und die Anwendung der Gestaltgesetze (Kap. 6.4.1) erleichtern dabei dem Besucher die Orientierung in der Datenflut.

Wichtig ist, dass alle (für den Kauf) relevanten Informationen in den (Produkt-) Listeneinträgen vorhanden sind, denn der Aufruf von Detailinformationen zu jeder Alternative wird von den Besuchern als lästig empfunden und führt oft zum Abbruch der Interaktion (Perfetti und Landesman 2001).

Besonders benutzerfreundlich ist es, wenn der Besucher selbst wählen kann, in welchem Detaillierungsgrad die Informationen präsentiert werden.

7.4.11.9 Suche

Neben Orientierungshilfen benötigen Benutzer auch Suchfunktionen. Ihre Benutzung setzt voraus, dass man bereits eine zumindest grobe Vorstellung davon hat, wonach man sucht. Dafür lassen sich Informationen aber effizienter auffinden als beim Browsen.

Für **neue Besucher** eignet sich eine Volltextrecherche wie bei Google (Abb. 7.103), bei der die Einfachheit der Bedienung im Vordergrund steht. Die Ergebnisliste sollte die besten Treffer zuerst anzeigen und sich im oberen Bereich der Seite befinden. Die zusätzliche

Produktvergleich	Panasonic Lumix DMC-FX37	Sony Cyber-shot DSC-T700	Canon Digital Ixus 870 IS
Abbildung:			
Preisspanne* / Angebote:	205,90 EUR - 378,00 EUR 206 Preise vergleichen	238,99 EUR - 399,90 EUR 224 Preise vergleichen	222,00 EUR - 319,00 EUR 173 Preise vergleichen
Preisentwicklung der letzten 90 Tage*:	 Preiswecker	 Preiswecker	 Preiswecker
Bewertung der Ideal-Meilen:	★★★★★	noch nicht bewertet	noch nicht bewertet
Produkt-Tests:			
gelistet seit:	Jul 2008	August 2008	September 2008
Technische Details*	Panasonic Lumix DMC-FX37	Sony Cyber-shot DSC-T700	Canon Digital Ixus 870 IS
Serie:	Panasonic Lumix	Sony Cybershot	Canon Ixus
Bildpunkte Sensor:	10,1 Megapixel	10,0 Megapixel	10,0 Megapixel
Sensor Typ:	CCD-Chip (1/2,33")	CCD-Chip (1/2,7")	CCD-Chip (1/2,7")
Aufnahme:	3,8 MP x 3,720 Pixel	3,8 MP x 3,720 Pixel	3,8 MP x 3,720 Pixel
zusätzliche Bildauflösung:	4,6 fach	2592 x 1944, 2048 x 1536, 640 x 480 Pixel	2816 x 2112, 2272 x 1704, 1600 x 1200, 640 x 480 Pixel
optischer Zoom:	5,0 fach	8,0 fach	4,0 fach
Digital-Zoom:	4,0 fach	3,5 Zoll	3,0 Zoll
Bildschirmspaniale:	2,5 Zoll	1,6 sec	1,6 sec
Aufnahmefähigkeit:	2	2	2
Auslösezeitverzögerung:	0,003 sec	0,003 sec	0,003 sec
Speicherarten:	SecureDigital (SD), SecureDigital HC (SDHC)	Memory Stick Duo (MS Duo), Memory Stick Pro Duo (MS Pro Duo)	SecureDigital (SD), SecureDigital HC (SDHC), MultiMediaCard (MMC)
Lichtempfindlichkeit ISO:	100 - 1600	80 - 3200	80 - 1600
min. Lichtempfindlichkeit:	100	80	80
ISO:			
max. Lichtempfindlichkeit:	1.600	3.200	1.600
Belichtungszeit:	8 - 1/2000 sec	1/4	15 - 1/1600 sec

Abb. 7.102 Einsatz einer Matrix für den Produktvergleich



Abb. 7.103 Beispiel für einfache Volltextsuche

The screenshot shows the 'Erweiterte Suche' (Advanced Search) interface on Google. It includes sections for 'Ergebnisse finden' (Search results find), 'Sprache' (Language), 'Region' (Region), 'Dateiformat' (File format), 'Datum' (Date), 'Position' (Position), 'Domains' (Domains), 'Nutzungsrechte' (Usage rights), 'Safe Search' (Safe Search), 'Seitenspezifische Suche' (Page-specific search), and 'Themenreiche Suche' (Thematic search). Each section contains various search parameters and dropdown menus.

Abb. 7.104 Beispiel für erweiterte Volltextsuche

Ausgabe von Zahlen, die aussagen, inwieweit das Ergebnis mit der Suchanfrage übereinstimmt, irritiert die meisten Besucher nur (Nielsen 2001, S. 224) und sollte daher vermieden werden.

Fortgeschrittene haben wesentlich konkretere Vorstellungen, was sie suchen, und bewegen sich viel selektiver durch das Angebot. Daher sollte eine erweiterte Volltextsuche wie bei Google vorhanden sein, die es gestattet, Suchbegriffe mittels boolescher Algebra miteinander zu verknüpfen und die Ergebnisse nach unterschiedlichen Kriterien zu filtern und zu sortieren (Abb. 7.104). Die boolesche Algebra gestattet bei Datenabfragen die Definition von Ergebnismengen mit Hilfe der logischen Operatoren Konjunktion (UND, AND bzw. \wedge , $+$), Disjunktion (ODER, OR bzw. \vee , $-$) und Negation (NICHT, NOT bzw. \neg , \sim) sowie der mengentheoretischen Verknüpfungen Durchschnitt, Vereinigung und Komplement.

Experten suchen ganz bestimmte Informationen, oft auch aus beruflichen Motiven. Sie haben keine Zeit zu verschwenden und möchten so direkt wie möglich zu den gesuchten Informationen gelangen. Da sie sehr viel über das Thema und die Anwendung wissen, ist ihr Suchverhalten anders. Bei Produktrecherchen bspw. suchen sie einen Hi-Fi-Verstärker, der über eine Ausgangsleistung von mindestens 800 Watt verfügt. Eine Volltextsuche hilft

The screenshot shows a search interface titled "Suchen". On the left, there are three radio buttons: "Produkttyp", "Produktname", and "Produktmerkmal", with "Produktmerkmal" selected. To the right of these are four operators arranged in a 2x2 grid: >=, <=, =, and <>. Below these are two buttons: "min" and "max".

Produktmerkmal:	Auswahl:	Sucheintrag:	Treffer:
Breite Böschungswinkel Hubraum Hydraulik Höhe Leistung Länge Massen Motor Radstand Spurweite	Grundfahrzeuge Böschungswinkel	max	4 1 1

At the bottom are four buttons: "Neu", "Löschen", "Starten", and "Ergebnis".

Abb. 7.105 Beispiel für Deskriptorensuche

hier nicht weiter, denn bei einer Eingabe von „800 Watt“ würden Verstärker mit höherer Leistung, die sehr wohl in Frage kämen, nicht angezeigt. Mit einer Deskriptorensuche wie im FORWISS EPK-Editor (Abb. 7.105) hingegen lassen sich die benötigten Informationen schnell aufspüren. Die zur Verfügung stehenden Operatoren („<=“, „>=“, „=“, „<>“, „min“, „max“) decken auch diese Anfragen ab. Eine Plausibilitätsprüfung stellt sicher, dass nach den Operatoren nur formal richtige Attributwerte eingetragen werden (bspw. akzeptiert das Programm nach „<=“ und „>=“ lediglich numerische Werte und springt bei Auswahl des min- oder max-Operators direkt an den Anfang der nächsten Bedingungszeile).

7.4.12 Navigation

Das Erstellen der Navigation ist eine besonders wichtige Aufgabe bei der Entwicklung einer Internetpräsenz, denn die Navigation macht das Informationsangebot für den Besucher erst zugänglich. Sie ist sozusagen der Dosenöffner, der es uns gestattet, an den Inhalt zu gelangen (siehe Abb. 1.2).

Deshalb ist es notwendig, dass die Navigation stets verfügbar ist und ein hohes Maß an Usability aufweist. Insbesondere ist sie unmittelbar verständlich (selbstbeschreibungsfähig), entspricht den Erwartungen der Benutzer (erwartungskonform und konsistent) und gestattet dem Besucher, sein Ziel auf unterschiedlichen Wegen zu erreichen (Steuerbarkeit).

Welche Navigationskonzepte sich eignen, ist bei jedem Entwicklungsprojekt individuell zu prüfen und hängt vor allem von der Struktur der Internetpräsenz, dem Thema und der Navigationsebene ab.

Rein linear strukturierte Webauftritte finden sich vergleichsweise selten. Lineare Navigationskonzepte kommen meist bei der Navigation in der Zeitdimension bzw. im historischen Verlauf vor oder wenn auf der untersten Informationsebene didaktisch zusammenhängende Informationsbestandteile sequentiell dargestellt werden. Bei 1:n-Beziehungen zwischen den Seiten (Baumstrukturen) eignen sich hierarchische Konzepte wie Menübäume. Netzwerkstrukturen, in denen jede Seite mit jeder anderen verknüpft sein kann, benötigen Kombinationen aus Grundelementen der Navigation, z. B. aus Reiternavigation und Menübaum. Die Startseite, also der Ausgangspunkt der Seitenstruktur, sollte für den Benutzer jederzeit direkt zugänglich sein.

Je nach Thema der Webapplikation kommen z. B. Konzepte in Frage, die sich an Arbeitsprozessen, der Nutzungshäufigkeit, der Aktualität oder Wichtigkeit von Informationen, dem Informationsmodell oder sachlogischen Aspekten orientieren.

Darüber hinaus spielt auch die Navigationsebene eine Rolle, nämlich ob es sich um eine Navigation zwischen unterschiedlichen Seiten (globale Navigation), zwischen verschiedenen Inhaltsblöcken auf derselben Seite (interne Navigation) oder zwischen Zuständen eines Medienobjektes (Sondernavigation) handelt. Während bspw. für die globale Navigation Menübäume und Browserfunktionen in Frage kommen, eignet sich für die interne Navigation oft ein verlinktes Verzeichnis der Seiteninhalte mit entsprechenden Rückverweisen auf den Seitenanfang am Ende der Inhaltsabschnitte, und die Sondernavigation benötigt evtl. sequentielle Kontrollinstrumente wie interaktive Fortschrittsanzeigen für Bildergalerien oder AV-Panels für Audio-, Video- oder Animationselemente.

Für die Inhalte und Ebenen der Internetpräsenz gilt es, geeignete Strukturen auszuwählen und im konkreten Anwendungskontext zu einem stimmigen Navigationskonzept zu vereinen. Beispielsweise kann ein Nachrichtenportal auf der obersten Ebene eine Gliederung nach Wichtigkeit und/oder sachlogischen Aspekten (z. B. Themenbereich) anbieten, innerhalb eines Themenbereichs aber eine zeitlich orientierte Navigation.

Zu berücksichtigen sind auch Probleme durch Koordinationsstörungen und Bewegungs-einschränkungen (auch temporärer Art wie etwa ein Armbruch), die den Umgang mit Eingabegeräten (vor allem gezieltes Deuten mit der Maus, Doppelklicks oder das gleichzeitige Drücken mehrerer Tasten) erschweren bzw. unmöglich machen. Deshalb müssen eine reine Tastaturbedienung möglich und anklickbare Flächen sowie die Abstände zwischen den Links groß (genug) sein.

Als grundlegende Elemente stehen für die Umsetzung der benötigten Navigationskonzepte Hotwords, Buttons, Hotspots, Menüs und bestimmte Browserfunktionalitäten zur Verfügung.

7.4.12.1 Hotwords

Hotwords, also anklickbare Texte, die mit einer Verknüpfung hinterlegt sind, stellen eine besonders einfache und barrierefreie Form der Navigation dar, die sich vielfältig einsetzen lässt, z. B. in Navigationshierarchien, Tag Clouds und als Querverweise in Texten (Abb. 7.106). Damit der Besucher sie schnell erkennt, sollten sie (entweder permanent oder zumindest während sie sich im Mausfokus befinden) unterstrichen dargestellt sein. Zusätzlich können sie auch durch Farbkodierung hervorgehoben werden.

Abb. 7.106 Beispiele für den Einsatz von Hotwords in Navigationshierarchien

7.4.12.2 Icons

Seit Jahrtausenden nutzen Menschen Symbole, um Objekte darzustellen oder den Weg zu weisen. Im Jahr 1973 wurden Piktogramme erstmals vom Xerox Palo Alto Research Center eingesetzt, um Benutzerschnittstellen von Computerprogrammen für Anfänger leichter verständlich zu gestalten. Ihren Siegeszug begannen die Icons mit der Verbreitung der Betriebssysteme Commodore Amiga, Apple Macintosh und Microsoft Windows. Seitdem repräsentieren bildliche Metaphern (siehe Abschn. 7.4.11.4) Anzeige- und Bedienelemente einer grafischen Benutzeroberfläche. Sehr bekannt ist z. B. das „Hamburger“-Icon, das in mobilen Darstellungen von Web-Applikationen dem Aufruf des Menüs dient.

Vorteile von Icons sind die leichte Erkennbarkeit, ein geringer Platzbedarf und ihre Sprachunabhängigkeit, die sie auch für Analphabeten und Fremdsprachler verständlich macht. Durch den Einsatz bildlicher Metaphern erreichen sie einen hohen Grad an Selbsterklärungsfähigkeit. Dialoge mit diesen direkten Manipulationsmöglichkeiten motivieren die Besucher stärker als durch Text repräsentierte Funktionen, da sie für alle Menschen i. d. R. leichter erlernbar und besser erinnerbar sind.

Mit den zunehmenden Datenübertragungsraten und höheren Auflösungen der grafischen Oberflächen setzt sich der Einsatz von Piktogrammen mit geringerem Abstraktionsgrad durch. Lag die Auflösung bei den ersten Windows-Versionen noch bei 16x16 px und 256 Farben, bestehen Icons heute i. d. R. aus 256x256 px oder 512x512 px und gestatten 16,7 Mio. Farben (Abb. 7.107).

Trotz aller heute zur Verfügung stehenden Gestaltungsmöglichkeiten sollte man der Versuchung widerstehen, fotorealistische Icons zu entwerfen. Icons sind keine Fotos, sondern Symbole, die sich gerade auf Grund der Abstraktion, der prägnanten Formen und des Einsatzes von nur wenigen Farben schnell erkennen lassen. Dies ist insbesondere für Menschen mit Sehschwächen von Bedeutung.

Der Programm- oder Dateiname sollte einheitlich unter oder neben dem Icon stehen. Icons sollten grundsätzlich mit Text kombiniert werden, um insbesondere unerfahrenen Benutzern und Menschen, die ein Screenreader-Programm einsetzen, zu helfen, die Be-

Abb. 7.107 Icon „Recycle Bin“ in Windows 95, Windows XP und Windows 8 (von links nach rechts)



deutung des Icons zu erkennen. Dieses lässt sich am besten durch einen Tooltip bzw. einen Alternativtext zur Grafik realisieren.

Konsistentes Verhalten der Icons erleichtert deren intuitive Bedienung: das bloße Deuten mit dem Mauscursor auf ein Icon zeigt eine Beschreibung (Tooltip) an, ein einfacher Klick mit der linken Maustaste markiert das Icon, ein einfacher Klick mit der rechten Maustaste ruft ein Menü mit kontextsensitiven Optionen auf, und ein Doppelklick mit der linken Maustaste entspricht dem Befehl „Öffnen“ bei Dokument-Icons bzw. „Start“ bei Programm-Icons. Zeigt man ohne zu klicken mit dem Mauszeiger auf ein Icon, wird oft noch ein ausführlicherer Informationsblock sichtbar.

Icons sollten den Gestaltgesetzen (siehe Kap. 6.4.1) folgen und dem Gesetz der Nähe (Kap. 6.4.1.2) entsprechend in logisch zusammengehörenden Gruppen auf der Benutzeroberfläche angeordnet sein. Dadurch bleibt gerade bei einer Vielzahl eingesetzter Icons die Übersichtlichkeit erhalten. Die Gruppierung der Icons ist für den Benutzer außerdem wichtig, da die Bedeutung mancher Icons erst durch die Beziehung zu anderen Icons verständlich wird.

Beim Einsatz von Icons auf einer international ausgerichteten Website muss außerdem auf die unterschiedliche Bedeutung von Symbolen in anderen Ländern geachtet werden. Einige Zeichen, die in unserer Kultur als ganz normal empfunden werden, können in anderen Kulturen als schwere Beleidigung aufgefasst werden (Abb. 7.108).

So steht der nach oben gestreckte Daumen der cäsarischen Tradition den Spielen im Colosseum folgend in vielen Ländern für Erfolg und Anerkennung, während er in Ghana und dem Iran eine Beleidigung ausdrückt. Ähnlich verhält es sich mit dem aus Zeigefinger und Daumen gebildeten Ring: In vielen Ländern und der „Tauchersprache“ symbolisiert diese Geste ein „O“ als Zeichen, das etwas „OK“ oder gar „outstanding“ (engl. für ausgezeichnet, herausragend) ist; in andern Ländern oder Sitionen hat er eine vulgäre Bedeutung (Müller und Gelbrich 2004, S. 417).

Im Netz finden sich viele Icon-Bibliotheken, die z. T. als Open Source Software verfügbar sind.

7.4.12.3 Hotspots

Hotspots bezeichnen sensitive Bereiche in Bildern, die beim Anklicken als Link agieren. Beispielsweise führt im Internetauftritt www.caribbeandivers.de (Abb. 7.109) die Zeitung zum News-Bereich, die Flaschenpost zum Kontaktformular usw.

Abb. 7.108 Beispiele für unterschiedlich interpretierbare Symbole

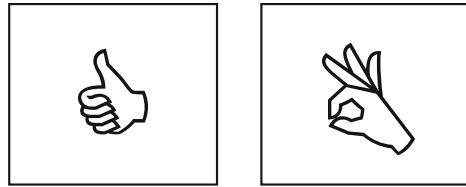


Abb. 7.109 Beispiel für Hotspots auf einer Webseite

Wichtig ist, dass für den Nutzer diese Bereiche leicht wahrnehmbar sind. Zunächst sind die Größe und eine auffällige grafische Gestaltung des Hotspots selbst sowie ein hinreichender Kontrast zum Hintergrund wichtig. Außerdem kann eine akustische und visuelle Benutzerführung zusätzlich auf die interaktiven Stellen aufmerksam machen. Nähert sich der Benutzer einem interaktiven Objekt, so kann man ihm dies durch anschwellende Geräusche wie bei Geigerzählern oder Rückfahrhilfen im Automobil mitteilen (siehe Abb. 7.81). Sobald das Objekt den Fokus erhält, kann man es z.B. durch eine höhere Helligkeit, eine Umrandung, eine Bewegung des Objekts, das Einblenden eines Tooltips oder durch eine Veränderung des Mauszeigers hervorheben.

7.4.12.4 Karteikartennavigation

Die Karteikarten- oder auch Registernavigation (Tabbed Browning, von engl. tab – Registerreiter, Karteireiter und engl. to browse – durchstöbern, durchsuchen) entsteht aus der Synthese der Karteikartenmetapher mit Hotwords oder Schaltflächen (Abb. 7.110). Sie kann horizontal oder vertikal angeordnet sein und eignet sich immer dann, wenn eine Navigationshierarchie zu tief zu geraten droht. Auch in Portalen, in denen Funktionen



Abb. 7.110 Karteikartenavigation am Beispiel GMX (oben) und HS Pforzheim (unten)



Abb. 7.111 Beispiel des Einsatzes der Reiternavigation zur Filterung von Tag Clouds

bzw. Themen zu mehreren klar abgegrenzten Oberbegriffen zugänglich gemacht werden sollen, wird sie eingesetzt.

Bei der Karteinavigation werden die zugehörigen Seiten auf mehreren, hintereinander liegenden Registerkarten im selben Fenster angeordnet. Während der Browser das initiale Dialogfenster anzeigt, lädt er im Hintergrund die Inhalte der noch verdeckten Karteikarten nach. Durch das Anklicken der Reiter kann der Besucher nicht nur auf eine sehr übersichtliche, sondern auch schnelle Weise zwischen den Unterthemen navigieren.

In Kombination mit anderen Navigationselementen (z.B. Tag Clouds) können die Registerreiter (oder auch ein Satz von Radio-Buttons) als Filterinstrument dienen (Abb. 7.111).

Wenn die Unterthemen der einzelnen Themenbereiche gleichartig strukturiert sind, wird oft auch eine Kombination von horizontaler Reiternavigation und vertikalem Menübaum verwendet, um eine Navigationsmatrix aufzubauen, die es gestattet, die gleiche Information aus unterschiedlichen Perspektiven bzw. in unterschiedlichen Dimensionen zu betrachten.

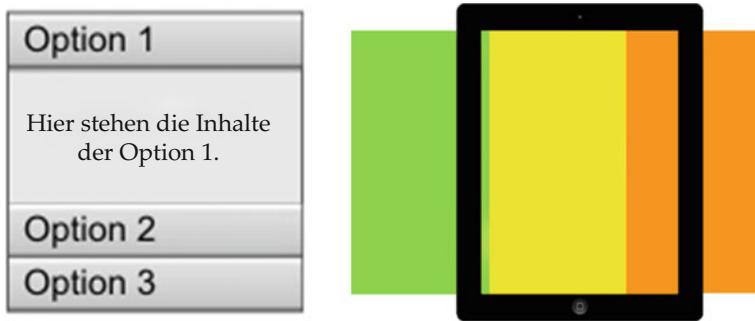


Abb. 7.112 Beispiel für eine Slidernavigation (links) und eines Off-Canvas Layouts (rechts)

7.4.12.5 Slidernavigation und Off-Canvas

Ähnlich wie die Karteikartennavigation funktioniert auch die neuere Slidernavigation. Sie verwendet als Metapher das Bedienkonzept einer Klasse von Mobiltelefonen.

Bei der Slidernavigation (Abb. 7.112 links) sind in geschlossenem Zustand nur die Hauptfunktionen sowie Inhalte (Texte, Bilder, Verlinkungen) zur ersten Option sichtbar. Durch Verschieben der einzelnen Tabs kommen die jeweiligen weiteren Inhalte zum Vorschein.

Off-Canvas Layouts (Abb. 7.112 rechts) sind eine sehr intuitive Form der Navigation, bei der eine Bildschirmseite in Gänze angezeigt wird. Weitere Bildschirmseiten bzw. -elemente liegen zum Großteil außerhalb (meist rechts/links) des sichtbaren Bereichs, ragen aber soweit in ihn hinein, dass der Benutzer sie leicht erkennen und vollständig in den Anzeigebereich ziehen kann.

7.4.12.6 Kachelnavigation

Die Navigation über Kacheln in einem Card-Based Layout (Abb. 7.113) leiten sich von dem bekannten Bedienkonzept aktueller Versionen des Betriebssystems MS Windows ab.

Kacheln bzw. Karten dienen nicht nur als finger-freundliche Navigationselemente, sondern können dynamisch Inhalte anzeigen und ggf. vom Benutzer individuell arrangiert und manipuliert werden. Sie eignen sich darüber hinaus in besonderer Weise für die Integration externer Datenquellen bzw. für die Content-Syndication.

7.4.12.7 (Navigations-) Menüs

Ein Menü bietet dem Benutzer Funktionsaufrufe in Form einer (strukturierten) Liste zur Auswahl an, setzt also das Ordnungsprinzip der Hierarchie mit Hotwords oder Buttons um.

Die Vorteile liegen in der leichten Erlernbarkeit, da die Benutzer durch die Funktionshierarchie geführt und ihnen die (möglichen) Optionen immer wieder vor Augen geführt werden. Das direkte Auswählen der Menüpunkte vermeidet zudem Eingabefehler. Der

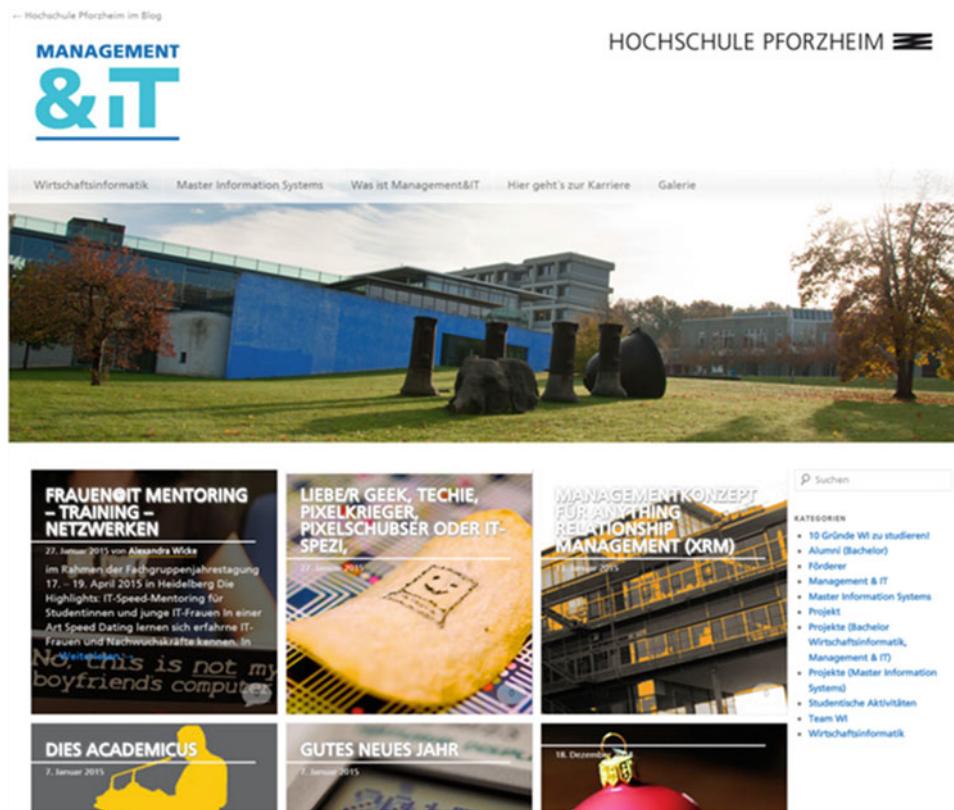


Abb. 7.113 Beispiel für eine Kachelnavigation

größte Nachteil von Menüs besteht in einer geringen Effizienz für erfahrene Benutzer, die insbesondere über Tastaturkürzel (siehe nächstes Kapitel) ihr Ziel viel schneller erreichen können als durch mehrere Klicks in einer Menühierarchie.

Die Gestaltung von Menüs erfolgt meist nach den Empfehlungen im Teil 14 „Dialogführung über Menüs“ der ISO 9241 Normenreihe „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“. Insbesondere sollen die Menüstruktur logisch aufgebaut und die Bezeichnung von Menütiteln und Menüeinträgen kurz und prägnant, möglichst an den Sprachgebrauch in der Domain angelehnt sowie die Einträge klar unterscheidbar sein.

Ein Menü besteht auf einer Ebene aus mehreren Einträgen, die thematisch gruppiert sind und deren Zusammengehörigkeit durch Weißräume oder Trennlinien kenntlich gemacht ist. Sobald ein Menüeintrag den Mausfokus erhält, wird er optisch hervorgehoben und bei Auswahl die nächste Ebene angezeigt (Abb. 7.114).

Alle Menüeinträge des aktuellen Astes sind stets sichtbar, wobei im Kontext nicht wählbare Optionen „ausgegraut“ dargestellt sind. Ihre Beschriftung besteht bei Aktionsmenüs aus Verben und in Eigenschaftsmenüs aus Substantiven, beginnt immer (auch bei Verben) mit einem Großbuchstaben und ist linksbündig ausgerichtet.

Abb. 7.114 Beispiel für einen Navigationsbaum

BSBA / Digital Enterprise Management

› Top Reasons for our DEM

› Your Profile

› Program Structure Overview

› Requirements and Admission

› Application material checklist

› University and Surroundings

› Accreditation

› Pforzheim Business School

› Student Initiatives

› Surroundings

› Strong Industry Partners

› Download

› News

Ein zusätzliches Symbol vor den Texten kann die Selbstbeschreibungsfähigkeit und Wiedererkennungsrate verbessern, und auch externe Konsistenz, also der einheitliche Aufbau der Menüs über die Grenzen der einzelnen Applikation hinaus, erleichtert dem Benutzer die Orientierung.

Derzeit gebräuchliche Formen sind Pull-Down-Menüs (auch Dropdown- oder Drop-out-Menus genannt), die beim Mausklick auf einen Eintrag in einer Menü- oder Symbolleiste ein Untermenü aufklappen. Dieses Konzept wird auch für Eingabefelder eingesetzt, in denen der Benutzer eine oder mehrere Wahlmöglichkeiten aus einem Listenfeld selektieren kann (Comboboxen).

Pop-up-Menüs (Abb. 7.115 rechts) hingegen sind nicht permanent sichtbar und haben keine feste Position, sondern werden meist als Reaktion auf einen Rechtsklick oder den Erhalt des Mausfokus an der aktuellen Position des Mauszeigers eingeblendet. Sie springen auf, überdecken die darunter liegenden Elemente der Benutzeroberfläche und bieten meist kontextsensitive Optionen an.

Es existieren aber auch Menüformen, die sich nach den Maßstäben der Gebrauchstauglichkeit vor allem für Kontextmenüs viel besser eignen als die klassischen linearen Klappmenüs, z. B. das Tortenmenü (Pie-Menü, Abb. 7.116). Sie verringern die Länge der erforderlichen Mausbewegungen und gestatten so eine schnellere Auswahl. Derzeit werden sie vor allem in Spielesoftware genutzt, aber auch z.B. in Second Life oder dem Webbrowswer Mozilla. Ein Überblick findet sich auf den Seiten von *Don Hoskins*.

Welche Form der Menüführung gewählt werden sollte, hängt maßgeblich von der Art der Software, der Benutzergruppe und dem Zugangsgerät ab:

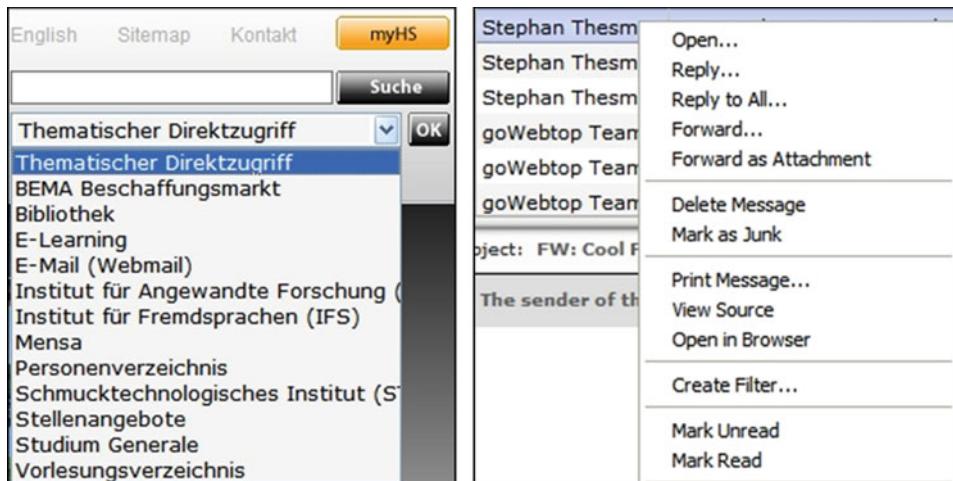


Abb. 7.115 Pull-Down-Menü (links) und Pop-Up-Menü (rechts)



Abb. 7.116 Beispiel für ein Tortenmenü

Bei einer kaufmännischen Applikation erwartet man eher ein schlichtes, aber funktionales Menü, während auf einer Spieleseite für Kinder ein innovatives Konzept in Frage kommt, welches die Neugier weckt und zum Ausprobieren und Entdecken anregt. Auch kulturelle Besonderheiten wie z.B. die Wortlängen in einzelnen Sprachen oder Leserichtungen können den Aufbau von Menüs beeinflussen.

Die geringe Viewportbreite von Smartphones bietet keine guten Voraussetzungen für lange, horizontale Menüs, wie etwa Klickpfadnavigationen, tief gestaffelte Menübaum oder ähnliche Darstellungsformen (Abb. 7.117).

Stattdessen versucht man, die Navigationstiefe gering zu halten und setzt bevorzugt Slidernavigationen oder bei längerem Content einstufige, vertikale Menüs vor bzw. nach dem Inhaltbereich ein (Abb. 7.118). Menüs lassen sich auch mittels einer entsprechenden Schaltfläche (Hamburger-Icon) aufrufen und legen sich dann vor den Inhalt oder bei umfangreicheren Menüs als Pop-Up-Menü darüber.

7.4.12.8 Klickpfadnavigation

Die Klickpfadnavigation zeigt zu jedem Zeitpunkt an, welche Hierarchiestufen zu der aktuellen Seite führen. Sie erleichtert so die Einschätzung, in welchem Kontext die angezeigte Information zu verstehen ist, und lässt sich durch die Hinterlegung von Links zur Navigation verwenden. Wenn sie darüber hinaus alle Optionen einer Hierarchiestufe zur Auswahl anbietet, sobald diese den Mausfokus (Abb. 7.119) erhält, stellt sie eine alternative Implementierung des klassischen Navigationsmenüs dar.

7.4.12.9 Shortcuts & Hotkeys

Tastenkombinationen (Hotkeys) sind Abkürzungen (Shortcuts) für den schnelleren Aufruf von Kommandos und entstammen ursprünglich den Kommandosprachen. Insbesondere für Menschen, die häufig und professionell mit einer Anwendung arbeiten, ist die Steuerung der Software über Tasten und Tastenkombinationen oftmals praktischer und schneller als mit der



Abb. 7.117 Beispiel für Navigationsmenü in der PC-/Tablet-Ansicht



Abb. 7.118 Beispiel für einblendbare, einstufige Kopf-Navigation (links) und mehrstufige Fuß-Navigation (rechts) in der Smartphone-Ansicht

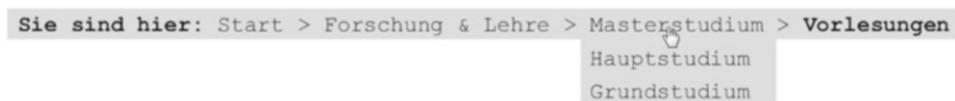


Abb. 7.119 Beispiel einer Klickpfadnavigation

Maus. Gleichermaßen gilt auch für Anwender, die am Notebook ohne Maus arbeiten, sich mangels Erfahrung mit der Maussteuerung schwer tun oder unter motorischen Störungen leiden.

Allerdings müssen die Kommandos bzw. ihre Abkürzungen i. d. R. aus dem Gedächtnis abgerufen werden, was ein Erlernen und Erinnern erfordert. Darüber hinaus sind Verwechslungen und Fehlbedienungen leicht möglich. Sie eignen sich daher nur als zusätzliche Steuerung für geübte Benutzer und müssen besonders fehlertolerant sein.

Bei der Festlegung des Aufbaus und der Namen von Kommandos, die man auf diese Weise verfügbar machen will, kann man sich an dem Teil 15 „Dialogführung über Kommandosprachen“ der bereits mehrfach zitierten ISO 9241 Normenreihe „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ orientieren. Insbesondere sollen die Namen erwartungskonform gewählt und die Kommandos so in Einzelschritte zerlegt sein, wie es der fachlichen Trennung in Aufgabenteile entspricht. Darüber hinaus erleichtert es die Orientierung, wenn sich bei Eingabe eines Kommandos bzw. des zugehörigen Shortcuts der entsprechende Menüpunkt öffnet, sodass der Benutzer die darin verfügbaren Auswahloptionen sieht und jederzeit zwischen Tastatureingabe und Maussteuerung wechseln kann.

Die Zuordnung von Funktionen zu Tasten sollte Standards und die Ergonomie der menschlichen Hand berücksichtigen. Zwar gibt es keinen allgemeingültigen Standard für Tastenkombinationen, jedoch haben sich einige Tastenkombinationen, die ursprünglich in den „Apple Human Interface Guidelines“ definiert wurden, in angepasster Form auch in der Windows-Welt und anderen Betriebssystemen als de-facto-Standard durchgesetzt. Während sich die Tastenkombinationen für Öffnen, Drucken, Sichern und Kopieren aus den Anfangsbuchstaben der englischsprachigen Befehle ableiten, symbolisiert das „X“ für Ausschneiden eine geöffnete Schere und das „V“ für Einfügen die Spitze einer Klebstofftube, mit der Grafikdesigner Bild- und Textschnipsel ins Layout einer Seite einkleben (Tab. 7.4).

Daneben gilt es, die Tasten so zu belegen, dass sie mit geringen Hand- und Fingerbewegungen zu erreichen sind. So wäre z. B. bei einer Fahrsimulation zusätzlich zum Cursorblock eine Belegung R (rechts), L (links), V (vor) Z (zurück) zwar memotechnisch günstig, würde aber dem normalen Orientierungsempfinden widersprechen und vom Anwender weite Wege auf der Tastatur fordern (rechte Seite in Abb. 7.120). Stattdessen legt man die Funktionen auf Taste nahe der sowieso häufig verwendeten Tabulator-, Umschalt-, Steuerungs- und Leertaste ab; in diesem Beispiel auf A (links), D (rechts), W (vor) und S (zurück).

Tab. 7.4 Beispiele für erwartungskonforme Tastenkombinationen

Apple Command-Taste und	Microsoft u. a. STEUERUNG-Taste und	Befehl (engl.)	Befehl (dt.)
O	O	Open	Öffnen
P	P	Print	Drucken
S	S	Save	Sichern
X	X	Cut	Ausschneiden
C	C	Copy	Kopieren
V	V	Paste	Einfügen



Abb. 7.120 Ergonomische Tastenbelegung: richtig (links) und falsch (rechts)

Die Tabulatortaste dient dem Springen von einem interaktiven Bildschirm bzw. Formularelement zum nächsten. Dabei ist auf eine sinnvolle, d. h. der üblichen Eingabereihenfolge entsprechende Sequenz zu achten.

Im Übrigen sollte der User die Belegung der Tasten seinen Bedürfnissen entsprechend anpassen können, wie dies bei Spielesoftware allgemein gebräuchlich ist. Dabei ist eine Funktion für das Wiederherstellen der Ausgangsbelegung (Default) vorzusehen.

7.4.12.10 Fingergesten (Multi-Touch)

Smartphones, Tablet PCs und einige Ultrabooks setzen neben physischen Tasten vor allem Fingergesten auf berührungssensitiven Bildschirmen zur Steuerung ein. Tab. 7.5 zeigt am Beispiel Android, welche Gesten die am häufigsten benötigten Funktionen aufrufen (Android 2016).

Weitere Gesten lassen sich ggf. mit Hilfe von Zusatzsoftware (z. B. GMD Gesture Control) hinterlegen, etwa um die Browserfunktionen „Startseite“, „Zurück“, „Vorwärts“ und „zuletzt aufgerufene Seiten“ auf diese Weise zugänglich zu machen.

Ergänzende Informationen zu herstellerspezifischen Vorgaben und zu Gesten mit mehr als zwei Fingern, finden sich auf den Seiten von Android, Apple, Microsoft und BlackBerry.

7.4.12.11 Inhaltsverzeichnisse & Sitemaps

Nutzer haben häufig das verunsichernde Gefühl, dass sie auf der Website etwas Wesentliches übersehen haben. Abhilfe bieten **Inhaltsverzeichnisse** bzw. **Sitemaps** (Abb. 7.121). Sie visualisieren die Struktur der Website in Form einer strukturierten Liste von Stichworten oder einer Übersichtgrafik. Durch Anklicken der Elemente kann der Besucher direkt zu den gewünschten Informationen gelangen.

7.4.12.12 Browserschaltflächen

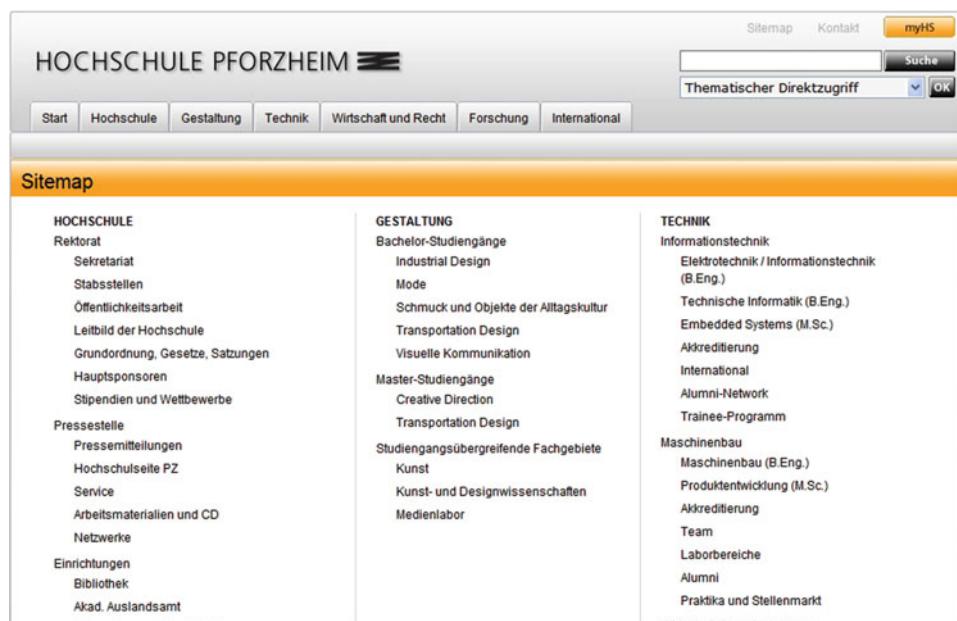
Neben den genannten Elementen stellt der Browser selbst Funktionalitäten zur Navigation zur Verfügung. Insbesondere der Favoriten (Bookmark)- und der Zurück-Button werden von vielen Nutzern eingesetzt, um zu vorher angezeigten Seiten zurückzuspringen.

Damit einzelne Einträge in der Favoritenliste schnell auffindbar sind, sollte die Website zu diesem Zweck Mini-Icons (Favicons) mitliefern (wie z. B. Laszlo Webmail und Google Mail in Abb. 7.122).

Eigene Bookmarks können zwar im jeweiligen Browser gespeichert werden, sie liegen dann aber lokal auf dem eigenen Rechner. Die Verlagerung der Bookmark-Sammlung in

Tab. 7.5 Erwartungskonforme Fingergesten am Beispiel von Android

Funktion	Geste
Blättern (Überstehende Inhaltsbereiche in den Viewport ziehen bzw. ggf. horizontal zwischen Inhalten der gleichen Hierarchiestufe wechseln)	Wischen (schnell; Effekt dauert auch nach Anheben des Fingers an, z. B. bis nächstes Element „eingerastet“ ist) und Ziehen (langsam; Bewegung stoppt, sobald Finger angehoben wird)
Eintrag auswählen bzw. Standardfunktion eines interaktiven Elements ausführen	Tippen
Element markieren und kontextabhängige Aktionsleiste aufrufen	Langes Drücken
Daten reorganisieren bzw. Elemente verschieben	Langes Drücken und Ziehen
Hineinzoomen bzw. Hinauszoomen (stufenweise)	Doppel-Tippen bzw. mit einem Finger Drücken und dem zweiten Doppel-Tippen
Hineinzoomen bzw. Hinauszoomen (stufenlos)	Mit zwei Fingern Drücken und Finger auseinander- bzw. zusammenziehen - oder - Doppel-Tippen und mit einem Finger (nach unten bzw. oben) ziehen.

**Abb. 7.121** Einsatz einer hierarchisch strukturierten Liste als Sitemap

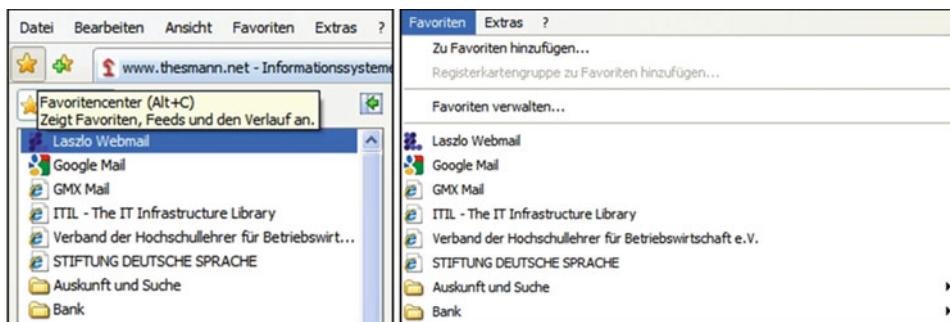


Abb. 7.122 Beispiel für Client-seitige Lesezeichen



Abb. 7.123 Beispiele für Social Bookmarks (V. l. n. r.: Delicoius, Digg, Facebook, Pinterest, Reddit, StumbleUpon und Twitter)

das Netz ermöglicht einen Zugriff von jedem beliebigen Ort. Da die Favoriten zentral abgelegt werden, ist es leicht, diese anderen zugänglich zu machen und sie mit ihnen zu teilen.

Bei den Social-Bookmarking-Diensten (Abb. 7.123) lassen sich die Lesezeichen oder Ressourcen mit Kommentaren sowie einem oder mehreren Schlagworten versehen, wobei den Benutzern oft bereits verwendete Tags vorgeschlagen werden, um die Begriffsvielfalt für identische Inhalte gering zu halten. Bei einer Suche zeigt der Dienst dann Bookmarks aus der eigenen Liste, aber auch alle öffentlichen Favoriten anderer Benutzer an, wobei eine Sortierung, z. B. nach den aktuellsten und nach den beliebtesten Links, möglich ist.

Social-Bookmarking-Dienste sind sehr beliebt, weil das Ranking nach von Menschen vorgenommenen Bewertungen oft qualitativ bessere Ergebnisse als maschinelle Algorithmen liefert und Benutzer mit ähnlichen Interessen als Nachbarn vorstellt, mit denen man auf Wunsch Links austauschen kann. Deshalb sollte man Bookmarking-Dienste konsequent einbinden, um zusätzliche Reichweite zu generieren.

Wenn man die Website AJAX nutzt, führt das dynamische Nachladen von Seitenbestandteilen dazu, dass diejenigen Browserfunktionen nicht erwartungskonform funktionieren, die auf dem automatischen Speichern aufgerufener URLs im Verlauf (History) beruhen, also insbesondere die Schaltflächen „Vor“ und „Zurück“, welche die vorherige bzw. nachfolgende URL im Verlaufsprotokoll aufrufen. In diesem Fall sind unbedingt zusätzliche Methoden zu implementieren, um per AJAX durchgeführte Seitenänderungen in die History aufzunehmen und somit für den Zurück-Button zugänglich zu machen.

7.4.13 Meldungen

Die Interaktion eines Besuchers mit einer Webapplikation lässt sich als Kommunikation zwischen Menschen und Maschine verstehen. Dabei benötigen Menschen fortwährend Auskünfte über den Zustand des Gegenübers und des Kommunikationsprozesses. Während bei einer zwischenmenschlichen Kommunikation diese Informationen oft implizit (z. B. durch Gestik und Mimik) ersichtlich sind, müssen sie bei der Mensch-Maschine-Kommunikation in Form von Statusinformationen, Rückmeldungen und Fehlermeldungen expliziert kodiert werden. Da diese Reaktionen für die Bedienung einer Software elementar sind, ist eine barrierefreie Umsetzung Pflicht.

Bei ihrer Gestaltung kann man sich an den Vorgaben des Teil 13 „Benutzerführung“ der ISO 9241 Normenreihe „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion“ sowie den Designrichtlinien weit verbreiteter Standardsoftware (z. B. (Microsoft 2016) orientieren, um externe Konsistenz zu gewährleisten.

Statusinformationen (Abb. 7.124) zeigen i. d. R. permanent und immer an der gleichen Stelle den aktuellen Systemzustand während des normalen Betriebs an. Lediglich solche Zustandsinformationen, die nicht für die momentane Tätigkeit oder nur für einen kleinen Teil der potentiellen Anwender relevant sind, werden auf Anforderung eingeblendet.

Rückmeldungen (Feedback) sind wahrnehmbare Systemreaktionen, die nicht fortwährend, sondern zeitnah als Reaktion auf eine Benutzereingabe oder ein Systemereignis erscheinen. Tab. 7.6 zeigt (in enger Anlehnung an (Thissen 2001)) ungefähre Toleranzgrenzen für Reaktionszeiten von Computern. Bei erfahrenen Internetbenutzern relativieren sich die-



Abb. 7.124 Statusmeldungen am Beispiel GoWebTop (oben) und MS Windows (unten)

Tab. 7.6 Zeitliche Toleranzgrenzen für Rückmeldungen

Erwartungshaltung	Reaktionszeit
Unmittelbare Reaktion des Systems auf eine Benutzereingabe (z. B. Erscheinen eines eingegebenen Zeichens auf dem Bildschirm, Veränderung des Aussehens von Buttons beim Anklicken).	1/10 s
Feedback über Start eines Prozesses nach dessen Auslösen.	1 s
Aktualisierung der Fortschrittsmeldung (z. B. Progressionsbalken, Sanduhr) während eines laufenden Prozesses.	2 s
Grenze, um die Aufmerksamkeit zu halten. Danach erfolgt meist der Abbruch oder ein erneuter Versuch des Benutzers.	10 s

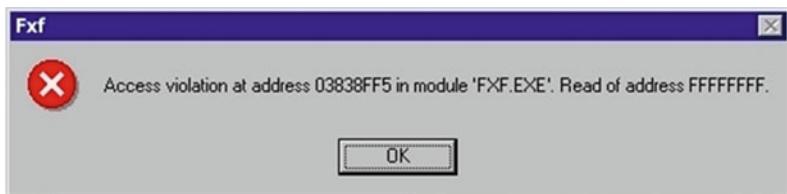


Abb. 7.125 Beispiel für nicht zielgruppengerecht formulierte Fehlermeldung

se Grenzen etwas, da sie das Warten gewohnt sind, während unerfahrene Nutzer dagegen bei längerer Ladezeit die Website schneller verlassen. Tests zur Überprüfung der Ladezeiten finden sich im Internet.

Die Rückmeldung geschieht i. d. R. über Dialogelemente, deren Texte eindeutig und aussagekräftig, in der Sprache der Benutzer sowie freundlich und höflich formuliert sind – einen Meldungstext wie in Abb. 7.125 hilft dem normalen Besucher nicht weiter.

Prinzipiell bilden Rückmeldungen vier Zustände des Kommunikationsprozesses ab:

1. Die Anwendung erwartet eine Reaktion des Menschen (Abb. 7.126). In diesem Fall muss die Meldung die Entscheidungssituation mit allen benötigten Informationen übersichtlich darstellen und darf den Benutzer nicht mit einer Fülle von Auswahlmöglichkeiten überfordern. Falls erforderlich, ist der Dialog in eine Sequenz einzelner Schritte aufzufgliedern und bei jedem Schritt eine klare Entscheidungsmöglichkeit vorzugeben.
2. Die Anwendung hat eine Aktion verstanden. Normalerweise ist die Systemreaktion auf Benutzeraktionen beim Konzept der direkten Manipulation auf einer grafischen Bedienoberfläche sofort ersichtlich: Eingegebene Zeichen erscheinen in Formularfeldern, Schaltflächen ändern ihr Aussehen, Klänge ertönen oder Ergebnisse der Manipulation werden angezeigt, z. B. Listen in veränderter Sortierfolge dargestellt. Tritt mehrfach nacheinander eine Benutzerreaktion auf, welche die Anwendung nicht interpretieren kann, sollte eine kontextsensitive Hilferoutine starten.
3. Die Anwendung ist mit einem Prozess beschäftigt (Abb. 7.127). Wenn die Auswirkungen von Prozessen sich nicht innerhalb von einer Sekunde an der Oberfläche widerspiegeln, muss dem Benutzer z. B. durch die veränderte Form des Mauszeigers (Sanduhr) verdeutlicht werden, dass die Anwendung noch ordnungsgemäß reagiert. Bei längeren Prozessen sind dynamische Fortschrittsindikatoren besser geeignet, die in kurzen Abständen die Anzeige des Prozessstatus aktualisieren (z. B. Progressionsbalken). An ihnen lässt sich im Idealfall auch die Restlaufzeit des Prozesses ablesen. Bei langen Prozessen, die aus vielen Teilschritten bestehen (z. B. Kopieren vieler Datensätze), sollte man zweistufige Progressionsbalken verwenden, die zum einen den Ablauf des Gesamtprozesses und zum anderen den Fortschritt des aktuellen Einzelschritts darstellen.
4. Eine Benutzeraktion ist abgeschlossen (Abb. 7.128). Wenn abgeschlossene Benutzeraktionen keine direkte Veränderung der angezeigten Seite bewirken, sollte der Besucher eine Meldung erhalten, unabhängig davon, ob die Aktion erfolgreich war (Rückmeldung) oder fehlgeschlagen ist (Fehlermeldung).



Abb. 7.126 Beispiel für Hinweis auf Warten auf Benutzeraktion



Abb. 7.127 Beispiel für Statusinformation während Prozessen

Eine leichtere Einordnung der Meldungen in Kategorien erreicht man durch den konsistenten Einsatz von Symbolen, die sich z. B. an deren Verwendung in Betriebssystemen anlehnen können. MS Windows kennt bspw. vier Klassen von Hinweisen (Abb. 7.129).

Aber nicht jede Meldung muss mit einem Symbol versehen sein. Der Einsatz von Symbolen sollte den Benutzer vielmehr darauf hinweisen, dass der dargestellte Sachverhalt (möglicherweise) ernsthafte Konsequenzen hat und sofortiges korrektes Handeln erfordert, um Fehler eventuell noch abwenden oder korrigieren zu können. Kriterien für kritische Meldungen, die den Einsatz von Symbolen rechtfertigen, sind insbesondere der (drohende) Verlust von



Abb. 7.128 Beispiel für Rückmeldung auf eine erfolgreiche Benutzeraktion (links) und Fehlermeldung (rechts)



Abb. 7.129 Beispiel für den Einsatz von Symbolen zur Signalisierung der Hinweisklasse: Fehler, Warnung, Hinweis und Hilfethema (von links nach rechts)

- wertvollen Besitztümern wie Daten oder Geld,
- Systemzugang oder Systemintegrität,
- Datenschutz oder Kontrolle über vertrauliche Informationen sowie
- Arbeitszeit in signifikantem Umfang (mindestens 30 Sekunden).

Welches Symbol eingesetzt wird, orientiert sich unabhängig von der Schwere der (möglichen) Auswirkungen ausschließlich an der Meldungskategorie:

- Das Kreuz im roten Kreis erscheint im Zusammenhang mit Fehlern oder Problemen, die aufgetreten sind. In einer Fehlermeldung betont man das existierende Problem („Die aktuellen Einstellungen gestatten das Laden unsignierter ActiveX-Controls von dieser Webseite nicht.“).
- Das gelbe Warndreieck weist auf Systemzustände hin, die in Zukunft zu einem Fehler führen könnten. Eine Warnung betont in der Formulierung sowohl die Ursache als auch mögliche künftige Konsequenzen („Die Webseite versucht, unsignierte ActiveX-Controls

zu laden, die Ihrem Computer Schaden zufügen könnten. Sie sollten dem Laden von unsignierten ActiveX-Controls nur aus vertrauenswürdigen Quellen zustimmen.“).

- Das Informationszeichen signalisiert hilfreiche Hinweise. Die Informationsmeldung unterstreicht den Tatbestand („Sie haben in den Einstellungen das Laden unsignierter ActiveX-Controls blockiert.“).
- Das Fragezeichen deutet auf ein Hilfethema, also einen Einstiegspunkt in das Hilfesystem, hin.

Einige Meldungen können – je nach Schwerpunkt und Formulierung – sowohl als Fehler, als Warnung oder als Information ausgedrückt werden (siehe oben). Am besten geeignet ist in diesen Fällen diejenige Kategorie, welche dem Benutzer die notwendigen Informationen an die Hand gibt, um reagieren zu können. Normalerweise ist eine Fehlermeldung erforderlich, wenn ein Problem den Besucher am Weiterarbeiten hindert und eine Warnmeldung, wenn der Besucher trotz des Problems mit seiner Tätigkeit fortfahren kann.

Eine detaillierte Darstellung des konsistenten Einsatzes der vier Standardsymbole in den unterschiedlichen Formen von Meldungen (Dialog- und Meldungsfenster, Sprechblasen, Vor-Ort-Meldungen (insbesondere in Formularen), Statusmeldungen und Anzeigen) mit einer Vielzahl von Beispielen findet sich auf den Entwicklerseiten von Microsoft.

Eine Aktion in einem interaktiven System sollte also grundsätzlich ein Feedback hervorrufen, aber die Applikation sollte den Benutzer nicht mit Meldungen und Hinweisen überschütten, die ihn von seiner eigentlichen Aufgabe ablenken. Viele Hinweise des Systems sind gerade für erfahrene Anwender lästig, wenn sie weggeklickt werden müssen. Deshalb ist kritisch zu hinterfragen, welche Meldungen wirklich ein eigenes Fenster erfordern und welche sich besser in einer Statuszeile oder auf andere Art anzeigen lassen. In der Webapplikation GoWebspace bspw. führt der Aufruf eines bereits geöffneten Fensters statt zu einem Meldungsfenster dazu, dass sich das betreffende Fenster kurz bewegt und so die Aufmerksamkeit auf die richtige Stelle lenkt (Abb. 7.130). Das ist eine effiziente und intuitiv verständliche, aber leider nicht BITV-konforme Art der Rückmeldung.

Bei unkritischen Meldungen können User auch über eine Checkbox die Möglichkeit eingeräumt bekommen, die weitere Anzeige dieser Meldung zu unterbinden (Abb. 7.131).

7.4.14 Hilfe

Online-Hilfen stellen zusätzliche Information zur Benutzerführung bereit, welche über die im vorherigen Kapitel beschriebenen Meldungen hinausgehen. Sie helfen dem Benutzer bei der Fertigstellung seiner Tätigkeit, falls Probleme auftreten, erläutern grundlegende Konzepte und bieten zusätzliche technische Details an, die sich auf der Anwendungsoberfläche nicht darstellen lassen.

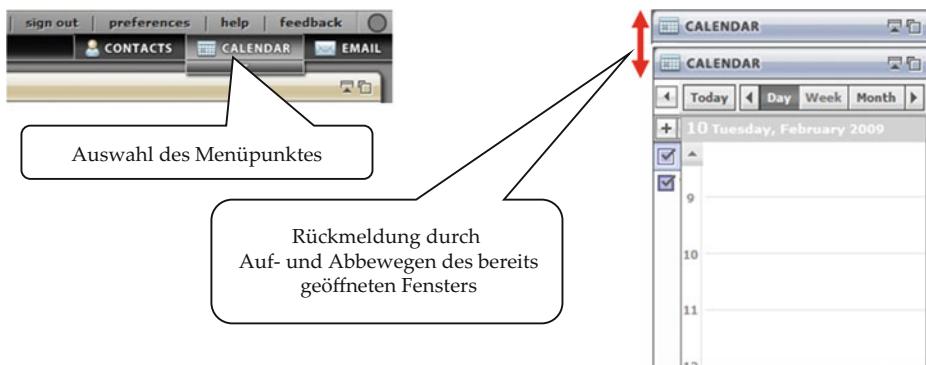


Abb. 7.130 Beispiel für Selbstbeschreibungsfähigkeit durch Bewegung

- Dieses Dialogelement nicht mehr anzeigen. (Die Einstellung kann unter dem Menüpunkt Extras später geändert werden)

Abb. 7.131 Beispiel für das Abschalten von Meldungen

Sie sind nicht dazu gedacht, Probleme zu beheben, die aus einem schlecht gestalteten User Interface erwachsen. Einfache Applikationen mit einer durchdachten Oberfläche, eindeutigen Dialogmeldungen, gut geschriebenen Assistenzprogrammen und Fehlermeldungen mit dem Vokabular des Benutzers kommen sogar ohne Hilfesystem aus.

Wenn ein Hilfesystem erforderlich ist, sollte es ein integraler Bestandteil des User Interfaces sein. Das bedeutet nicht nur, dass rechts oben auf jeder Seite ein Hilfe-Icon mit einem Fragezeichen-Symbol platziert ist und sich die Hilfe auch über die „F1“-Taste aufrufen lässt. Vielmehr geht es darum, die Störung des Benutzers bei der Erledigung seiner Aufgaben so weit wie möglich zu minimieren, indem man zunächst versucht vorherzusehen, an welchen Stellen Probleme auftauchen könnten und dort direkt auf der Oberfläche grundlegende Hilfestellungen einbaut, um deren Entstehen zu vermeiden (Abb. 7.132).

Sollte dennoch eine detaillierte Hilfe nötig sein, ermöglichen deutlich erkennbare und klar gestaltete Einstiegspunkte den kontextsensitiven Abruf von lösungsorientierten Anleitungen aus der Hilfebibliothek. Diese können dann auch auf Lerneinheiten in Tutorials verweisen, falls Besucher sich über grundlegende Zusammenhänge oder alternative Vorgehensweisen informieren möchten.

Hilfestellungen können nicht nur auf Anforderung (passive Hilfe), sondern auch durch das Systems initiiert (aktive Hilfe) erscheinen, z. B. nachdem das System eine bestimmte Zeitspanne auf eine Benutzereingabe gewartet hat oder mehrfach nacheinander die gleiche fehlerhafte Eingabe aufgetreten ist (Abb. 7.133). Sowohl bei benutzerinitiierten als auch bei systeminitiierten Hilfen ist es wichtig, dass die Hilfefunktion beendet bzw. deaktiviert und ggf. auch wiederhergestellt werden kann (siehe Abb. 7.131).

Falsch
Geben Sie ein sicheres Passwort ein:

 Was ist ein sicheres Passwort?

Richtig
Geben Sie ein sicheres Passwort ein:

 Ein sicheres Passwort besteht aus mindestens sechs unterschiedlichen Groß- und Kleinbuchstaben, Ziffern und Symbolen.

Besser
Geben Sie ein sicheres Passwort ein:

 Ein sicheres Passwort besteht aus mindestens sechs unterschiedlichen Groß- und Kleinbuchstaben, Ziffern und Symbolen. [Mehr Informationen](#).

Abb. 7.132 Beispiel für präventive Hilfe

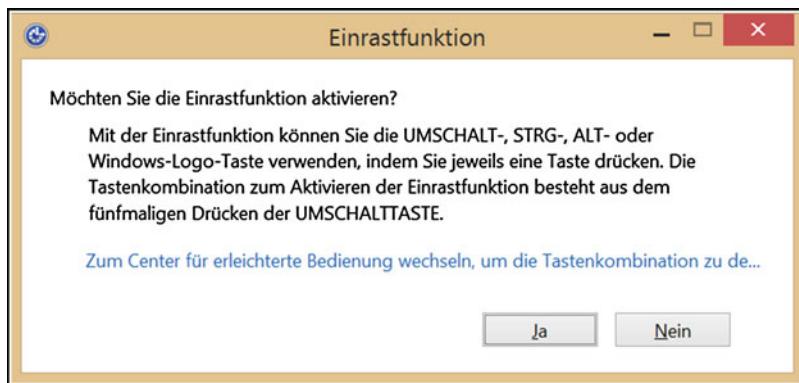


Abb. 7.133 Beispiel für aktive Hilfe in MS Windows 8.1

In welchem Umfang und welcher Form Hilfe anzubieten ist, hängt neben der Qualität der Anwendungsoberfläche und der Komplexität des Programms vor allem von der Zielgruppe (Gelegenheitsbenutzer, die mit Standardfunktionalität zufrieden sind, oder Spezialisten, welche die Möglichkeiten der Applikation ausreizen wollen) und ihrer Motivation (Erledigung von Aufgaben oder Verstehen der zugrunde liegenden Konzepte und Erlernen alternativer Vorgehensweisen) ab.

Bei der Gestaltung der Hilfetexte ist darauf zu achten, dass der Inhalt relevant und lösungsorientiert, die Formulierungen in der täglichen Sprache des Benutzers und nicht in einem Fachjargon abgefasst, sowie die Struktur des Inhalts leicht zu überfliegen ist.

Eine detaillierte Darstellung findet sich wiederum auf den Entwicklerseiten von Microsoft.

7.4.15 Anbieterkennzeichnung

Die Anforderungen an die Anbieterkennzeichnung regeln das Telemediengesetz (TMG) und der Staatsvertrag über Rundfunk und Telemedien (Rundfunkstaatsvertrag, RStV).

Generell unterliegen alle Internetpräsenzen der Pflicht zur Anbieterkennzeichnung, es sei denn, das Angebot dient ausschließlich persönlichen oder familiären Zwecken (§ 55 I RStV) und ist auch nur dieser geschlossenen Benutzergruppe (z. B. durch Passwortschutz) zugänglich.

Verstöße gegen die Anbieterkennzeichnung gemäß § 5 TMG, ob vorsätzlich oder fahrlässig, stellen Ordnungswidrigkeit dar, die mit einem Bußgeld von bis zu 50.000 EUR geahndet werden können. Darüber hinaus drohen Unterlassungsklagen zum Schutz der Kollektivinteressen der Verbraucher und evtl. kostenpflichtige Abmahnungen von Mitbewerbern.

Der **eingeschränkten Impressumspflicht nach § 55 I RStV** unterliegen Anbieter von Webauftritten, die nicht ausschließlich persönlichen oder familiären Zwecken dienen, aber auch nicht geschäftsmäßig tätig sind und keine Werbeeinnahmen mit der Website generieren. In diesen seltenen Ausnahmefällen ist die Angabe von Namen und ladungsfähiger Anschrift sowie bei juristischen Personen auch Namen und Anschrift des Vertretungsberechtigten ausreichend.

Deutlich mehr Angaben sind zur **Anbieterkennzeichnung nach § 5 TMG** erforderlich. Ihnen unterliegen Anbieter geschäftsmäßiger, i. d. R. gegen Entgelt angebotener Telemedien. Dazu reicht es schon aus, dass der Webauftritt Werbeeinnahmen generiert oder Dienste kostenlos anbietet, die im Allgemeinen nur kostenpflichtig erbracht werden. Die Pflichtangaben umfassen:

1. *den Namen (Vor- und Nachname) und die Anschrift (Postfachadresse reicht nicht aus), unter der sie niedergelassen sind, bei juristischen Personen zusätzlich die Rechtsform (vollständige und korrekte Firmierung), den Vertretungsberechtigten (Prokurist, Geschäftsführer oder ähnlich Bevollmächtigte; auch bei Personengesellschaften wie z. B. Gesellschaften bürgerlichen Rechts erforderlich) und, sofern Angaben über das Kapital der Gesellschaft gemacht werden, das Stamm- oder Grundkapital sowie, wenn nicht alle in Geld zu leistenden Einlagen eingezahlt sind, der Gesamtbetrag der ausstehenden Einlagen.*
2. *Angaben, die eine schnelle elektronische Kontaktaufnahme und unmittelbare Kommunikation mit dem Anbieter ermöglichen, einschließlich der Adresse der elektronischen Post* (wegen der Forderung nach Unmittelbarkeit ist am besten auch die Telefonnummer anzugeben).
3. *Angaben zur zuständigen Aufsichtsbehörde, soweit der Teledienst im Rahmen einer Tätigkeit angeboten oder erbracht wird, die der behördlichen Zulassung bedarf* (z. B. auf Grund von Bestimmungen der Gewerbeordnung).
4. *Angabe des Handelsregisters, Vereinsregisters, Partnerschaftsregisters oder Genossenschaftsregisters, in das die Anbieter eingetragen sind, und die entsprechende Registernummer* (bzw. das ausländische Gesellschaftsregister und die Registernummer bei Anbietern, die in Deutschland tätig, aber im Ausland registriert sind).

5. soweit der Teledienst in Ausübung eines Berufs im Sinne von Artikel 1 Buchstabe d der Richtlinie 89/48/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 über eine allgemeine Regelung zur Anerkennung der Hochschuldiplome, die eine mindestens 3-jährige Berufsausbildung abschließen (ABl. EG Nr. L 19 S. 16), oder im Sinne von Artikel 1 Buchstabe f der Richtlinie 92/51/EWG des Rates vom 18. Juni 1992 über eine zweite allgemeine Regelung zur Anerkennung beruflicher Befähigungsnachweise in Ergänzung zur Richtlinie 89/48/EWG (ABl. EG Nr. L 209 S. 25), die zuletzt durch die Richtlinie 97/38/EG der Kommission vom 20. Juni 1997 (ABl. EG Nr. 184 S. 31) geändert worden ist, angeboten oder erbracht wird (also i.d.R. die Vertreter der freien Berufe wie Architekten, Ärzte und Zahnärzte, Rechtsanwälte, Steuerberater), Angaben über a) die Kammer, welcher die Diensteanbieter angehören, b) die gesetzliche Berufsbezeichnung und den Staat, in dem die Berufsbezeichnung verliehen worden ist, c) die Bezeichnung der berufsrechtlichen Regelungen und dazu, wie diese zugänglich sind,
6. in Fällen, in denen sie eine Umsatzsteueridentifikationsnummer (USt-ID-Nr. nach § 27a des Umsatzsteuergesetzes) oder eine Wirtschafts-Identifikationsnummer nach § 139c der Abgabenordnung besitzen, die Angabe dieser Nummer (nicht aber die persönliche Steuernummer)
7. bei Aktiengesellschaften, Kommanditgesellschaften auf Aktien und Gesellschaften mit beschränkter Haftung, die sich in Abwicklung oder Liquidation befinden, die Angabe hierüber.

In der Mehrzahl aller Fälle werden also wohl die Punkte 1, 2, 4 und 6 zu beachten sein.

Auch für Anbieter mit journalistisch-redaktionell gestalteten Angeboten, in denen insbesondere vollständig oder teilweise Inhalte periodischer Druckerzeugnisse in Text und Bild wiedergegeben werden (u.U. könnte auch ein Blog in diese Kategorie fallen), gelten über die **erweiterte Impressumspflicht nach § 55 II RStV** die Anforderungen des § 5 TMG an die Anbieterkennzeichnung. Zusätzlich haben sie einen Verantwortlichen mit Angabe des Namens und der Anschrift zu benennen. Werden mehrere Verantwortliche benannt, so ist kenntlich zu machen, für welchen Teil des Dienstes der jeweils Benannte verantwortlich ist. Als Verantwortlicher darf nur benannt werden, wer

1. seinen ständigen Aufenthalt im Inland hat,
2. nicht infolge Richterspruchs die Fähigkeit zur Bekleidung öffentlicher Ämter verloren hat,
3. voll geschäftsfähig ist und
4. unbeschränkt strafrechtlich verfolgt werden kann.

Die Informationen über den Anbieter müssen

- leicht erkennbar (also i.d.R. über ein mit „Impressum“, „Anbieterkennzeichnung“ oder „Kontakt“ bezeichnetes separates Element auf der obersten Navigationsebene verlinkt sein, welches ohne Scrollen sofort sichtbar ist),
- unmittelbar erreichbar (d.h. von jeder Stelle aus mit maximal zwei Klicks) und
- ständig verfügbar sein (d.h. in der gleichen Sprache wie das Angebot verfasst sowie barrierefrei i. S. d. BITV (siehe Kap. 3) gestaltet und ausdruckbar).

Zusätzliche Informationspflichten, wie etwa bezüglich wesentlicher Merkmale des Angebots und der Preisauszeichnung, der Art, wie der Vertrag zustande kommt, oder Widerrufs- und Rückgaberechte, können sich aus anderen Rechtsvorschriften ergeben, z.B. aus dem Bürgerlichen Gesetzbuch (insbesondere § 312 BGB) bzw. der BGB-Informationspflichten-Verordnung (BGB-InfoV).

Über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus bietet die Seite mit der Anbieterkennzeichnung auch die Chance, Unsicherheiten beim Besucher zu verringern und Vertrauen zu bilden, etwa durch das Angebot zur Kontaktaufnahme auf persönlicheren Wegen. In Frage kommen z.B. eine kostenlose Hotline-Nummer, die Möglichkeit, eine Telefonnummer und Uhrzeit für einen Rückruf zu hinterlassen oder eine Einladung zum Video-Chat.

7.5 Auswahl von Content-Management-Systemen und Frameworks

Nachdem die Anforderungen an die künftige Applikation definiert sind, kann die Auswahl von Content-Management-Systemen (CMS) und Frameworks für die Umsetzung erfolgen. Gerade in der Web-Entwicklung bietet es sich oftmals an, Free Software oder Open Source Software an Stelle von kommerziellen Produkten mit stark einschränkenden Lizenzen und geheimen Quellcodes einzusetzen.

Free Software (freie Software) gibt den Endbenutzern explizit die Freiheiten, das Programm zu jedem Zweck auszuführen, zu untersuchen und zu verändern, zu verbreiten sowie zu verbessern und diese Verbesserungen zu verbreiten, um damit einen Nutzen für die Gemeinschaft zu erzeugen. Damit ist automatisch auch der Zugang zum Quelltext gewährt. Auch wenn freie Software in aller Regel kostenlos angeboten wird, gehört zu den eingeräumten Rechten im Prinzip auch, die Software kommerziell weiterentwickeln und vertreiben zu dürfen.

Um zu verhindern, dass Dritte das Recht zum Verändern der Software nutzen, um die Freiheit der Endbenutzer einzuschränken (etwa durch Einbringen proprietärer Inhalte), zwingen die meisten Lizenzen für freie Software alle weiteren Autoren aber dazu, das Programm mit all seinen Änderungen wieder unter die ursprüngliche Lizenz zu stellen (»Copyleft«- bzw. »share alike«- Regelung). „Copyleft“ ist eine Anspielung auf den Begriff „Copyright“ und signalisiert, dass diese Software den Empfängern das Recht auf Kopien überlässt.

Derzeit ist die 1989 veröffentlichte GNU General Public License (GNU GPL) der gebräuchlichste Lizenztyp für freie Software. Die GPL berechtigt jeden, eine derart lizenzierte Software für jeden Zweck (also auch kommerziell) zu nutzen, Kopien zu verteilen, die Arbeitsweise des Programms zu studieren und das Programm eigenen

Bedürfnissen anzupassen. Eine Veröffentlichung abgeleiteter Software (die kein Zwang ist) muss unter gleichen Lizenzbedingungen erfolgen, Lizenzgebühren sind nicht gestattet, und der Quellcode muss mit ausgeliefert oder dem Empfänger des Programms auf Anfrage zum Selbstkostenpreis zur Verfügung gestellt werden. Unter GPL lizenzierte Werke dürfen nicht mit Werken in der Public Domain verwechselt werden, da der Autor seine Urheberrechte behält, soweit er im Rahmen der Lizenz nicht explizit darauf verzichtet.

Bei der Lizenzvariante Lesser GPL (LGPL) darf Software ihre eigene Lizenzform beibehalten, wenn derartig lizenzierte Programme nur extern eingebunden werden. Die LGPL eignet sich daher vor allem für Modulbibliotheken, die auch von proprietärer Software genutzt werden sollen. Für Content besonders geeignet ist die GNU-Lizenz für freie Dokumentation (GNU Free Documentation License, GNU FDL bzw. GFDL), deren Lizenzbedingungen u.a. zur Nennung der Autorennamen verpflichten.

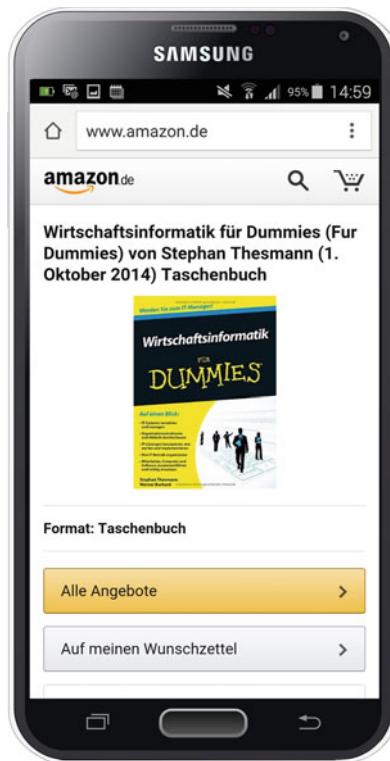
Hinter **Open Source Software (quelloffene Software)** steht im Gegensatz zur freien Software nicht die Motivation, Rechte für Benutzer zu garantieren, sondern die Überzeugung, dass Open Source Projekte zu besserer und preisgünstigerer Software führen als proprietäre Softwareentwicklung. Die Konsequenzen für Sie als Benutzer sind aber sehr ähnlich. Auch bei Open Source Software erhalten Sie den zu Grunde liegenden Quellcode in einer für den Menschen lesbaren und verständlichen Form und können diesen untersuchen und verändern. Die Lizenzen sind kostenlos und es gibt keine Nutzungsbeschränkungen: Sie dürfen die Software also nach Belieben nutzen, kopieren und verbreiten.

Ein Standard, an dem sich Lizenzen messen lassen, ist die Open Source Definition (OSD). Auf der Webseite der Open Source Initiative finden Sie eine Liste anerkannter Open Source Lizenzen. Bekannte Vertreter sind u.a. die Berkeley Software Distribution (BSD)-Lizenzen, die fordern, den Copyright-Vermerk des Originalprogramms beizubehalten und im Gegensatz zur GPL kein Copyleft enthalten.

Beispiele für nicht kommerzielle CMS sind Typo3, Contao (ehem. Typo3 light), Wordpress, Drupal, Joomla und Redaxo. Aktuelle Übersichten und Werkzeuge zur detaillierten Auswahl eines geeigneten CMS finden sich im Netz.

UI-Toolkits und Frameworks wie z.B. AngularJS, Bootstrap UI Kits, Java Server Faces, Google Web Toolkit und Yahoo! User Interface Library, ermöglichen eine individuellere Gestaltung der Applikation und ein höheres Maß an Responsivität. So lassen sich u.a. die Darstellung und die Dialoggestaltung für mobile Endgeräte anpassen, da diese einerseits die üblichen Darstellungs- und Eingabemöglichkeiten (z. B. kleinerer Viewport, keine Maus) limitieren können, aber andererseits zusätzliche Möglichkeiten der Mensch-Computer-Interaktion standardmäßig anbieten (z. B. Sprachsteuerung und berührungssensitive Bildschirme mit „Multi-Touch“). Abb. 7.134 zeigt als Beispiel die mobile Version von www.amazon.de. Eine Übersicht, welche Gesten bei den unterschiedlichen Betriebssystemen welche Aktionen auslösen, finden Sie in Abschn. 7.4.12.10.

Abb. 7.134 Beispiel für mobile Webanwendungen



Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten mobile Applikationen zu entwickeln, nämlich native Apps, responsive Apps und Cross-Platform Apps.

Native Apps sind für das jeweilige Betriebssystem des designierten Endgeräts programmiert und werden über die App Stores der verschiedenen Plattformen vertrieben. Native Frameworks und zugehörige Programmiersprachen sind iPhone SDK (Objective C), Android SDK (Java) und Windows Phone SDK (.NET, C#, Visual Basic). Zu den wichtigsten Vorteilen nativer Apps zählen:

- Sie können auf Betriebssystemfunktionen (z. B. Dateisystem), andere Applikationen (z. B. Kalender) und Hardwarekomponenten (z. B. Sensoren) zugreifen. Dadurch lässt sich eine weitergehende Funktionalität und eine bessere User Experience als bei responsive Apps realisieren.
- Sie können Daten lokal speichern und sind auch offline (zumindest mit eingeschränkter Funktionalität) verfügbar.
- Durch Optimierung auf ein Betriebssystem und lokaler Datenhaltung haben sie besonders bei rechenintensiven Anwendungen eine bessere Performance.

Einige der bedeutendsten Nachteile native Apps sind:

- Eine native App muss für jedes Betriebssystem zumindest in Teilen erneut programmiert und kompiliert werden. Dies erfordert Kompetenz im Umgang mit deren nativen Frameworks und Programmiersprachen und es entsteht ein erhöhter Aufwand für Entwicklung, Distribution und Wartung.
- Durch die Distribution über ein App Store-Oligopol stehen zwar Vertriebswege mit sehr großer Reichweite zur Verfügung, man ist an die Regeln und Richtlinien der Plattformen gebunden.
- Benutzer müssen die App vor dem Gebrauch und bei jeder neuen Programmversion zunächst herunterladen und installieren.

Bei **responsiven Apps (Web Apps)** handelt es sich um Websites, die für die Nutzung mit Smartphone bzw. Tablet optimiert sind. Sie nutzen Webtechnologien wie HTML5, CSS und JavaScript. Zu den wichtigsten Vorteilen responsiver Apps zählen:

- Sie sind auf allen Endgeräten und Betriebssystemen lauffähig, die über einen Webbrowser verfügen.
- Es existiert nur ein Programm. Da der Programmcode mit einer Entwicklungsumgebung geschrieben werden kann und die Anpassungen an unterschiedliche Browser sind i. d. R. geringfügig sind, ist der Entwicklungs-, Distributions- und Wartungsaufwand geringer als bei nativen Apps.
- Es ist kein Download und keine Installation auf dem Gerät notwendig. Dies ist benutzerfreundlicher als bei nativen Apps und ermöglicht dem Anbieter, jederzeitige und häufige Anpassungen vorzunehmen.

Einige der bedeutendsten Nachteile responsiver Apps sind:

- Die Applikation ist nur online verfügbar.
- Funktionalität, Performance und User Experience sind nicht so gut wie bei nativen Apps, da derzeit keine lokale Datenhaltung und nur sehr beschränkter Zugriff auf andere Applikationen und Hardwarekomponenten möglich ist.

Bei **Cross-Platform Apps** ist zwischen nativen und Web basierten Cross-Platform Apps (hybride Apps) zu unterscheiden. **Native Cross-Platform Apps** entstehen aus einer für alle Zielplattformen gemeinsamen Codebasis, etwa in C# oder JavaScript geschrieben, die Cross-Platform Frameworks, wie z. B. Xamarin und Appcelerator, anschließend in echte native Apps kompilieren.

Hybride Apps hingegen bestehen aus einer mittels Webtechnologien realisierten Anwendung, die nicht umgewandelt wird, sondern über eine Softwarebrücke auf die nativen UI Komponenten des jeweiligen Endgeräts zugreift (Abb. 7.135, TriggerIO 2016).

Abb. 7.135 Aufbau hybrider Apps



Frameworks, wie z. B. Adobe PhoneGap, Sencha Touch und Trigger.io, stellen eine native Hülle bereit und gestatten auf diese Weise, eine Anwendung mit reduziertem Kosten- und Zeitaufwand in Webtechnologien zu entwickeln und für verschiedene Plattformen anzupassen. Hybride Apps verbinden im Prinzip Vor- und Nachteile von nativen und responsiven Apps. Hervorzuheben ist, dass eine gemeinsame Entwicklung für alle Plattformen inklusive Zugriff auf einige Hardware- und Softwarekomponenten möglich ist. Andererseits sind die meisten Funktionen nur online verfügbar und die User Experience entspricht meist eher der einer responsiven als einer nativen App, da meist HTML und CSS zur Gestaltung des User Interface dienen. Mit Hilfe von UI-Frameworks, wie z. B. jQuery Mobile, Ionic und Framework 7, lässt sich allerdings ein ähnliches „Look and Feel“ erzielen. Eine Besonderheit hybrider Apps ist, dass Kombination aus Webtechnologien und einer zusätzlichen Softwareschicht vor allem bei rechenintensiven Anwendungen zu Performance-Problemen führen kann.

Es wird einen steigenden großen Bedarf an Anwendungen geben für mobile Geräte wie Smartphones und Wearables (Minicomputer, die am Körper getragen werden, wie etwa Armbänder, Uhren etc., und selbst oder über das mitgeführte Smartphone mit dem Internet verbunden sind). Daher werden viele Webanwendungen der nächsten Generation als Services implementiert und auch für diese Geräte optimiert sein. Blickt man weiter in die Zukunft, so sind neue Entwicklungen bei der Eingabe (z. B. Blickverfolgung, Interpretation

der Mimik oder sogar BCI (siehe Abb. 3.5) und Ausgabe (z. B. dreidimensionale Darstellungen)) zu erwarten, welche es in der Dialoggestaltung sinnvoll zu nutzen gilt und die Etablierung neuer Standards erfordert.

7.6 Machbarkeitsanalyse

Bevor das Drehbuch den Entscheidungsträgern vorgelegt wird, sollte die technische Umsetzbarkeit der geplanten Benutzungsoberfläche inklusive ihrer Medien und Interaktionsmöglichkeiten in der designierten Produktivumgebung (Server) sowie insbesondere in der antizipierten Zielumgebung (Clients) nochmals geprüft werden. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist die Aktualisierung des Datenmengengerüsts (siehe Kap. 6.6).

Je nach Anwendung muss die Überprüfung, ob die Konzeption auf den Produktiv- und Zielplattformen performant lauffähig sein wird, unterschiedlich tief erfolgen; ggf. sind leistungskritische Teile mittels Prototypen zu evaluieren. In der Regel sind folgende Komponenten auf ihre Leistungsfähigkeit zu überprüfen:

- Prozessor (Prozessortyp, Taktfrequenz, Instruktionsrate)
- Bus-System (Bustyp, Taktfrequenz, Busbreite)
- Arbeitsspeicher (Speichertyp, Kapazität, Zugriffszeit)
- Grafikkarte (Grafikprozessortyp sowie dessen Taktfrequenz und Instruktionsrate, Grafikspeichertyp sowie dessen Größe und Zugriffsgeschwindigkeit, Taktfrequenz des Digital-Analog-Wandlers (Random-Access-Memory Digital/Analog Converter, RAMDAC), Unterstützung von 3D-APIs (Direct X, Open GL), Schnittstelle zur Hauptplatine). Oft reicht auch die Beurteilung der Videoleistung (Bilder pro Sekunde) bei unterschiedlichen Auflösungen und Farbtiefen aus.)
- Audiokarte (Samptiefe, Samplefrequenz, Frequenzgang, Anzahl der Kanäle, Unterstützung von Ausgabestandards (z. B. Environmental Audio Extensions, EAX oder Digital Theater Systems, DTS) sowie Abschirmung gegen Störsignale)
- Speichermedien (Typ, Kapazität, Zugriffsgeschwindigkeit, Datenübertragungsrate lesend und schreibend)
- Betriebssystem und -erweiterungen (Hersteller, Typ, Version)
- Audio-/Videosoftware und Laufzeitumgebungen (A/V-Datenformate, Programmsteuerung, Datenbankzugriffe)
- Netzzugang (Datenübertragungsrate)

7.7 Projektmanagement

In der Feinkonzeptionsphase sind die Produktions- und Finanzplanung fortzuschreiben und auszuwerten. Sobald das Design der Benutzungsoberfläche feststeht, lassen sich die benötigten Assets genau bestimmen, und auf Basis der in Storyboard und

Interaktionsdiagramm dokumentierten Komplexität von Interaktion und Navigation kann der Aufwand für die Programmierung nun exakter prognostiziert werden.

Zunächst ist die Phasenorganisation (siehe Kap. 6.1) an den neuen Erkenntnisstand anzupassen sowie darauf aufbauend die Kalkulation (siehe Kap. 6.7) zu aktualisieren.

Die Kalkulation stellt die Daten für eine Auswertung der voraussichtlichen Kosten nach Phasen (Etatplan) und nach Kostenarten (Kostenübersicht) bereit. Typische **Kostenarten** in der Entwicklung sind

- Personalkosten, z. B. Gehälter inkl. Steuern und Abgaben für Projektmitarbeiter, Vergütungen für externe Berater,
- Produktionskosten, z. B. Werkverträge mit A/V-Studio bzw. Filmstudio, Honorare für Fotograf, Schauspieler, Sprecher u. Ä.
- Urheber- und Leistungsschutzvergütungen, z. B. GEMA-Gebühren,
- Kommunikations- und Reisekosten, z. B. Telefon, Fahrtkosten, Hotel,
- Kosten der IT-Nutzung, z. B. Computer, Modem, Kopierer, Fax, Software,
- allgemeine Infrastrukturstarkosten, z. B. Miete, Möbel, Strom, Wasser, Heizung, Versicherungen sowie
- Materialkosten, z. B. Papier, Büroartikel, Produktionsmaterial.

Im **Etatplan** wird der Einsatz der finanziellen Mittel in den einzelnen Produktionsteilen und -phasen budgetiert. Die regelmäßige Gegenüberstellung dieser Soll-Werte mit den tatsächlich entstandenen Kosten im Laufe des Projekts lässt Abweichungen von der Finanzplanung frühzeitig erkennen und ermöglicht es, ggf. Gegenmaßnahmen zu ergreifen.

Zu den entscheidungsrelevanten Informationen, welche das Projektmanagement dem Kunden bereitstellt, zählt außerdem ein **Wirtschaftlichkeitsnachweis**. Dazu werden die Werte der verfeinerten Aufwands- und Nutzenanalyse zu wenigen Kennzahlen verdichtet, wie Gewinnschwelle (Break-Even-Point) und Kapitalrendite (Return-On-Investment).

7.8 Fazit

Eine schematische **Übersicht** über die Zusammenhänge zwischen den Kernbestandteilen eines Drehbuchs zeigt Abb. 7.136.

Das **Storyboard** greift die Wireframes aus dem Rohdrehbuch auf und ergänzt sie um eine detaillierte Beschreibung der Bildschirmelemente und Medien sowie um Hinweise auf Dialoge, Interaktionen und Navigationsmöglichkeiten, die erforderlich sind, um Blatt für Blatt den (statischen) Inhalt des Themenbaums adäquat abzubilden und die Vorgaben des Überblickdiagramms zu erfüllen. Dadurch entsteht ein visuell-dynamisch aufbereiteter Entwurf des User Interfaces, der als **roter Faden** in der Produktion dient. Das Storyboard ist zwar ebenfalls kein verpflichtender Standard, hilft aber, frühzeitig Unstimmigkeiten, Widersprüche sowie Missverständnisse zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu vermeiden bzw. aufzudecken und zu klären und schützt als Bestandteil einer vertraglichen Vereinbarung beide Parteien. Die einzelnen Szenen

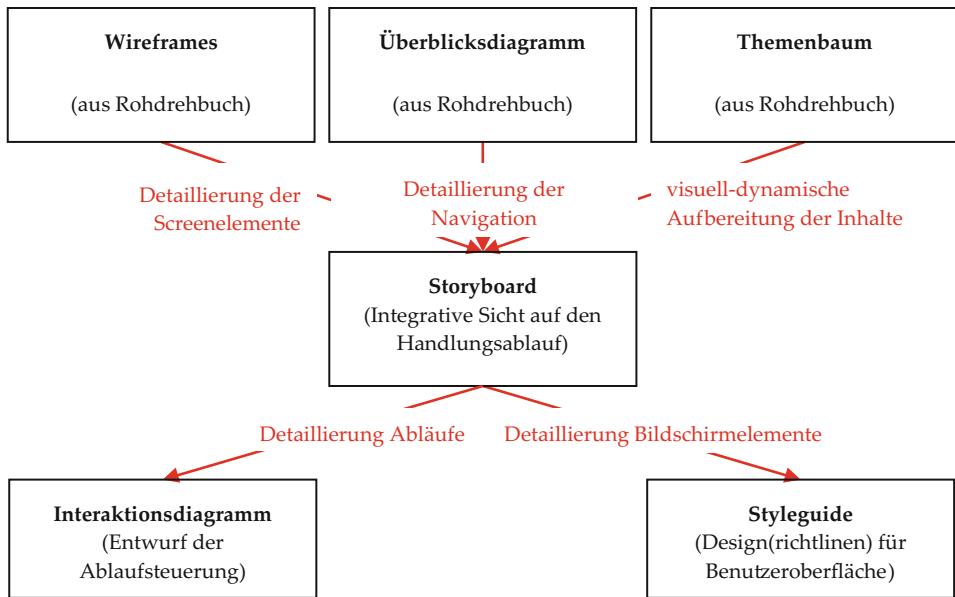


Abb. 7.136 Zusammenspiel der Kernelemente eines Drehbuchs

bzw. Screens des Storyboards stellen die Arbeitsgrundlage für das Interaktionsdiagramm und den Styleguide bereit und ermöglichen somit eine konsistente Projektdokumentation, welche für Programmierer, Grafiker, Audio- und Videospezialisten variiert. Dadurch ist es möglich, frühzeitig Vorgaben für Programmierung und Contenterstellung zu definieren, die eine Parallelisierung nachfolgender Arbeitsschritte und damit einen beschleunigten Projektfortgang erlauben.

Die aus dem Storyboard resultierenden logischen Zusammenhänge bildet das **Interaktionsdiagramm** ab, das durch eine **detaillierte Beschreibung der Abläufe** bei Dialogen, Interaktions- und Navigationsschritten einen wirklichkeitsgetreuen, logischen Entwurf der Ablaufsteuerung für die Realisierung bereitstellt. Speziell im Zusammenspiel mit dem Storyboard stellt es eine ideale Methode zur Gewährleistung einer für die späteren Benutzer überschaubaren und übersichtlichen Anwendung dar, denn „*wenn sich selbst die Entwickler nicht mehr darin zu Recht finden, wird es den Besuchern im Navigationsdschungel der Anwendung nicht anders ergehen*“ (Khazaeli et al. 2000, S. 68).

Der **Styleguide** detailliert die Realisierungsvorgaben des Storyboards vor allem im Hinblick auf die **Struktur, Erscheinung und Verhalten der Benutzungsoberfläche**. Er dokumentiert die Kernaussage und die zu vermittelnde Stimmung der Produktion und leitet davon die anzuwendende Farbkodierung sowie Vorgaben zu Sprachstil, Typografie und Bildsprache ab. Wireframes mit Bemaßungen geben die Seitenstruktur sowie Größe und Position der einzelnen Bildschirmelemente vor. Anzuwendende

Realisierungsprinzipien wie etwa Barrierefreiheit oder ausschließlicher Einsatz von Open-Source-Software runden den Styleguide ab.

Das Drehbuch ist also wiederum eine Sammlung von Einzeldokumenten. Seine Kernbestandteile sind die gegeneinander abgestimmten und auf Machbarkeit geprüften Elemente

- Storyboard,
- Interaktionsdiagramm und
- Styleguide.

Indem das Storyboard Szene für Szene und Sequenz für Sequenz den Ablauf am Bildschirm, die Navigations- und Interaktionsmöglichkeiten des Benutzers sowie den Medieneinsatz beschreibt, stellt es zusammen mit der Planung von Produktionsaktivitäten und Finanzen eine fundierte Entscheidungsgrundlage dar, ob mit der Realisierung wie geplant begonnen wird, Änderungen erforderlich sind oder das Projekt gestoppt wird. Styleguide und Interaktionsdiagramm hingegen bieten Mediendesignern und Softwareentwicklern präzise Vorgaben für die Realisierung.

7.9 Linkverzeichnis

Autoren-System Adobe Director <http://www.adobe.com/de/products/director>
Storyboard-Tool PowerProduction Storyboard Quick <http://www.storyboardartist.com>

Flussdiagramm-Software

Dia <http://live.gnome.org/Dia>

MS Visio <http://office.microsoft.com/de-de/visio>

Test- Software

Kontrasttests http://www.snook.ca/technical/colour_contrast/colour.html, http://www.rohschnitt.de/drag_queen.htm, <http://www.visionaustralia.org/digital-access-cca>

CSS-Test <http://juicystudio.com/services/css-test.php#csscheck>

Farbtests <http://colororacle.cartography.ch>, <http://www.vischeck.com>, <http://www.color.org/browsertest.xalter>

Test zur Überprüfung der Lesbarkeit <http://juicystudio.com/services/readability.php#readintro>

Test zur Überprüfung von Bildern <http://juicystudio.com/services/image.php>

Browsertests <http://browsershots.org>, <http://www.browserstack.com>

Cross-Browser Testwerkzeuge <http://ghostlab.vanamco.com>, <http://www.multibrowserviewer.com>,
<https://creative.adobe.com/de/products/inspect>

Browserstatistik <http://gs.statcounter.com>

Liste der Standardschrifarten http://www.w3schools.com/cssref/css_websafe_fonts.asp

Farbschemata

Sammlung von Generatoren für Farbschemata <http://www.kollermedia.at/archive/2007/04/11/list-of-25-online-color-scheme-generator>

Portale mit Farbschemata <http://www.colorschemer.com/schemes>, <http://www.colourlovers.com>

Filmmusik

Beispiel für die Analyse von Filmmusik http://www.hdm-stuttgart.de/~curdt/Sixth_Sense.pdf

Vertiefung zur Filmmusik <http://www.filmmusik.uni-kiel.de>

Aktionsbündnisses für barrierefreie Informationstechnik <http://www.wob11.de/gestaltungvonuntertitelnaudiobeschreibungenundtexttranskriptionen.html>

Einpassen von Videos in ein flexibles Layout mit Hilfe von von JavaScript <http://fitvidsjs.com/>

Standardwerbeformate

IAB <http://www.iab.net/guidelines/508676/508767/displayguidelines>, für Tablet/Smartphone <http://www.iab.net/guidelines/508676/508767/mobileguidelines>

OVK <http://www.ovk.de/index.php?id=3112&type=1>, für Tablet/Smartphone <http://www.werbeformen.de/ovk/ovk-de/werbeformen/digitale-werbefomen-mobile.html>

Studie zum Selbstverständnis von Themenbloggern und ihrem Verhältnis zum Journalismus https://www.dfvj.de/documents/10180/178294/DFJV_Studie_Das_Selbstverständnis_von_Themenbloggern.pdf

Feed-Spezifikationen

Atom <http://tools.ietf.org/html/rfc4287>

RSS <http://www.rssboard.org/rss-specification>

W3C Syntaxcheck für Atom und RSS <http://validator.w3.org/feed>

Webcontrolling-Software

Piwik <http://piwik.org>

Webalizer <http://www.webalizer.org>

Google Analytics <http://www.google.com/analytics>

etracker <http://www.etracker.com/de>

Open Source Icon-Bibliothek <http://openiconlibrary.sourceforge.net>

Pie Menus <http://www.art.net/~hopkins/Don/piemens/index.html>

Apple Human Interface Guidelines <https://developer.apple.com/library/mac/documentation/UserExperience/Conceptual/AppleHIGuidelines/UEGuidelines/UEGuidelines.html>

Gesten-Kontrolle

GMD GestureControl <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.goodmoodroid.gesture-control>

Android Gesten <http://developer.android.com/training/gestures/index.html>

Apple Gesten <http://support.apple.com/de-de/ht4721>

Windows Gesten [http://msdn.microsoft.com/de-de/library/windows/desktop/dd371585\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/de-de/library/windows/desktop/dd371585(v=vs.85).aspx)

Test zur Überprüfung der Ladezeiten <http://www.websiteoptimization.com/services/analyze>
Standardsymbole in Benutzerdialogen (Microsoft Richtlinien) <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn742488.aspx>

Gestaltung von Hilfetexten (Microsoft Richtlinien) <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dn742494.aspx>

Telemediengesetz <http://www.gesetze-im-internet.de/tmg>

Rundfunkstaatsvertrag http://www.die-medienanstalten.de/fileadmin/Download/Rechtsgrundlagen/Gesetze_aktuell/RStV_18.pdf

Gewerbeordnung <http://www.bundesrecht.juris.de/gewo>

Bürgerliches Gesetzbuch <http://www.gesetze-im-internet.de/bgb/>

BGB-Informationspflichten-Verordnung <http://www.gesetze-im-internet.de/bgb-infov>

Liste anerkannter Open Source Lizzenzen <http://opensource.org/licenses>

Content-Management-Systeme

Type3 <https://typo3.org>

Contao <https://contao.org>

Wordpress <https://de.wordpress.org>

Drupal <https://www.drupal.org>

Joomla <https://www.joomla.org>

Redaxo <http://www.redaxo.org>

UI-Toolkits und Frameworks für Web-Apps

AngularJS <https://angularjs.org>

Bootstrap UI Kits <https://bootstrapbay.com/blog/bootstrap-ui-kit>

Java Server Faces <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaseee/javaserverfaces-139869.html>

Google Web Toolkit <http://www.gwtproject.org>

Yahoo! User Interface Library <http://yuilibrary.com>

Apache Flex <http://flex.apache.org>

MS Silverlight <http://silverlight.net>

UI-Frameworks für mobile Apps

jQuery Mobile <https://jquerymobile.com>

Ionic <http://ionicframework.com>

Framework 7 <http://www.idangero.us/framework7>

Frameworks für native Apps

iOS SDK <https://developer.apple.com/ios/download>

Android SDK <http://developer.android.com/sdk/installing/index.html>

Windows Phone SDK <https://www.microsoft.com/de-de/download/details.aspx?id=35471>

Cross-Platform Frameworks für native Apps

Xamarin <https://xamarin.com>

Appcelerator [www.appcelerator.com](http://appcelerator.com)

Frameworks für hybride Apps

Adobe PhoneGap <http://phonegap.com>

Sencha Touch <https://www.sencha.com/products/touch>

Trigger.io <https://Trigger.io>

Literatur

Adler 1997. Adler, N. J., International Dimensions of Organizational Behavior, 3rd Ed., South-Western College Publishing, Cincinnati 1997.

Alby 2007. Alby, T., Web 2.0. Konzept, Anwendungen, Technologien, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München 2007.

Android 2016. O. V., Using Touch Gestures, Android Developer Platform (Hrsg.), URL: <http://developer.android.com/training/gestures/index.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

- ARD/ZDF 2015. O. V., ARD/ZDF-Onlinestudie 2015, ARD/ZDF (Hrsg.), URL: <http://www.ard-zdf-onlinestudie.de>, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- Astonmartin 2014. O. V., DB9 Coupe Configurator, Astonmartin Ltd. (Hrsg), URL: <http://www.astonmartin.com/de/konfigurieren>, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- Axalta 2014. O.V., Global Color Popularity Report 2014, Axalta Coating Systems (Hrsg.), URL: <http://www.axaltacs.com/content/dam/Corporate/Documents/Brochures/Axalta%202013%20Global%20Color%20Popularity%20Report.pdf>, letztmalig abgerufen am 12.12.2014.
- Baddeley 2000. Baddeley, A. D., The episodic buffer: A new component of working memory?, in: Trends in Cognitive Science 4 (2000) 11, S. 417ff.
- Barnetta et al. 2008. Barnetta, K. J., Finucanea, C., Asherd, J. E., Bargarya, G., Corvin, A. P., Newella, F. N., Mitchell, K. J., Familial patterns and the origins of individual differences in synesthesia, in: Cognition 102 (2008) 2, S. 871ff.
- Bartel 2003. Bartel, S., Farben im Webdesign, Springer Verlag, Berlin u. a. 2003.
- Behne 1998. Behne, K.-E., Zu einer Theorie der Wirkungslosigkeit von (Hintergrund-) Musik, in: Musikpsychologie, Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Musikpsychologie (1998) 13, S. 7ff.
- Böhringer et al. 2001. Böhringer, J., Bühler, P., Ziegler, P., Schlaich, H.-J., Kompendium der Mediengestaltung für Digital- und Printmedien, Springer Verlag, Berlin und Heidelberg 2001.
- Böhringer et al. 2006. Böhringer, J., Bühler, P., Schlaich, P., Kompendium der Mediengestaltung, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Aufl. für Digital- und Printmedien, Springer Verlag, Berlin und Heidelberg 2006.
- Bühler 2004. Bühler, P., MediaFarbe analog & digital, 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin u. a. 2004.
- Chiazzari 2007. Chiazzari, S., Farbe! Farbe! Farbe!: Mehr als 65000 Kombinationen zum Ausprobieren, 1. Aufl., Deutsche Verlags-Anstalt, München 2007.
- Condon/Yousef 1981. Condon, J. C., Yousef, F. S., An Introduction to Interculturals Communication, Bobbs-Merril, Indianapolis 1981.
- Domino 1989. Domino, G., Synesthesia and Creativity in Fine Arts Students: An Empirical Look, in: Creativity Research Journal, 2 (1989) 1–2, S. 17ff.
- Escher 1960. Escher, M. C., Ascending and Descending, Lithografie, URL: <http://www.mcescher.com/gallery/lithograph/ascending-and-descending>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Facebook 2016. O. V., Newsroom: Stats, Facebook (Hrsg.), URL: <http://newsroom.fb.com/company-info>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Frieling 2005. Frieling, H., Farbe hilft verkaufen: Farbenlehre und Farbenpsychologie für Handel und Werbung, 4. Aufl., Muster-Schmidt Verlag, Northeim 2005.
- Gembbris 2002. Gembbris, H., Wirkung von Musik – Musikpsychologische Forschungsergebnisse, in: Hofmann, G., Trübsbach, C. (Hrsg.), Mensch und Musik, Wißner, Augsburg 2002, S. 9ff.
- Goethe 1810. Goethe, J. W., Zur Farbenlehre, Abschrift Webseite von Johannes Onnenken, URL: http://www.farben-welten.de/uploads/media/zur_Farbenlehre.pdf, 22.01.2016.
- Gulbins/Kahrmann 2000. Gulbins, J., Kahrmann, C., Mut zur Typografie, Springer Verlag, Berlin u. a. 2000.
- Hall/Reed Hall 1990. Hall E. T., Reed Hall, M., Understanding Cultural Differences, Intercultural Press, Maine 1990.
- Heinecke 2004. Heinecke, A. M., Mensch-Computer-Interaktion, Carl Hanser Verlag, München u. a. 2004.
- Hofmann 2008. Hofmann, M., Modernes Webdesign: Gestaltungsprinzipien, Webstandards, Praxis, Galileo Press, Bonn 2008.
- Hofstede/Hofstede 2005. Hofstede, G., Hofstede G., J., Cultures and Organizations: Software of the Mind, Intercultural Cooperation and its Importance for Survival, McGraw-Hill, New York u. a. 2005.
- Holzinger 2001. Holzinger, A., Basiswissen Multimedia, Band 3: Design, 1. Aufl., Verlag Heinrich Vogel, Würzburg 2001.

- AB 2014. O.V., Interactive Video Ads Work, IAB (Hrsg.), URL: <http://www.iab.com/wp-content/uploads/2014/02/DigitalVideoRisingStarsInteractiveVideoAdsWork.pdf>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- IAB 2015a. O.V., IAB Display Advertising Guidelines, IAB (Hrsg.), URL: <http://www.iab.com/guidelines/iab-display-advertising-guidelines>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- IAB 2015b. O.V., Mobile Phone Creative Guidelines, IAB (Hrsg.), URL: <http://www.iab.com/guidelines/mobile-phone-creative-guidelines>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO 9241–110:2006. O. V., ISO 9241–110:2006, Ergonomics of human-system interaction -- Part 110: Dialogue principles, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38009, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Itten 2003. Itten, J., Kunst der Farbe, Otto Maier Verlag. Ravensburg 1961, Neuaufl. im Urania Verlag, Freiburg 2003.
- Janaszek 2007. Janaszek, R., Typographie, Layout & Schrift Online, URL: <http://www.typo-info.de>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Jarz 1997. Jarz, E., M., Entwicklung multimedialer Systeme. Planung von Lern- und Masseninformationssystemen, Gabler Verlag, Wiesbaden 1997.
- Keres 2001. Keres, P., Photo ID 010914-N-3995K-015, US Navy (Hrsg.), URL: http://www.navy.mil/view_image.asp?id=131, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Khazaeli et al. 2000. Khazaeli, C. D., Krefeld, G., Terstegge, C., Multimedia mit Director 8, Rowohlt Verlag, Reinbek 2000.
- Kitaoka 2016. Kitaoka, A., Akiyoshi's illusion pages, URL: <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/motion28e.html>, letztmalig abgerufen am 28.06.2016.
- Klassikstiftung Weimar 2011. O. V., Goethes Farbenlehre, Klassikstiftung Weimar (Hrsg.), URL: http://www.klassik-stiftung.de/fileadmin/user_upload/Sammlungen/Goethes_Sammlungen/Goethes_Farbenlehre.pdf, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Kluckhon/Strodtbeck 1961. Kluckhon, F. R., Strodtbeck, F. L., Variations and Value Orientations, Row. Peterson and Company, Evanston and Elmsford 1961.
- Kroeber-Riel, W., Bildkommunikation: Imagerystrategien für die Werbung, Verlag Franz Vahlen, München 1993.
- Kroeber-Riel, W., Meyer-Hentschel, G., Werbung: Steuerung des Konsumentenverhaltens, Physica Verlag, Würzburg und Wien 1982.
- Krüger 2003. Krüger, M., Die Temperaturwirkung von Farben in der bildenden Kunst -- Eine Suche nach den Ursprüngen und der Funktionsweise des Warm-Kalt-Kontrastes, Dissertation, Technische Universität Dresden 2003.
- Küppers 2009. Küppers, H., Küppers' Farbenlehre, URL: <http://kuepperscolor.farbaks.de/de/index.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Lackerbauer 2003. Lackerbauer, I., Handbuch für Online-Texte und Online-Redakteure, Springer Verlag, Berlin u. a. 2003.
- Lidwell et al. 2004. Lidwell, W., Holden, K., Butler, J., Design: Die 100 Prinzipien für erfolgreiche Gestaltung, Stiebner Verlag, München 2004.
- Lynch/Horton 1999. Lynch, P., Horton, S., Web Style Guide: Basic design principles for creating Web sites, Yale University Press, New Haven 1999.
- Merten 2008. Merten, O., Figur und Grund – Eine Beziehungsgeschichte, URL: <http://www.taeglich-ein-bild.de/component/content/article/68&Itemid=59>, letztmalig abgerufen am 21.04.2008.
- Microsoft 2016. O. V., Windows desktop applications Design Guidelines, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/windows/desktop/dn688964\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/windows/desktop/dn688964(v=vs.85).aspx), letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Münsterberg 1897. Münsterberg, H., Die verschobene Schachbrettfigur, in: Zeitschrift für Psychologie 15 (1897), S. 184–188.

- Müller 2000. Müller, K., Lernen im Dialog, Gestaltlinguistische Aspekte des Zweitspracherwerbs, Gunter Narr, Tübingen 2000.
- Müller/Gelbrich 2004. Müller, S., Gelbrich, K., Interkulturelles Marketing, Verlag Franz Vahlen, München 2004.
- Neibecker 1987. Neibecker, B., Werben mit Bildern, Marketing Journal 20 (1987), S. 356ff.
- Nielsen 2001. Nielsen, J., Designing Web Usability – Erfolg des Einfachen, 2. Aufl., Markt und Technik Verlag, München 2001.
- Nielsen 2006. Nielsen, J., Jakob Nielsen's Alertbox, April 17, 2006: F-Shaped Pattern For Reading Web Content, URL: <http://www.nngroup.com/articles/f-shaped-pattern-reading-web-content>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Noack 2005. Noack, S., Andere Länder, Andere Sitten: Interkulturelles WebDesign am Beispiel von Indien, Diplomarbeit, Pforzheim 2005.
- Oswald 2003. Oswald, M., Aspekte der Farbwahrnehmung, Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften, Weimar 2003.
- Outing/Ruel 2004. Outing, S., Ruel, L., The Best of Eyetrack III: What We Saw When We Looked Through Their Eyes, URL: <http://www.poynter.org/uncategorized/24963/eyetrack-iii-what-news-websites-look-like-through-readers-eyes>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- OVK 2015a. O. V., Werbeformen, OVK (Hrsg.), URL: <http://www.werbeformen.de/ovk/ovk-de/werbeformen/digitale-werbeformen.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- OVK 2015b. O. V., Digitale Werbeformen (Mobile), OVK (Hrsg.), URL: <http://www.werbeformen.de/ovk/ovk-de/werbeformen/digitale-werbeformen-mobile.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Parsons 1987. Parsons, T., in Mayhew, L. H. (Ed.): Talcott Parsons on Institutions and Social Evolutions: Selected Writings, University of Chicago Press, Chicago 1987.
- Perfetti/Landesman 2001. Perfetti, C., Landesman, L., The Truth About Download Time, User Interface Engineering (Hrsg.), URL: http://www.uie.com/articles/download_time, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Philippovich 1966. Von Philippovich, E., Kuriositäten/Antiquitäten, Verlag Klinkhardt & Biermann, Braunschweig 1966.
- Pixbay 2015. O. V., Pixbay (Hrsg.), URL: <https://pixabay.com/de/bezaubernd-baby-bad-decke-junge-20374>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Radtke et al. 2006. Radtke, S., Pisani, P., Wolters, W., Handbuch Visuelle Mediengestaltung, 3. Aufl., Cornelsen Verlag, Berlin 2006.
- Ricks 1999. Ricks, D. A., Blunders in International Business, 3rd Ed., Blackwell Publishing, Malden u. a. 1999.
- Runk 2006. Runk, C., Grundkurs Typografie und Layout, 1. Aufl. 2006 (korrigierter Nachdruck 2007), Galileo Press, Bonn 2006.
- Singh/Pereira 2004. The Culturally Customized Website: Customizing Websites for the Global Marketplace, Elsevier, Oxford 2004.
- Skopoc 2004. Skopoc, D., Layout digital, Rowohlt Verlag, Reinbek 2004.
- Stiller/Szymanski 2008. Stiller, J., Szymanski, K., Dynamic URLs vs. static URLs, Google Webmaster Central Blog vom 22.09.2008, URL: <http://googlewebmastercentral.blogspot.com/2008/09/dynamic-urls-vs-static-urls.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Straub 2003. Straub, K., Breadth vs. Depth – We Revisit this Question, in: UI Design Update Newsletter – April, 2003, URL: http://www.humanfactors.com/newsletters/breadth_vs_depth_we_revisit_this_question.asp, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Technorati 2013. O. V., Brand Digital Messaging: Going Social, Technorati (Hrsg.), URL: <http://technorati.com/report/2013-dir/brand-digital-messaging-going-social>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

- Thissen 2001. Thissen, F., Screen-Design-Handbuch: Effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia. 2., überarbeitete und erweiterte Aufl., Springer Verlag, Berlin u. a. 2001.
- Thissen 2003. Thissen, F., Kompendium Screen-Design, Springer Verlag, Berlin u. a. 2003.
- TriggerIO 2016. O. V., How Trigger.io works..., Trigger Corp. (Hrsg.), URL: <https://trigger.io/how-it-works>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Trompenaars/Hampden-Turner 2001. Trompenaars, F., Hampden-Turner, C. Riding the Waves of Culture: Understanding Cultural Diversity in Business, Nicholas Brealey Publishing, Naperville 2001.
- Tumblr 2016. O. V., Tumblr, URL: <https://www.tumblr.com/about>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Twitter 2016. O. V., Twitter Nutzung/Fakten zum Unternehmen, Twitter Inc. (Hrsg.), URL: <https://about.twitter.com/de/company>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Urbanek 1991. Urbanek, W., Software-Ergonomie und benutzerangemessene Auswahl von Werkzeugen bei der Dialoggestaltung, Verlag Walter de Gruyter, Berlin und New York 1991.
- Victor 1997. Victor, D., A., International Business Communication, Prentice Hall, New York 1997.
- von Ehrenfels 1937. von Ehrenfels, Christian Freiherr, Über Gestaltqualitäten, Erstveröffentlichung in Philosophia (Belgrad), 2, 1937, 139–141, URL: <http://gestalttheory.net/musicology/ehrenfels1932.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Wadhawan 2015. Wadhawan, J., Acht goldene Regeln für gute Radiowerbung, absatzwirtschaft (Hrsg.), URL: <http://www.absatzwirtschaft.de/acht-goldene-regeln-fuer-gute-radiowerbung-57525>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Weber 1990. Weber, E., Sehen, Gestalten und Fotografieren, Birkhäuser Verlag, Basel u. a. 1990.

Zusammenfassung

Multimediale Web-Anwendungen nutzen zur Informationsrepräsentation eine Vielzahl unterschiedlicher Medienobjekte: Texte, Bilder, Audio, Video und Animation. Dabei ist meist eine Kompression der Daten erforderlich, um Übertragungszeiten und Speicherbedarf in akzeptablen Grenzen zu halten, ohne die vom Benutzer wahrgenommene Darstellungsqualität zu deutlich einzuschränken. Dieses Kapitel stellt daher die einzelnen Dateiformate aus technischer Sicht vor.

Im Folgenden erfahren Sie,

- wie die häufig verwendeten Dateiformate aufgebaut sind und für welche Einsatzzwecke sie sich eignen,
- wie grundlegende Mechanismen der Datenkompression funktionieren und in den einzelnen Dateiformaten Anwendung finden und
- welche prinzipiellen Kriterien Sie bei der Auswahl von Softwaretools zur Bearbeitung der Assets anlegen können.

Medienobjekte können in unterschiedlichen Dateiformaten vorkommen, so kann ein Video z.B. als Apple Quicktime-, als Windows Media- oder auch als Adobe Shockwave-Datei angeboten werden. Das Dateiformat kann, muss aber nicht das Datenformat, also die Struktur, in der die Daten abgespeichert sind, vorgeben. Das Datenformat bestimmt u.a. die Qualität der gespeicherten Informationen, die Datenmenge und die Such- und Wiedergabemöglichkeiten. Deshalb sollen zunächst einige Grundlagen gelegt werden, bevor auf die Dateiformate für die einzelnen Medien eingegangen wird.

Digitale Daten sind diskrete Zeichen, die Informationen zum Zweck der Speicherung und Verarbeitung darstellen. Dabei kann es sich um einzelne Symbole, Zeichenketten oder deren Aggregationen in Form von Texten und Zahlen, Grafiken und Bildern, Audiodokumenten, Animationen, Videos etc. handeln. Daten sind immer in irgendeiner Form physikalisch vorhanden, sei es z. B. in Form von magnetisierten Punkten auf einem Festplattenspeicher oder als farbige Lichter in einer Lichtzeichenanlage. Daten werden benutzt, um abstrakte Informationen in einer Form darzustellen, in der sie von Menschen oder Maschinen verarbeitet (übertragen, gespeichert, verändert) werden können. Beispielweise wird im Straßenverkehr als Zeichen für die Information „Stopp“ ein rotes Licht in einer Ampel verwendet. In dieser Form sind die Daten für den Menschen wahrnehmbar und können interpretiert werden. Erst die Interpretation der Daten erzeugt aus dem roten Licht der Ampel wieder die Information „Stopp“ und das Wissen, vor der Ampel anhalten zu müssen.

Eine **Datei** ist eine definierte Menge logisch zusammengehörender Daten, die (z. B. durch einen bestimmten Dateinamen) eindeutig identifizierbar ist und in verarbeitbarer Form auf einem Datenträger bereitsteht bzw. sich gerade im Arbeitsspeicher des Computers befindet. Typische Beispiele sind mit einem Textverarbeitungsprogramm geschriebene Briefe, mit einer Digitalkamera aufgenommene Fotos oder mit einer Videokamera gedrehte Filme.

Ein Format definiert die Anordnung von Elementen. Ein **Daten- oder ein Dateiformat** gibt die Struktur bzw. Platzierung der einzelnen Datenelemente beim Speichern eines Datensatzes vor. Datenformat und Dateiformat sind keine Synonyme, denn Dateiformat und ein Datenformat müssen nicht unbedingt übereinstimmen. Einerseits kann ein bestimmtes Datenformat durchaus in verschiedenen Dateiformaten vorkommen. So gibt es mehrere Dateiformate, die Text in Form des American Standard Code of Information Interchange (ASCII) enthalten. Andererseits kann ein Dateiformat auch mehrere unterschiedliche Datenformate beherbergen, z. B. die Spuren für Video und Audio in einer Videodatei (Containerformate wie z. B. AudioVideoInterleaved (AVI), siehe Abschn. 8.4.1).

Zusätzlich zu den eigentlichen Nutzdaten beinhaltet das Dateiformat auch noch weitere für das Betriebssystem oder ein Anwendungssystem wichtige Informationen. Die innere logische Struktur der Daten in einer Datei zeigt beispielhaft die Abb. 8.1.

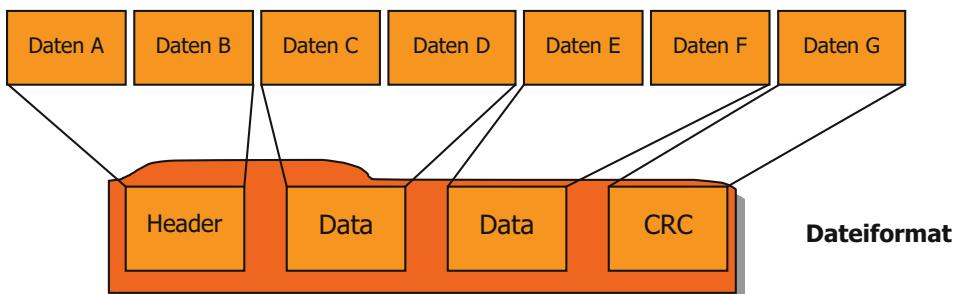


Abb. 8.1 Funktionale Darstellung des Dateiformates

Ein anschauliches Beispiel für ein Datenformat bietet das Telefonbuch. Die einzelnen Datenelemente (Attribute) eines Eintrags (Datensatzes) wie Vorname oder Nachname sind in einer bestimmten Struktur abgelegt, die dieses Datenformat kennzeichnet. Zuerst wird der Nachname, dann der Vorname gefolgt von der Straße mit Hausnummer und zuletzt die Telefonnummer vermerkt. Um den Datenträger (das Telefonbuch) nutzen zu können, muss man die Daten wahrnehmen (sehen) können, den Zeichensatz (das Alphabet) beherrschen (lesen können) und die Struktur (das „Telefonbuchformat“) interpretieren können.

Ähnlich verhält es sich bei elektronischen Daten. Beispielsweise sind die Daten auf einer CD oder DVD in einer physikalischen Form und einem Zeichensatz abgelegt, die von den meisten Rechnern verstanden werden. Ob eine bestimmte Software die Daten auf dem Datenträger lesen bzw. darstellen kann, hängt vor allem davon ab, ob das Format bekannt ist, in dem die Daten abgespeichert sind.

Viele Datenformate sind offene Standards, deren Struktur also öffentlich ist, sodass es im Prinzip jedermann möglich ist, ein Computerprogramm zu schreiben, das Daten in dieser Form einlesen oder schreiben kann. Andere Datenformate sind proprietär, d.h. dass ein Anwendungsprogramm ein eigenes Format benutzt, das meist nur von diesem Anwendungsprogramm bearbeitet werden kann.

Das Datenformat ist oft an der Dateiendung (Erweiterung des Dateinamens hinter dem letzten Punkt), auch Extension oder Suffix genannt, erkennbar. Beispielsweise signalisiert das Suffix einer Datei mit dem Namen „Anscreiben.docx“, dass es sich um ein Dokument im proprietären Dateiformat von MS Word handelt. Die MS Windows-Betriebssysteme nutzen diese Kennzeichnung zur Identifikation des zugehörigen Anwendungsprogramms. Auf diese Weise kann die zugeordnete Software automatisch geladen werden, wenn ein Benutzer eine Datei öffnen möchte. Eine Dateiendung gibt aber nicht zwangsläufig das richtige Dateiformat an. Beispielsweise ist es unter Windows durchaus möglich, eine Datei umzubenennen und sie (trotz Warnmeldung) mit einer anderen Endung zu versehen. Das Datenformat bleibt dabei erhalten, lediglich die Identifikation des Dateiformates ist für das Betriebssystem nicht mehr möglich und dadurch geht die Zuordnung zum richtigen Anwendungsprogramm verloren.

Bei anderen Betriebssystemen (z. B. Linux) ist es nicht notwendig, eine Datei mit einer Endung abzuspeichern. Hier wird die Information über das Format der Daten in der Datei selbst abgespeichert. Ein betriebssystemübergreifender Mechanismus zur Erkennung des Formates einer Datei sind die Multipurpose-Internet-Mail-Extensions (MIME), mit denen es möglich ist, Daten in beliebigen Formaten über das Internet in einer für den verwendeten Übertragungsweg sicheren Zeichenkodierung (Content-Transfer-Encoding) festzulegen und dabei zwischen Sender und Empfänger Informationen über den Typ der Daten auszutauschen (Content-Type-Feld, Internet-Media-Type).

Je nach Informationsart (z. B. Textnachricht, Foto, Lied) und Einsatzzweck (z. B. Archivierung, Bildschirmdarstellung, Druck) können Daten in unterschiedlichen Formaten vorliegen. Dabei unterscheidet man im Multimediacbereich an die Medienarten angelehnt fünf grundsätzliche Kategorien der Dateiformate: Text, Bild, Audio, Video und

Animation.^{1,2} Für ein Foto bspw. eignet sich die Kategorie Bild am besten. Der Einsatzzweck bestimmt dann, welches Dateiformat am besten geeignet ist. Soll das Foto z. B. über das Netz verschickt werden, kommt u. U. ein Dateiformat in Frage, das die Daten verlustbehaftet komprimiert, während für die Archivierung eher ein Dateiformat geeignet ist, bei dem sich die ursprünglichen Daten vollständig wiederherstellen lassen.

Bei der Wahl des Datenformats spielen also verschiedene Kriterien eine Rolle. Eine Gegenüberstellung der wichtigsten Datenformate anhand einiger markanter Eigenschaften leitet die Vorstellung der einzelnen Medienarten ein, gefolgt von ausführlicheren Beschreibungen der jeweils wichtigsten Formate. Das Kapitel schließt mit den Dokumentenbeschreibungsformaten, die oft sowohl als Text- wie auch als Bildformate eingesetzt werden. Eventuell eingesetzte Verfahren zur Datenkompression sind an dieser Stelle nur erwähnt und zusammenhängend im Abschn. 8.7 „Kompressionsverfahren“ erläutert.

8.1 Texte

Text gehört zusammen mit Bildern und Grafiken zu den statischen Daten. Nach der Verbreitung von Personalcomputern in den 1980er-Jahren waren Textverarbeitungsgrogramme die am meisten genutzten Anwendungen. Mit dem American Standard Code for Information Interchange (ASCII), welcher die Textzeichen eindeutig festlegte, verschwanden die bis dahin bestehenden Probleme, Texte mit anderen auszutauschen (Issing und Klimsa 2002, S. 187 f.).

Im Wesentlichen existieren in der Windows-Welt vier Textformate, die anschließend kurz erläutert werden (die Formate Postscript (PS) und Portable Document File (PDF) zählen zu den Dokumentenbeschreibungsformaten und sind daher in Abschn. 8.6 beschrieben).

Bei Textformaten ist das wichtigste Vergleichskriterium der Funktionsumfang. Je größer dieser ist, desto größer ist meist auch die Textdatei. Der Vergleich in Tab. 8.1 zeigt die Funktionen Attribute, strukturiertes Seitenlayout, Objekteinbindung, das Kodierungsschema, die ungefähre Dateigröße einer DIN A4-Textseite sowie beispielhaft die Kodierung des Textes „Hallo Welt!“ im jeweiligen Format.

Die nachfolgenden Formatbeschreibungen beinhalten zum Teil zusätzliche nennenswerte Eigenschaften der Textformate.

Für Textdaten kommen nur verlustfreie Kompressionsverfahren in Frage, wie etwa die Lauflängenkodierung (siehe Abschn. 8.7.2.1), die Huffman Codierung (siehe Abschn. 8.7.2.2) oder das LZW-Verfahren (siehe Abschn. 8.7.2.3), weil im Gegensatz zu Bildern, Audio oder Video nicht auf Daten verzichtet werden kann.

¹Eigentlich ist Bild eine Teilmenge von Video bzw. von Animation, und Text wiederum ein Spezialfall von Bild, da die Glyphen (Buchstaben-Bilder) letztlich aus Vektorgrafiken bestehen.

²Die Grenze zwischen Animation und Video verschwimmt immer stärker: Videos enthalten immer mehr generisch erzeugte Bildinformationen (z. B. Speialeffekte) und Animationen werden immer (foto-)realistischer.

Tab. 8.1 Vergleich der Textformate

	TXT	RTF	(La)TeX	DOCX	PS	PDF
Attribute	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Strukturiertes Seitenlayout	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Objektteinbindung	Nein (nur ASCII-Grafik)	Ja	Ja	Ja (EPS-Dateien)	Ja	Ja
Codierung	ASCII	ASCII	ASCII (DV1 binär)	XML, ZIP Kompression	ASCII	ASCII und binär
Dateigröße	ca. 5 KB	ca. 17 KB	ca. 5 KB (.tex) ca. 7 KB (.dvi)	ca. 22 KB	ca. 35 KB (von.dvi zu.pdf konvertiert)	
Beispiel	Hallo Welt!	{\rtf1\ansi\ansicpg1252\deff0\deflang1031{\fonttbl{\f0\fnil\fs20\Hallo Welt!\par}\viewkind4\uc1\pard\f0\fs20\Hallo Welt!\par}}	\documentclass[a4paper]{article} \begin{document} \textbf{Hallo Welt!} \end{document}	/Times-Roman findfont 48 scalefont setfont 100 100 moveto (Hallo Welt!) show showpage	[ca. 14 KB weitere Binärdaten]	%PDF-1.4 3 0 obj < /Length 3076/Filter/ FlateDecode>> stream [ASCII-Befehlssatz und Hallo Welt! als Binärdaten]

8.1.1 TXT

In dem Plain (engl. für einach) Text-Format wird nur der Text eines Dokumentes ohne weitere Textattribute wie Unterstreichungen, Fettdruck etc. gespeichert. Daher ist die Datenmenge im Vergleich zu anderen Formaten gering. Bei diesem Format werden die Daten meist in ASCII umgewandelt, einem Codierungsverfahren zur Darstellung von Groß- und Kleinbuchstaben, Ziffern, Sonder- und Steuerzeichen, das die meisten Betriebssysteme und Editoren interpretieren können. Textdateien, die in diesem Format gespeichert sind, erhalten gewöhnlich die „.txt“-Endung.

8.1.2 RTF

Das Rich Text-Format (RTF), das ursprünglich von Microsoft entwickelt wurde, erlaubt im Gegensatz zum Plain Text-Format – wie der Namensbestandteil „Rich“ schon andeutet – dass Informationen über Textformatierungen sowie Pixelgrafiken (siehe Abschn. 8.2) in einer Textdatei mit abgespeichert werden (Microsoft 2008). RTF ist offen und eignet sich daher besonders zum Austausch von Dokumenten, da die meisten Textverarbeitungsprogramme dieses Format unterstützen. RTF findet auch in der Windows-Zwischenablage Verwendung (Born 2001, S. 437). Textdateien, die in diesem Format gespeichert sind, erkennt man oft an der „.rtf“-Endung.

8.1.3 TeX/LaTeX

TeX (ausgesprochen „tech“) wurde von *Donald E. Knuth* entwickelt und ist ein Textsatzsystem, das für den Satz von Texten in hoher Qualität geeignet ist, in dem sehr viele mathematische Formeln enthalten sind (TUG 2016). TeX arbeitet mit zwei Dateiformaten: zum einen mit dem editierbaren Format für die Quelldokumente (Dateiendung „.tex“) und zum anderen mit einem kompilierten AusgabefORMAT namens „DeVice Independent“ (Dateiendung „.dvi“).

TeX besteht im Wesentlichen aus einem Interpreter, der aus „.tex“-Dateien geräteunabhängige „.dvi“-Dateien generiert, ca. 300 eingebauten Anweisungen (Primitives) und einem Werkzeug zur Definition eigener Makros. Die erzeugte Datei enthält die Positionierungsanweisungen für die einzelnen Dokumentenbestandteile, Verweise auf Schriften etc. in einem vom Ausgabegerät unabhängigen Format und muss daher für die Ansicht oder zum Druck noch in das Format des jeweiligen Ausgabegerätes umgewandelt werden.

LaTeX erweitert den Basisbefehlssatz des TeX-Interpreters um weitere Makros, z. B. verschiedene vordefinierte Dokumentklassen (Article, Book, Report, Letter, Slides) mit Strukturierungsmöglichkeiten wie Kapitel, Abschnitte und Möglichkeiten zur Querverreferenzierung sowie zur Erzeugung von Literatur- und Stichwortverzeichnissen.

8.1.4 Proprietäre Textformate

Außerdem gibt es eine Vielzahl von proprietären Formaten (Prioprietär, frz. für Eigentümer; hier: herstellerspezifisch. Gegensatz: offen), die oft an der Dateiendung erkennbar sind, wie z.B. bei MS Word („.docx“). Fast jedes Textverarbeitungsprogramm verwendet ein eigenes Datenformat, das meist inkompatibel zu anderen Programmen ist, da die Daten nicht nur im ASCII-Zeichensatz, sondern zusätzlich binär (d.h. die Werte „0“ und „1“) codiert sind. Ihr Vorteil liegt in vielfältigen Gestaltungs- und Automatisierungsoptionen. Die aktuellen MS Office Programmversionen setzen für die Datenspeicherung (mit dem ZIP-Verfahren komprimierte) XML-Dateien ein, was den plattform- und programmunabhängigen Austausch erleichtert. Wegen der Möglichkeit zur Einbettung von Makros bzw. Programmcode und ihrer weiten Verbreitung sind sie ein beliebtes Ziel für Virenangriffe. Als Standard für formulierte Texte, die der Benutzer herunterladen oder ausdrucken kann, gilt daher momentan das Portable Dokument File-Format (siehe Abschn. 8.6.2).

8.2 Bilder

Bei Grafikformaten sind andere Vergleichskriterien von Bedeutung als bei Textformaten, z. B. spielen die maximale Bildgröße und Farbtiefe eine wichtige Rolle sowie die Berücksichtigung der Transparenz (Durchsichtigkeit), die möglichen Kompressionsverfahren, die Browser-Unterstützung und die Dateigröße.

Für das Grundverständnis von Grafikformaten wird zunächst kurz die Grafikart, die Bildauflösung sowie die Farbtiefe erläutert. Eine grundlegende Unterscheidung bei den Bildformaten ergibt sich aus dem jeweiligen Konzept, nach dem die Bildinformationen beschrieben sind: als Vektorgrafik oder als Bitmapgrafik (auch Pixelgrafik oder Rastergrafik genannt). Die Metaformate wie das Windows Meta File (WMF) sind eine Mischform der Vektor- und Pixelformate. Auf proprietäre Metaformate geht diese Einführung allerdings nicht näher ein, da sie für einen plattformübergreifenden Einsatz wie in Webanwendungen wenig geeignet sind.

8.2.1 Vektorgrafik

Bei Vektorgrafiken werden nicht die Farbwerte einzelner Bildpunkte beschrieben, sondern die geometrischen Objekte, aus denen sich das Bild zusammensetzt (Abb. 8.2). Hierbei wird der Entstehungsprozess von einfachen geometrischen Objekten (Primitiven) sowie Kurven und Linien (Vektoren) so exakt definiert, dass sich daraus das gesamte Bild aufbauen lässt. Vektorgrafiken eignen sich daher vornehmlich für Bilder mit geometrischen Strukturen (wie z. B. technische Zeichnungen), denn bei natürlichen Bildern (wie z. B. eingescannten Fotos) besteht i. d. R. nur ein sehr geringer Anteil der Bildinformationen

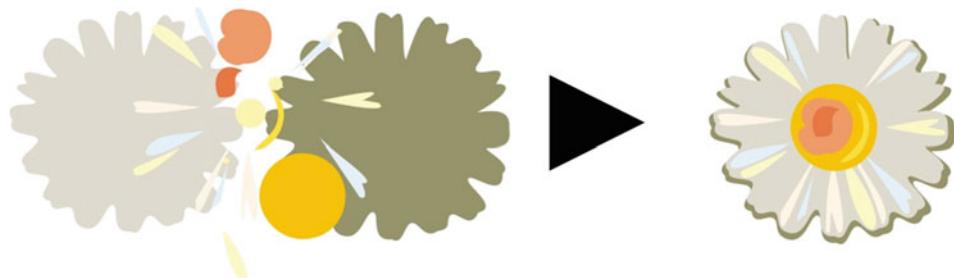


Abb. 8.2 Beispiel einer Vektorgrafik

aus exakten geometrischen Objekten wie Kreisen, Bögen oder Quadraten. Auch bei Vektor- oder Outline-Schriften (siehe Kap. 7.4.3.3) bestehen die einzelnen Glyphen (Buchstaben-Bilder) aus Primitiven und Vektoren. Die einzelnen Objekte einer Vektorgrafik werden mit Merkmalen wie Größe, Winkel, Position und Füllmuster beschrieben und erst zum Ausgabezeitpunkt in eine vom Ausgabegerät (Bildschirm, Drucker usw.) abhängige Bitmapdarstellung umgeformt.

Grundsätzliche Vorteile von Vektorgrafiken liegen in dem geringen Speicherplatzbedarf und der beliebigen, verlustfreien Skalierung. Allerdings sind sie, wie bereits gesagt, für natürliche Bilder wie Fotos ungeeignet, und da sie erst zum Ausgabezeitpunkt in eine vom Ausgabegerät abhängige Bitmapdarstellung transformiert werden, ist ihr Erscheinungsbild abhängig vom umwandelnden Filter, sodass eine identische Interpretation von Daten nicht gewährleistet ist.

Häufig verwendete Dateiformate dieses Grafiktyps sind Scalable Vector Graphics (SVG), (Encapsulated) PostScript (E)PS, Vector Markup Language (VML) und AutoCADs Drawing eXchange Format (DXF). Auch das HTML5-Tag <canvas> ermöglicht es, Zeichnungsbereiche zu definieren und diese mit Hilfe von Scriptsprachen (meist JavaScript) auszustalten.

8.2.2 Pixelgrafik

Bei der Pixelgrafik (auch Bitmapgrafik oder Rastergrafik genannt) ist das ganze Bild in ein Raster n Zeilen und m Spalten (die Bitmap) eingeteilt. Jede Schnittstelle dieses Rasters wird Bildpunkt (Pixel) genannt und ist die kleinste unterscheidbare Einheit eines Bildrasters. Auch bei Raster- oder Bitmapschriften (siehe Kap. 7.4.3.3) bestehen die einzelnen Glyphen aus solchen Bildpunkten. Die Abb. 8.3 zeigt beispielhaft eine solche Pixelgrafik.

Die **Bildauflösung** (Resolution) gibt die in einer Bilddatei vorhandene Anzahl horizontaler und vertikaler Bildpunkte und die Präzision des Farbwertes (Farbtiefe) der Bildpunkte an. Sie spielt bei der Formatauswahl deshalb eine so wichtige Rolle, weil sie Qualität und Dateigröße maßgeblich mitbestimmt und die meisten Formate nur eine begrenzte Bildgröße akzeptieren. Wie groß dieses Bild auf einem Endgerät angezeigt wird, hängt von dessen Pixeldichte ab.

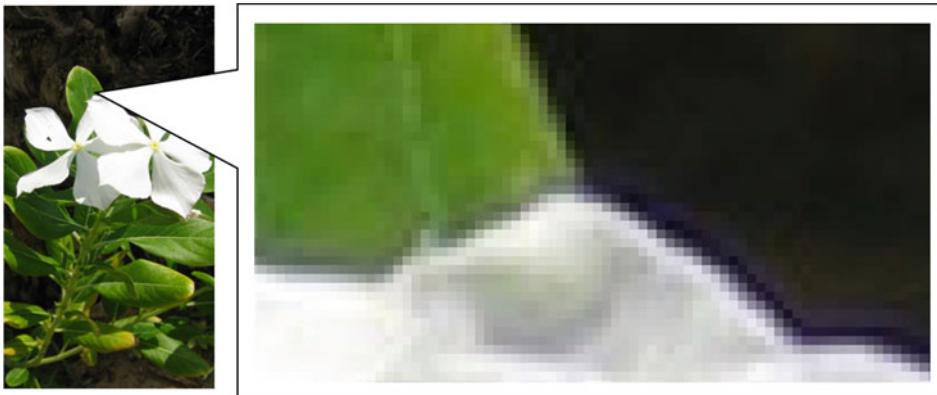


Abb. 8.3 Beispiel einer Rastergrafik

Die **Pixeldichte** gibt die Bildauflösung pro Fläche an und wird in Pixel per Inch (PPI) oder alternativ auch Dots per Inch (DPI) angegeben. So fordert eine Bildauflösung von 1920x1080 Pixeln (FullHD) auf dem 4 Zoll Monitor eines Smartphones eine Pixeldichte von ca. 550 PPI, während auf einem 40 Zoll Fernseher dafür nur 55 PPI notwendig sind. Je feiner dieses Anzeigeraster ist, desto größer ist die Anzahl der Pixel pro Flächeneinheit und umso kleiner wird der einzelne Pixel bei der Ausgabe dargestellt.

Für jeden Bildpunkt wird in der Pixelgrafik dessen Farbwert (bzw. Grauwert) gespeichert. Die maximale Anzahl unterschiedlicher Farben (**Farbtiefe**) in einer Pixelgrafik hängt davon ab, wie viele Bits für das Abspeichern der Farben eines Pixels zur Verfügung stehen. Hierbei werden Bilder prinzipiell unterschieden nach Schwarz-Weiß-Bild, Graustufenbild oder Farbbild.

Steht nur ein Bit pro Pixel zur Verfügung, kann jeder Bildpunkt nur eine von zwei definierten Farben annehmen. Die Pixel in monochromen Bildern haben i. d. R. die unbunten Farben Schwarz und Weiß.

Bei Graustufenbildern stehen meist 4 oder 8 Bit pro Bildpunkt zur Verfügung; damit sind maximal 16 bzw. 256 verschiedene Graustufen (Farbwerte) möglich. Bei Farbbildern mit einer Farbtiefe von 8 Bit wird pro Pixel i. d. R. nicht der Farbwert selbst, sondern ein Verweis in eine Farbpalette gespeichert. So können zwar weiterhin nur 256 Farben im Bild vorkommen, aber immerhin die individuell für dieses Bild „am besten geeigneten“ Farbnuancen.

Geht man bei Farbbildern von dem am meisten verwendeten RGB-Farbmodell (siehe Kap. 7.4.1.1) aus, das auf den drei Primärfarben Rot, Grün, Blau sowie ihren Kombinationen basiert, so reichen 8 Bit pro Primärfarbe und somit 24 Bit pro Pixel aus, um 16,7 Millionen unterschiedliche Farben darzustellen. Damit ist eine nahezu realistische Farbwiedergabe möglich. Bei den Farbkreisen in Abb. 8.4, die in den schwarzen Kreisen eine zweifache Vergrößerung darstellt, kann man hingegen besonders bei der 4-Bit-Kodierung die schlechte Qualität der Farbdarstellung deutlich erkennen (Assmann et al. 2002).

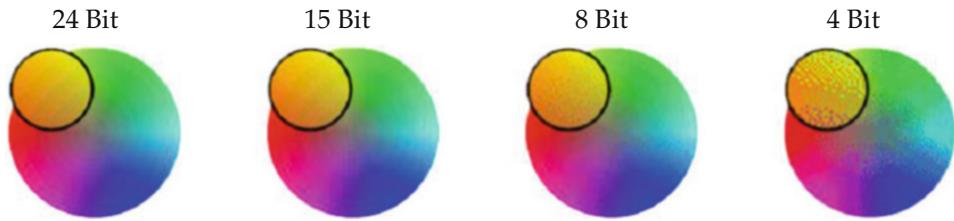


Abb. 8.4 Farbkreise mit unterschiedlicher Farbtiefe

Die größten Vorteile von Pixelgrafiken liegen in der (foto-)realistischen Darstellung unabhängig vom Inhalt des Bildes und einer einfachen Dateistruktur, die eine Bildbearbeitung auf Pixelebene erleichtert. Nachteilig ist der große Speicherplatzbedarf insbesondere bei hohen Auflösungen und Farbtiefen, sowie Darstellungsprobleme bei zu niedriger Auflösung wie z. B. Artefakte (Blockbildung) und Aliasing (ungenügende Glättung von Kurven).

Häufig verwendete Dateiformate für diesen Grafiktyp sind Bitmap (BMP) bzw. Device Independent Bitmap (DIB), Graphics Interchange Format (GIF), Portable Network Graphic (PNG), Portable Bitmap (PBM), Tag Image File Format (TIFF) und JPEG File Format (JFIF).

Auch wenn das Vektorgrafikformat SVG im Web zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist die Mehrzahl aller Bilder nach wie vor als Pixelgrafiken vorhanden. Tab. 8.2 gibt einen ersten Überblick der im Folgenden vorgestellten Pixelgrafikformate anhand der wichtigsten Kriterien. Die eingesetzten Kompressionsverfahren stellt Abschn. 8.7 vor.

8.2.3 SVG

Die Version 1.2 des Dateiformats für Skalierbare Vektorgrafiken (Scalable Vector Graphics, SVG) wurde im August 2011 vom W3C als offener Standard zur Beschreibung zweidimensionaler Vektorgrafiken in der XML-Syntax empfohlen. Es unterstützt drei Arten von Elementen (SVG 2011):

- aus geometrischen Primitiven zusammengesetzte Vektorgrafiken,
- extern eingebundene Rastergrafiken und
- Text, sofern die definierte Schriftart der Render-Engine zur Verfügung steht.

Der wesentliche Unterschied im Vergleich zu anderen (i. d. R. proprietären) Vektorformaten ist, dass es sich nicht um ein binäres, sondern um ein Textformat handelt. Da Texte zusammen mit Formatierungsinformationen als einfacher Text innerhalb spezieller Tags hinterlegt und erst für die Darstellung gerendert werden, können sie in Suchvorgänge mit einbezogen werden.

Darüber hinaus lässt sich durch den Einsatz von unterschiedlichen Profilen die Darstellung speziell im Hinblick auf unterschiedliche Clients anpassen und so weitere

Tab. 8.2 Übersicht der vorgestellten Pixelgrafikformate

	NET PBM	Bitmap	TIFF	GIF	PNG	JPEG
Bildgröße (max.)	Unbeschränkt	65.536 x 65.536 Pixel	4*10 ⁹ Bildzeilen	16.384 x 16.384 Pixel	Unbeschränkt	65.536 x 65.536 Pixel
Farbtiefe (max.)	24 Bit	24 Bit	24 Bit	8 Bit	48 Bit	24 Bit
Transparenz	Nein	Ab V. 5	Ja	Nur binär	Ja	Nein
Gamma-Korrektur	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
Kompressionsverfahren	Keine	Keine; optional RLE	Keine; optional Huffman LZW, RLE, JPEG	LZW	LZ77, Huffman	JPEG
Kompressionsraten	-	-	1:2	1:3–1:5	1:4–1:7	1:10–1:50
Browserunterstützung	Nein	Ja	Plug-in	Ja	Ja	Ja

Probleme der binären Bitmap-orientierten Formate lösen, nämlich die unterschiedliche Darstellung in Abhängigkeit vom Ausgabegerät.

In Verbindung mit der Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) erlaubt SVG Animationen und bietet eine Alternative zum proprietären Adobe Flash-Format.

Alle aktuellen Browserversionen bieten eine native Unterstützung (also ohne Plug-in) für dieses Format.

8.2.4 Canvas

Obwohl es sich nicht um ein Dateiformat handelt, wird das HTML5-Tag <canvas> an dieser Stelle kurz erläutert, denn es ermöglicht mit Hilfe einer Scriptsprache wie JavaScript ebenfalls die Beschreibung von Grafiken – und sogar Animationen – in Webanwendungen (HTML5 2014).

Mit dem <canvas>-Tag lässt sich zunächst ein Zeichenbereich bzw. eine Leinwand (engl. canvas) definieren. Das „Bemalen der Leinwand“ erfolgt dann in einer Skriptsprache. Auf diese Weise können Zeichenmethoden verwendet und Eigenschaften der Bildschirmschirmdarstellung gesetzt werden, z. B.:

- Text anzeigen und formatieren,
- Linien, Kreisbögen, Bezierkurven und Rechtecke zeichnen,
- Linieneigenschaften, Füllfarben, Füllmuster und Schattenwürfe festlegen,
- Farbverläufe und Transparenzen definieren,
- Rastergrafiken und Videos einbinden oder
- Objekte verschieben, rotieren und skalieren.

Die aktuellen Browsersversionen bieten eine native Unterstützung (also ohne Plug-in) für dieses Element. Mit fortschreitender Verbreitung von HTML5 hat es stark an Bedeutung gewonnen, nicht zuletzt, weil das <canvas>-Tag von der Web Graphics Library (WebGL) (engl. für Webgrafik-Bibliothek; eine JavaScript-Programmierschnittstelle, die das Erzeugen interaktiver 2/3D Grafiken in kompatiblen Browsern ohne Plug-ins ermöglicht) unterstützt wird, um Hardware-beschleunigte 3D Grafiken bzw. Animationen auf Webseiten zu erzeugen.

8.2.5 NETPBM

Net Portable Bitmap (NETPBM) ist sowohl eine Sammlung von Open Source-Grafikprogrammen mit großer Funktionsvielfalt als auch eine Familie von Grafikformaten für Bitmaps (NETPBM 2014). Diese Dateiformate sind nur für die Zwischenspeicherung von Grafikdaten während der Konversion von einem Dateiformat in ein anderes, insbesondere über Betriebssystemgrenzen hinweg, gedacht. Auch wenn der Anwender nur selten mit diesen Formaten in Berührung kommt, sollen sie wegen ihrer grundlegenden Bedeutung kurz vorgestellt werden.

Der einfachste Vertreter dieser Familie ist das Portable Bitmap (PBM), das Daten in ASCII oder binär speichern kann. Eine „*.pbm“-Datei besteht aus einer Folge von einem oder mehreren Bildern. Das Datenformat ist extrem einfach und besteht aus einer „Magischen Nummer“ zur Bestimmung des Dateityps (im Fall des PBM lautet sie „P4“), Whitespace (Weiße Räume auf Grund von Leerzeichen, Tabulatoren, Zeilenende oder Zeilenvorschub), Breite der Grafik in Pixel, Whitespace, Höhe der Grafik in Pixel, Whitespace (normalerweise Zeilenvorschub) und dem Raster der Pixelwerte (im Fall des PBM jeweils „0“ oder „1“) sowie einem Whitespace als Terminator. Es ist keine Farbtabelle vorgesehen, d. h. in der Datei ist nicht festgelegt, welche zwei unterschiedlichen Farben mit „0“ bzw. „1“ repräsentiert sind. Dies legen erst die Anwendungen fest; in aller Regel weisen sie aber der „0“ die Farbe Weiß und der „1“ die Farbe Schwarz zu.

Die vier Mitglieder dieser Familie sind:

- Portable Bitmap File-Format (PBM) für Schwarz-Weiß-Darstellungen mit 1 Bit Farbtiefe pro Pixel
- Portable Graymap File-Format (PGM) für Graustufenbilder mit 8 Bit Farbtiefe pro Pixel
- Portable Pixmap File-Format (PPM) für Farbbilder mit 24 Bit Farbtiefe pro Pixel
- Portable Arbitrary Map File-Format (PAM) für Schwarz-Weiß-, Graustufen und Farbbilder

8.2.6 BMP/DIB

Das Bitmapformat (BMP) für Pixelgrafiken ist zu erkennen an der Dateiendung „*.bmp“ (seltener „*.dib“). Es kann in der am weitesten verbreiteten Version 3 Bitmaps mit einer Größe von bis zu 65.536x65.536 px und mit einer Farbtiefe von einem Bit (2 Farben), vier Bit (16 Farben), acht Bit (256 Farben), 16 Bit (65.536) und oder 24 Bit pro Pixel (16,7 Mio. Farben) speichern (BMP 2015). Bitmap-Dateien in gebräuchlichen Farbtiefen werden von allen Bildverarbeitungsprogrammen unterstützt.

Obwohl die Bilddaten meist in unkomprimierter Form vorliegen, können sie auch lauf-längenkomprimiert gespeichert werden. Noch seltener genutzt wird die Möglichkeit, Transparenzinformationen über einen Alphakanal in einer separaten Datei zu speichern. Mit MS Windows XP wurde eine 32-Bit Dateiversion mit integriertem Alphakanal vorge-stellt, die sich aber bisher noch nicht hat durchsetzen können.

Eine BMP-Datei setzt sich aus einem Dateikopf (BITMAP_FILE-HEADER), einem Informationsblock (BITMAP_INFO) und einem Datenblock für die Bilddaten zusammen (Born 1996, S. 819 ff.):

Der BITMAP_FILE-HEADER enthält Informationen über Bitmaptyp, Dateilänge so-wie den Beginn des Datenbereiches. Da dieser Header nur Informationen über die Datei selbst beinhaltet, schließt sich der BITMAP_INFO-Block an. Dieser besteht wiederum aus einem Header (BITMAP_INFO-HEADER) sowie einer Beschreibung der Farbtabelle der Bitmap (RGB_QUAD). Der Header enthält Informationen zur Länge des BITMAP_INFO-HEADER, Breite bzw. Höhe der Bitmap, der Farbebenen, Zahl der Bits pro Pixel, Typ der Komprimierung, Bildgröße, der vertikalen oder horizontalen Auflösung und die Zahl der benutzen Farben. Im RGB_QUAD sind die Farben definiert. Die gesamte Defi-nition der Farbtabelle umfasst vier Byte. Die maximale Länge der Farbtabelle der DIB wird durch das Feld mit der Zahl der Bits pro Pixel festgelegt (1, 4, 8, oder 24), die sich im BITMAP_INFO-HEADER befindet.

Im Anschluss an den Informationsblock sind die eigentlichen Bilddaten der Bitmap gespeichert. Sie können eventuell noch vor dem Abspeichern komprimiert werden. Das BMP-Format bietet hierzu die Möglichkeit, zwischen einer Lauflängenkodierung von 8 Bit pro Pixel (RLE8) oder 4 Bit pro Pixel (RLE4) zu wählen. Wird eine RLE8-Kodierung gewählt, so können die Bilddaten in zwei Versionen vorliegen. Bei der ersten Version (Encoded Mode) werden die Informationen in zwei Byte gespeichert. Das erste Byte enthält die Anzahl der aufeinander folgenden Pixel einer Farbe (abweichend von der Beschreibung in Abschn. 8.7.2.1 liegt der Wert zwischen 0 und 255), das zweite Byte die verwendete Farbe. Bei einer Abfolge von z. B. 03 05 wird eine Sequenz von 05 05 05 generiert. Die zweite Variante kommt zum Einsatz, wenn das erste Byte mit null belegt ist (Absolute Mode). Diese Null als Eintrag dient als Fluchtsymbol (Escape Symbol). Je nach Wert des nachfolgenden Bytes wird eine Aktion durchgeführt. Enthält das zweite Byte eine 0, signalisiert es das Ende der Bildzeile, eine 1 das Ende der Bitmap und eine 2 die Verschiebung der aktuellen Bitmapposition (Delta Record). Ist der Wert zwischen 3 und 255, handelt es sich um die Zahl der folgenden Datenbytes (Data Record).

Die RLE4-Kodierung ähnelt sehr der RLE8-Kodierung. Der hauptsächliche Unterschied besteht darin, dass im zweiten Byte zwei Farbindizes zusammengefasst werden. So werden diese Farbindizes mit vier Bit dargestellt. Um eine direkte Wiederholung eines Indizes zu kodieren, müssen die niederwertigen und die höherwertigen vier Bit den gleichen Inhalt aufweisen.

Die Vorteile dieses Formats liegen in der Beibehaltung der Originalinformationen und dem hohen Verbreitungsgrad. Nachteilig ist, dass das BMP-Format zwar von gängigen Browsern unterstützt wird, aber aufgrund seiner Datengröße und den damit verbundenen Ladezeiten für den Interneteinsatz wenig geeignet ist. Als Alternative für das Archivieren von Originaldaten bietet sich das Tag Image File Format (siehe nächstes Kapitel) an, und für den Einsatz im Netz oder bei geringen Bandbreiten oder Speicherressourcen kann man auch auf Portable Networks Graphics (siehe Abschn. 8.2.9) oder das Joint Photographic Experts Group File Interchange Format (siehe Abschn. 8.2.8) ausweichen.

8.2.7 TIFF

Das Tag Image File Format (TIFF) mit der „.tif“-Endung ist ein sehr umfangreiches offenes Dateiformat, das ursprünglich 1986 von der Firma Aldus Corporation für Schwarz-Weiß- und Graustufenbilder von Scannern entwickelt wurde und mehrere Scanseiten gemeinsam in einer Datei ablegen kann (Multipage-TIFF) (TIFF 2009).

Eine TIFF-Datei kann maximal 2^{32} Byte (4,3 Gigabyte³) groß sein und mehrere Schwarz-Weiß-, Graustufen- und Vollfarbenbilder pro Datei enthalten. Die einzelnen Bildpunkte können aus beliebig vielen Einzelwerten (Samples) bestehen. Samples wiederum können Teile eines Bytes, ein Byte oder auch mehrere Byte betragen und lassen sich sowohl als Ganzzahl wie auch als Gleitkommazahlen ablegen. Die Speicherung der Bildinformationen erfolgt nicht sequenziell, sondern in rechnerisch bis zu 4×10^9 Pixelzeilen (Stripes) oder rechteckigen Blöcken von Stripes (Tiles, engl für Kacheln), wodurch sich wahlfrei auf Bildausschnitte zugreifen lässt, ohne die vorangehenden Bilddaten laden zu müssen.

Marken (Tags) unterteilen die Bilddatei in Abschnitte, in denen Bilder mit unterschiedlichen Auflösungen, Farbmodellen (RGBA, YCbCr, CIE L*a*b*) und das in Verlagen und Druckereien eingesetzte CMYK (siehe Kap. 7.4.1.1) und Kompressionsverfahren (RLE, LZW, Huffman, JPEG) angelegt werden können.

Die Architektur des TIFF-Formats lässt durch die Definition neuer Tags (Private Tags) sogar neue Bildmodalitäten und Informationsblöcke zu. Beispielsweise ist die Variante GeoTIFF weit verbreitet, deren Tags die Verknüpfung rasterbasierter Geodatenbilder mit Geokoordinaten erlauben. Diese Offenheit der Architektur impliziert, dass nicht alle Tags von allen Programmen verstanden werden. Deshalb definiert die Spezifikation des Dateiformats eine Untermenge gültiger TIFF-Dateien (Baseline-TIFF), die jedes Programm verarbeiten können sollte, wenn es sich „TIFF-fähig“ nennen will.

³ 2^{32} Byte = 4.294.967.296 Byte oder ca. 4.3×10^9 Byte bzw. ca. 4,3 GB.

Dementsprechend ist das aktuelle Format TIFF 6.0 in zwei Teile gegliedert: Zum einen Baseline-TIFF mit den grundsätzlichen Spezifikationen und zum anderen TIFF-Extensions, welche die TIFF-Erweiterungen beinhalten.

Hauptbestandteile einer TIFF-Datei sind der Header sowie eine schwankende Zahl von Bildverzeichnisdateien (Image-File-Directory (IFD)) und Datenblöcken mit unterschiedlicher Länge.

Damit das TIFF-Format plattformunabhängig ist, muss im Header eine Unterscheidung im Feld der Byteordnung erfolgen (Big Endian oder Little Endian). Im Header sind darüber hinaus Informationen über TIFF-Versionsnummer sowie ein Zeiger auf die erste IFD abgelegt.

Die IFD prägen maßgeblich den Aufbau der Datei. In einer TIFF-Datei muss mindestens eine derartige Bildverzeichnisdatei vorkommen (es können auch mehrere sein) und für jede IFD muss mindestens ein Eintrag vorhanden sein. Die IFD bestehen aus einem Feld für die Anzahl der Datenverzeichniseinträge, einer variablen Anzahl von Tags und einem Identifikationsfeld der nächsten IFD. Damit sind sie zugleich eine Art Inhaltsverzeichnis, dessen Zeiger auf die eigentlichen Datenblöcke verweisen, und Header für diese Datenblöcke, da sie z. B. Informationen über die darin gespeicherten Datentypen enthalten. Durch dieses Konzept können die Daten in einer TIFF-Datei willkürlich angeordnet werden und bspw. mehrere Bilder oder verschiedene Ausprägungen eines Bildes abgelegt werden.

Eine Datenkomprimierung ist in TIFF 6.0 optional und kann durch unterschiedliche Algorithmen erreicht werden. Eine Möglichkeit, im TIFF-Format Daten zu komprimieren, bietet die PackBit-Kodierung. Diese Komprimierung ist eine einfache Lauflängenkodierung (siehe Abschn. 8.7.2.1) und wurde vom Apple Macintosh übernommen. Eine weitere Möglichkeit zur Komprimierung ist modifizierte Huffman-Kompression (Modified Huffman Compression, siehe Abschn. 8.7.2.2), die häufig auch Fax-Komprimierung oder CCITT⁴-Komprimierung genannt wird, da sie die Spezifikationen der FAX CCITT/4-Group-Komprimierung beherrscht. Die LZW-Komprimierung (siehe Abschn. 8.7.2.3) ist ein weiteres Verfahren, das bei TIFF 6.0 angewendet werden kann. Seit dieser Version kann TIFF 6.0 auch als Container für JPEG-komprimierte Bilddaten (siehe Abschn. 8.7.2.4) dienen (Born 1995).

Durch die Vielzahl der Verwendungsmöglichkeiten und aufgrund der großen Auswahl an Kompressionsmöglichkeiten ist das TIFF-Format sehr verbreitet. Die Möglichkeiten zur Speicherung von Transparenzen (Alphakanal) und zur Angabe von Metadaten runden die Funktionalität ab. Es hat sich von einem Standard beim Scannen von Dokumenten und in Dokument-Management-Systemen zu einem de-facto-Standard für die Speicherung aller hochauflösenden Bilddaten und (neben EPS und PDF; siehe Abschn. 8.6) ihren Austausch in der Druckvorstufe entwickelt.

⁴Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique, frz. für Internationaler beratender Ausschuss für den Telefon- und Telegrafendienst; seit 1993 von dem ITU Telecommunications Standardization Sector, einem Teilbereich der International Telecommunication Union (ITU), abgelöst.

Neben den großen Dateien ist der Hauptnachteil von TIFF, dass ein Ausschöpfen der Funktionsvielfalt über die Spezifikationen des Baseline-TIFF hinaus schnell zu Inkompatibilitäten mit anderer Software führen kann.

8.2.8 GIF

Das Graphics Interchange Format (GIF, engl für ein Austauschformat von Grafiken) wurde 1987 vom US-amerikanischen Online-Dienst CompuServe entwickelt ([GIF 1987](#)).

Das GIF-Dateiformat ist ebenfalls ein geräteunabhängiges Rasterbildformat, kann aber nur bis zu 16.384x16.384 px mit einer Farbtiefe von acht Bit (256 Farben aus einer Farbpalette) pro Bild speichern. Die einzelnen Bilder lassen sich entweder sequenziell oder mit einem Zeilensprungverfahren (interlaced) ablegen. Bei sequenzieller Speicherung werden die Pixelinformationen Zeile für Zeile ausgelesen. Der Interlaced-Modus hingegen überträgt im ersten Durchlauf nur jede achte Zeile (12,5 % der Bildinformationen) von oben nach unten, dann jede vierte, jede zweite und zum Schluss die restlichen Bildinformationen. Dadurch entsteht sehr früh eine grobe Vorschau des Bildes, die nach und nach verfeinert wird.

Die Möglichkeit, mehrere Bilder in einer Datei abzulegen, lässt sich z.B. für die Erweiterung des Farbraumes oder seit der Version 89a auch für kleine Animationen nutzen. Andere Erweiterungen bei diesem Versionswechsel waren die Speichermöglichkeit für Textinformationen (Kommentare) und die Möglichkeit zur Definition einer Hintergrundtransparenz, um GIF-Bilder leichter in Hintergrundbilder integrieren zu können. Allerdings kann kein weicher Übergang mittels einer graduellen Transparenz festgelegt werden (Alphakanal), sondern es lässt sich nur ein Farbpaletteneintrag angeben, der dann vollständig transparent ist (binäre Transparenz).

Um Daten zu komprimieren, setzt das GIF-Format das verlustfreie LZW-Verfahren (siehe Abschn. [8.7.2.3](#)) ein. Der Algorithmus zerlegt die zu komprimierenden Daten in Teilketten und speichert diese in einer Tabelle. Im Anschluss daran werden die Indizes der betreffenden Tabelleneinträge als Ausgabestrom gespeichert ([Born 1995](#), S. 296).

GIF-Dateien sind an der „.gif“-Endung erkennbar. Die Struktur einer GIF89a-Datei besteht aus mehreren Blöcken, die sich ihrer Aufgabe nach in drei Gruppen klassifizieren lassen: Die Informationen zur Steuerung der Bildwiedergabe sind im Kontrollblock (Control Block) hinterlegt, die eigentlichen Daten der Grafik befinden sich im Grafikwiedergabeblock (Graphic-Rendering Block), und im Block für spezielle Zwecke (Special Purpose-Block) können herstellerspezifische Informationen hinzugefügt werden, die vom GIF-Decoder nicht beachtet werden.

Der Kontrollblock einer GIF-Datei beginnt immer mit einem sechs Byte großen Header. Er enthält Informationen über die Signatur (z. B. GIF) und die Version (z. B. 89a). Der sich anschließende Screen-Descriptor-Block enthält die Daten des logischen Bildschirms. Er enthält Angaben zur Bildschirmbreite und -höhe in Pixeln. Außerdem befindet sich dort ein Resolution Flag-Feld. Dieses gibt an, ob eine globale Farbtabelle (Global Color Map)

existiert, und wie viele Bits zur RGB-Darstellung einer Farbe in der Farbtabelle zur Verfügung stehen. An das Resolution Flag-Feld schließt sich ein Feld zur Codierung der Hintergrundfarbe (Background Color Index) an. Den Abschluss des Screen Descriptor-Blocks bildet das Feld mit dem Pixelabbildungsverhältnis (Pixel-Aspect-Ratio). Es gibt das Verhältnis zwischen der Bildhöhe und der Bildbreite an, dessen erlaubter Wertebereich sich zwischen 4:1 und 1:4 in 1/64-Schritten erstreckt. Im Anschluss an den Screen Descriptor Block folgt die globale Farbtabelle, allerdings nur, wenn im Resolution Flag-Feld das Bit gesetzt wurde (, S. 289 ff.).

Danach beginnt für jedes Bild, das in der GIF-Datei gespeichert ist, der Grafikwiedergabeblock. Die Informationen über das Bild werden im zehn Byte großen Bildbeschreibungsblock (Image Descriptor Block) gespeichert. Dieser enthält Angaben über die Ausmaße und Abstände des Bildes in Bezug auf das Gesamtbild und über eine lokale Farbtabelle (Local Color Map), die sich dem Image Descriptor-Block unmittelbar anschließt. Zudem enthält der Bildbeschreibungsblock Informationen darüber, wie die Bildzeilen angeordnet sind (sequenziell oder interlaced). Nachdem Bildbeschreibungsblock und der lokalen Farbtabelle folgen die eigentlichen Bilddaten des zuvor beschriebenen Bildes. Für eine eventuelle spätere Erweiterung der GIF-Spezifikationen wurde im Block für spezielle Zwecke ein Erweiterungsblock definiert. Damit die GIF-Spezifikation ein Standard bleibt, darf eine Erweiterung des Funktionscodes nur von CompuServe vorgenommen und dokumentiert werden. Das GIF89a-Format definiert vier verschiedene Funktionscodes: Grafik-Control Extension (legt die Bearbeitung des Bildschirmes nach dem Anzeigen der folgenden Teilbilder fest), Comment Extension (ermöglicht einen Kommentar in einer GIF-Datei), Plain-Text Extension (dient dazu, in einem GIF-Bild einen Text anzuzeigen) sowie Application Extension (anwendungsspezifische Daten können abgelegt werden). Am Ende einer GIF-Datei steht der GIF-Terminator, ein Feld mit der Größe eines Byte, das lediglich das Ende der GIF-Datei signalisiert (Lipp 1997, S. 284 ff.).

Große Vorteile des GIF-Formats sind die Plattformunabhängigkeit und die Tatsache, dass dieses Format von jedem Browser unterstützt wird. Ein gravierendes Problem ist die maximale Farbtiefe von 8-Bit. Dadurch lassen sich Echtfarben nur durch die Aufteilung eines Bildes in mehrere Einzelbilder realisieren. Ansonsten muss derartiges Ausgangsmaterial vor der Speicherung auf maximal 256 Farben reduziert werden (Farbquantisierung), was i. d. R. trotz Verfahren zur Fehlerdiffusion (Dithering, von engl. to dither – schwanken, zittern) zu sichtbaren Farbstufen führt. Das Dithering versucht bei Farbverläufen den Farbeindruck fehlender Farben für das menschliche Auge durch eine bestimmte gemischte Anordnung von verfügbaren Farben nachzubilden und so den Eindruck von harten Übergängen zwischen den Farben zu vermeiden.

Auf Grund der geringen Farbtiefe und des eingesetzten Kompressionsalgorithmus ist das Format vor allem für kleinere grafische Elemente mit Linien und harten Kanten wie Schaltflächen und Firmenlogos geeignet, aber weniger für natürliche Bilder wie Fotos. Als verlustfrei komprimierte Alternative bieten sich Portable Network Graphics (siehe 8.2.9) und als verlustbehaftete Variante das JPEG File Interchange Format (siehe 8.2.8) an.

Gerade die Fähigkeit, mehrere Bilder in einer Datei zu speichern und diese zu animieren, macht das GIF-Format sehr beliebt. Sie stellt aber für den unerfahrenen Webdesigner eine große Gefahr dar. Einerseits entstehen dabei große Dateien, da das Kompressionsverfahren nur Einzelbilder komprimiert, aber Abhängigkeiten zwischen den Bildern unberücksichtigt lässt (im Gegensatz z. B. zu MPEG, siehe Abschn. 8.7.2.9). Zweitens sind die Animationen oftmals auf Grund der binären Transparenz und ungenügender Bildwechselraten qualitativ geringwertig.

8.2.9 PNG

Das Portable Network Graphic (PNG)-Format (ausgesprochen „Ping“) wurde vor dem Hintergrund damals bestehender Patentforderungen bei der Benutzung des LZW-Verfahrens (siehe Abschn. 8.7.2.3) als Alternative zum GIF-Format speziell für den Einsatz im World Wide Web entwickelt. Es ist ein geräteunabhängiges Rastergrafikformat mit unbegrenzter Auflösung und einer Farbtiefe von bis zu 48 Bit pro Pixel (PNG 2003).

PNG-Dateien können Farben entweder über Farbpaletten darstellen oder direkt die Werte eines Pixels in Bezug auf unterschiedliche Farbkanäle speichern. Die Anzahl der Farbkanäle kann zwischen einem (Graustufenbild ohne Transparenz) und vier (Farbbild mit Alphakanal für den Transparenzgrad) liegen. Die Auflösung eines einzelnen Kanals kann 8 Bit oder 16 Bit betragen.

PNG bietet nicht nur wie bereits GIF eine binäre Transparenz, bei der eine einzige Farbe als vollständig transparent definiert wird, sondern mittels des Alphakanals lässt sich für jedes Pixel ein Grad an Transparenz in 256 (8 Bit Alphakanal) bzw. 65.536 Stufen (16 Bit Alphakanal) festlegen. Damit lassen sich nicht nur echte Schlagschatten realisieren, sondern Grafiken auch ohne Nachbearbeitung frei über beliebige Hintergründe verschieben.

PNG verfügt über einen (optionalen) zweidimensionalen Interlacing-Algorithmus („Adam7“ von *Adam M. Costello*), der ein Bild in sieben Durchläufen aufbaut. Dabei werden im ersten Durchlauf lediglich 1/64 der Datenmenge (bei GIF 1/8) übertragen, wodurch der Empfänger achtmal schneller einen ersten Eindruck des Bildaufbaus bekommt. Texte mit mittleren Schriftgraden waren bei Tests ca. doppelt so schnell lesbar.

Außerdem bietet PNG die Möglichkeit, Helligkeit und Farbigkeit der Darstellung auf die jeweilige Hardware abzustimmen (Gamma-Korrektur und Farb-Korrektur) sowie komprimierte und unkomprimierte Textblöcke, um für Urheberrechtsinformationen und andere Metadaten zu hinterlegen.

Vor der (verlustfreien) Komprimierung können optional auf die Bilddaten verschiedene Vorfilter angewendet werden, die statt der originären Pixeldaten nur die Differenzwerte benachbarter Pixel an den Kompressionsalgorithmus liefern. Dadurch treten häufiger Folgen gleicher Werte auf, was die Komprimierung verbessert. Der Algorithmus selbst ist die „Deflate Compression“ von *Phil Katz*, eine Kombination aus dem Lempel-Ziv-Storer-Szymanski-Algorithmus und der Huffman-Codierung (siehe Abschn. 8.7.2.2). Insgesamt ist die Kompression um ca. 5 % bis 25 % effektiver als bei GIF.

Im Gegensatz zum GIF-Format ist es aber nicht möglich, mehrere Bilder in einer Datei abzulegen. Folglich lassen sich PNGs auch nicht für Animationen verwenden. Dafür existiert ein separates Format (Multi-Image Network Graphic, MNG), das sich aber bisher nicht hat durchsetzen können. Es steht in Konkurrenz zum Format Animated Portable Network Graphics (APNG), das ebenfalls auf PNG basiert, aber von Mozilla-Entwicklern geschaffen wurde.

Eine PNG-Datei besitzt einen Aufbau aus mehreren Blöcken, wobei zu Beginn eine acht Byte große Signatur steht. Im Anschluss an die Signatur schließen sich noch mehrere Datenblöcke, die Chunks an. Chunks sind unabhängige Datenblöcke mit einer festgelegten Struktur und einer eigenen Identifizierung. Das PNG-Format definiert vier Standard-Blöcke, die in der Lage sein müssen, jedes PNG verwendende Programm interpretieren zu können. Sie werden als kritische Datenblöcke (Critical Chunk) bezeichnet. Zu ihnen zählt der Header Chunk mit den Basisinformationen über die Datei, der optionale Palette Chunk mit der Farbtabelle, der Image Data Chunk mit den eigentlichen Bilddaten und der Image Trailer Chunk, mit dessen Hilfe das Ende der Datei signalisiert wird. Neben den kritischen Datenblöcken existieren optionale Blöcke, die als „ergänzende Blöcke“ (Ancillary Chunks) bezeichnet werden. Diese ergänzenden Blöcke können von einem PNG lesenden Programm auch ignoriert werden. Zu den ergänzenden Blöcken zählen (Fischer 2001):

- Background Color (definiert eine Hintergrundfarbe),
- Primary Chromaticities/White Point (Informationen zu den Farbwerten),
- Image Gamma (Helligkeitswerte über das Bild),
- Image Histogramm (Häufigkeiten der in der Farbpalette abgelegten Farben),
- Physical Pixel Dimension (Angaben über gewünschte Auflösung),
- Significant Bits (ursprüngliche Datentiefe des Bildes),
- Textual Data (gespeicherte Textinformationen),
- Image Last-Modification Time (Datum der letzten Bildänderung),
- Transparency (definiert Farbwerte, die in der Anzeige transparent sein sollen)
- Compressed Textual Data (komprimierte Speicherung langerer Textabschnitte).

Auch wenn das Ziel, GIF zu ersetzen, noch nicht vollständig erreicht wurde, und durch das Auslaufen der Patente der Einsatz von GIF wieder risikolos möglich ist, bietet PNG viele Vorteile. Es unterstützt Echtfarben, und die verlustfreie Kompression arbeitet effektiver. Graduelle Transparenzen sind möglich, das Interlacing wurde verbessert und Farb- und Helligkeitskorrekturmechanismen sorgen für eine annähernd identische Darstellung auf heterogenen Systemen.

Alle aktuellen Versionen der gängigen Browser unterstützen PNG weitgehend fehlerfrei. Bei älteren Versionen sind (insbesondere für den MS Internet Explorer bis zur Version 6) Umgehungslösungen erforderlich, da diese nur binäre Transparenz in PNG-Dateien fehlerfrei darstellen, aber keine Alphakanäle.

PNG stellt eine sinnvolle Ergänzung, aber keine Alternative zum TIFF-Format und zum JFIF-Format dar. Im Vergleich zum TIFF fehlen insbesondere die Möglichkeit, mehrere Bilder (auch in unterschiedlichen Auflösungen) in einer Datei zu speichern sowie die

Farbdarstellung im CYMK-Farbmodell. Verglichen mit JPEG können die Kompressionsraten naturgemäß nicht die gleichen Werte wie beim verlustbehafteten JPEG-Verfahren erzielen.

8.2.10 JFIF

Die Joint Photographic Experts Group (JPEG) steht sowohl für die gemeinsame Expertenkommission von ISO und CCITT bzw. ITU, als auch für ein Grafikkompressionsverfahren, das im Abschn. 8.7.2.4 erläutert wird.

Die JPEG-Norm legt nicht fest, in welcher Form der mit dem Kompressionsverfahren erzeugte Datenstrom (Codestream) abgespeichert wird. Die Dateiformate ergänzen den Codestream um Meta-Informationen wie z.B. die Auflösung und den verwendeten Farbraum des Bildes. Auch wenn prinzipiell eine Speicherung im Still Picture Interchange File Format (SPIFF) der JPEG als JPEG Network Graphics (JNG) möglich ist, stellt das JPEG File Interchange Format (JFIF) die gebräuchlichste Form dar. Umgangssprachlich wird es kurz „JPEG-Format“ genannt. So gespeicherte Grafiken erkennt man oft an den Dateiendungen „.jpg“, „.jpeg“ und seltener „.jfi“ oder „.jfif“.

JFIF speichert Rastergrafiken mit bis zu 65.536x65.536 px und einer maximalen Farbtiefe von 24 Bit pro Pixel (Hamilton 1992). Als Farbraum ist bei JFIF nur noch YCbCr zugelassen, andere Farbmodelle wie RGB müssen transformiert werden (erster Schritt in der JPEG-Kompression, dort optional). Auch hinsichtlich des Verfahrens zur Entropiekodierung (letzter Schritt in der JPEG-Kompression) schränkt JFIF den Variantenreichtum des JPEG-Standards ein auf die Huffman-Codierung. Zusätzlich sind in JFIF Methoden zur Synchronisation bzw. Re-Synchronisation bei Übertragungsfehlern vorgesehen.

Dateien im JFIF-Format werden in einzelne Blöcke, die auch als Marker-Segmente bezeichnet werden, aufgeteilt. Dabei besteht jedes Marker-Segment aus einer Identifizierung (Marker) und optionalen Parametern. Sollte ein Marker-Segment mehr als den Marker beinhalten, wird ein Feld mit der Längenangabe des Segments hinzugefügt (Born 1995, S. 388 ff.).

Eine JFIF-Datei beginnt immer mit einem Start-of-Image-Segment. Dieser Marker umfasst zwei Byte und enthält die Signatur der Datei. Daran schließt sich ein Application (APP0)-Segment an. Dieses Segment zeigt die Kompatibilität zur JFIF-Spezifikation und dient zur Identifizierung der Datei. Es enthält zusätzliche Informationen wie Längenangabe des Blocks, Version, Auflösung, horizontale und vertikale Auflösung sowie optionales Miniaturbild (Thumbnail) zur Vorschau und RGB-Thumbnail-Werte. Bei der Verwendung von Miniaturbildern wird das optionale JFIF-Extension-APP0-Segment benötigt. Es besteht wiederum aus einer Signatur und einem Feld mit der Längenangabe des Blocks. An die Felder schließen sich noch ein Feld für die Kennung, ein Feld für den Erweiterungscode (Extension Code) sowie ein Feld für den Datenbereich an. Nach dem optionalen JFIF Extension APP0-Segment folgt das Start-of-Frame (SOF)-Segment. Dieses Segment

enthält Hinweise zur Bildgröße und die Zuordnung der Quantisierungstabellen zu den einzelnen Farbkomponenten und die eigentlichen Bilddaten. Es gibt unterschiedliche SOF-Segmente, auf die an dieser Stelle allerdings nicht näher eingegangen werden soll (siehe ggf. Born 1995; Hamilton 1992). Das End of Image (EOI)-Segment bildet den Abschluss einer JFIF-Datei. Es besteht lediglich aus einem zwei Byte großen Signaturfeld.

Komprimiert wird eine JPEG-Datei wie eingangs erwähnt mit Hilfe der verlustbehafteten JPEG-Kompression (siehe Abschn. 8.7.2.4), wobei sich der Kompressionsfaktor stufenweise steuern lässt. Kompressionsfaktor und Bildqualität stehen in einem reziprok proportionalen Verhältnis: Je stärker die Kompression, desto geringer die Bildqualität, und umgekehrt.

Das JFIF-Format ist wegen der Verwendung in Digitalkameras, der guten Kompressionsmöglichkeiten und der Unterstützung durch alle gängigen Browser ein sehr populäres Format, das sich gut für Farb- und Graustufenbilder mit natürlichen Motiven eignet, die in Datennetzen übertragen werden sollen. Oft wird es auch für die Archivierung verwendet; hierfür eignen sich aber angesichts fallender Speicher Kosten z. B. Portable Network Graphics (PNG, siehe Abschn. 8.2.9) trotz geringerer Kompressionsraten besser, da sich bei der JPEG-Kompression Originaldaten nicht mehr wiederherstellen lassen.

Die vorgeschriebene Verwendung des YCbCr-Farbraums macht JFIF für Schwarz-Weiß-Bilder und Bilder mit indizierten Farben ungeeignet. Auch ist das eingesetzte Kompressionsverfahren nicht so gut für Texte und Grafiken mit Linien und harten Kanten geeignet, die man eher als GIF (siehe Abschn. 8.2.8) oder PNG speichern würde.

JPEG 2000 ist der durch ISO und ITU normierte Nachfolger von JPEG. Auch hier ist wieder zwischen dem Codestream und dem Dateiformat zu unterscheiden (ISO/IEC 15444-1:2004).

Den Kern des Kompressionsalgorithmus zur Generierung des Codestreams bildet nicht mehr eine diskrete Kosinustransformation, sondern eine diskrete Wavelettransformation (siehe Abschn. 8.7.2.5). Sie gestattet einen stufenlosen Übergang von verlustfreier zu verlustbehafteter Kompression. vermeidet insbesondere bei großen Bildern Blockartefakte und ermöglicht eine im Vergleich zu JPEG deutlich höhere Kompressionsrate bei gleicher Qualität.

Für das Dateiformat spezifiziert die ISO die Dateiendung „.jp2“. JPEG 2000 eignet sich besonders für mobile Anwendungen, denn es trägt den geringen Datenraten und vergleichsweise häufigen Verbindungsabbrüchen in Funknetzen Rechnung. Gerade bei hohen Kompressionsraten liefert es eine deutlich bessere Bildqualität als sein Vorgänger. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, bestimmten Bildregionen (Region-Of-Interest, ROI) in höherer Qualität abzuspeichern. JPEG 2000 schreibt einen progressiven Bildaufbau vor, der in JPEG zwar auch möglich ist, aber selten genutzt wurde. Die verbesserten Re-Synchronisationsmechanismen im Fall eines Abrisses der Datenverbindung sind für den Datentransfer in Funknetzen wichtig. Hilfreich ist auch, dass ein standardkonformer Raum für Metainformationen vorgesehen ist.

Nachteilig sind vor allem der höhere Rechenaufwand und eine etwas größere Neigung zu Unschärfeartefakten bei sehr starker Kompression.

Noch reicht vielen Benutzern die Leistungsfähigkeit von JPEG aus und mit PNG steht eine effektive Alternative zur Verfügung. JPEG 2000 ist derzeit eher für Bildverarbeitung in einigen professionellen Anwendungen, nicht aber für den Einsatz in Webapplikationen geeignet. Obwohl immer mehr Browser und Bildverarbeitungssoftware diesen Standard nativ oder zumindest über ein Plug-in unterstützen und auch die Rechenleistung moderner Digitalkameras rapide zunimmt, ist offen, wann das JPEG 2000 die Nachfolge von JPEG antreten wird.

8.3 Audio

Schallwellen sind physikalisch betrachtet Luftdruckschwankungen. Die physikalische Größe, also die Luftdruckschwankungen, ändert sich dabei im Lauf der Zeit stufenlos. Dabei gibt es theoretisch unendlich viele Zeitpunkte mit unendlich vielen Werten. Man spricht von **analogen Daten**, deren Kennzeichen es ist, zeit- und wertkontinuierlich zu sein. Mathematisch gesehen ist bei analogen Daten also eine Zeitfunktion gegeben, die sowohl stetig als auch differenzierbar ist. Einfacher ausgedrückt: man muss sie ohne Unterbrechung und „ohne Knicke“ zeichnen können (Abb. 8.5). Die Amplitude einer Welle gibt die Abweichung vom Mittelwert an. Die Frequenz einer Welle ist definiert als die Anzahl von Perioden pro Sekunde und wird in Hertz (Hz) angegeben.

Da die heutzutage eingesetzten Computer nicht in der Lage sind, analoge Signale direkt zu verarbeiten, müssen sie diese in eine Folge von Einzelwerten, also **digitale Daten**, überführen. Die Zeitfunktion digitaler Daten ist zeit- und wertdiskret, d.h. es gibt nur zu bestimmten Zeitpunkten definierte Werte aus einem nur endlichen Zeichenvorrat, und die Werte ändern sich von Zeitpunkt zu Zeitpunkt sprunghaft.

Die **Digitalisierung** von analogen Audiodaten durchläuft folgende Schritte (Abb. 8.6):

Zunächst wandelt ein Mikrofon – bei einem Stereosignal werden zwei Mikrofone und bei Raumklang mehrere gleichzeitig benutzt – die analogen Schallwellen in analoge

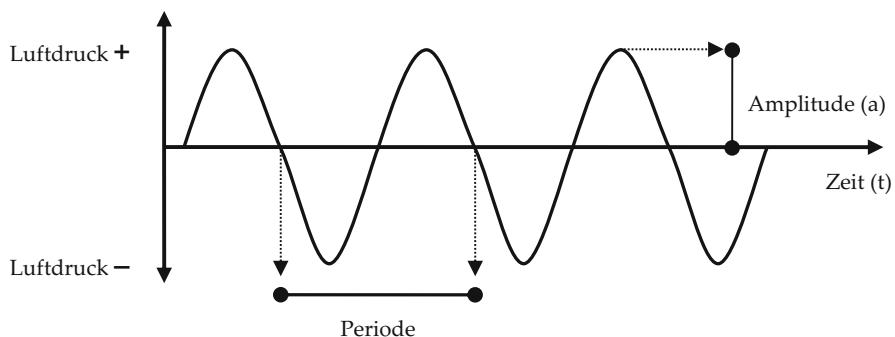


Abb. 8.5 Beschreibung analoger (Schall)-Wellen

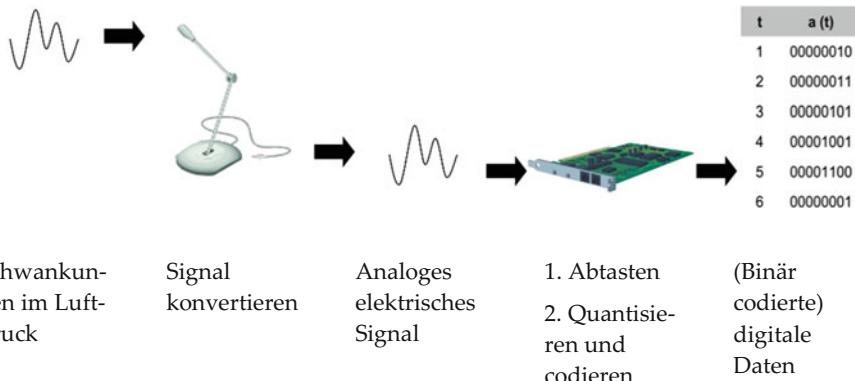


Abb. 8.6 Ablauf der Digitalisierung von Audiodaten

elektrische Signale um: Die Luftdruckschwankungen bewegen im Mikrofon eine Membran, die sich in einem Magnetfeld befindet und über das Prinzip der induzierten Spannung analoge elektrische Signale erzeugt, deren Stärke sich entsprechend den Luftdruckschwankungen ändert.

Dieses analoge elektrische Signal wird an die Soundkarte des Computers weitergeleitet. „Herzstück“ einer Soundkarte ist der Digital-Sound-Processor (DSP), der im Wesentlichen aus einem Analog-Digital-Converter (ADC) und einem Digital-Analog-Converter (DAC) besteht. Der DSP ermöglicht die Aufnahme und Wiedergabe von Klängen und die digitale Soundbearbeitung. Er stellt digitale Effekte (Hall, Fading Chorus etc.) bereit und entlastet die CPU bei der Verarbeitung akustischer Informationen.

Bei der Aufnahme eines analogen Signals tastet der ADC das Quellsignal in bestimmten Zeitintervallen (Abtastrate, Samplingrate) ab. Dadurch entsteht das Pulsamplitudenmodulations-Signal (PAM-Signal). Dabei handelt es sich um ein zeitdiskretes, aber wertkontinuierliches Abtastsignal, d. h. es kann unendlich viele Werte annehmen. Deshalb muss der ADC das PAM-Signal in einem zweiten Schritt quantisieren, d. h. die einzelnen Abtastwerte jeweils einer Klasse zuordnen (PCM 1990). Die Anzahl der dafür verfügbaren Klassen wird Abtasttiefe bzw. Samplingtiefe genannt.

Eine derartige digitale Repräsentation eines analogen Audiosignals nennt man Pulscode-modulation (PCM).⁵ Die Speicherung des Wertes erfolgt letztendlich in binärer Form.

Die Wiedergabe der Audiodaten erfolgt auf umgekehrtem Weg mit Hilfe des DAC, wobei Lautsprecher die Position des Mikrofons einnehmen.

Bei der Analog/Digital-Wandlung gibt es folglich drei wesentliche Parameter: Samplingrate, Samplingtiefe und Anzahl der Kanäle.

⁵Die Codierung von linearer 13-bit bzw. 14-bit-PCM-Samples zu logarithmischen 8-bit Samples durch den A-law- bzw. μ -law- Algorithmus stellt Abschn. 8.7.2.7 vor. Die Möglichkeiten, PCM-Werte als Differenz zum jeweils vorhergehenden PCM-Wert zu codieren (Differentiale Pulse-Code Modulation, DPCM) und die Quantisierungsschritte in Abhängigkeit vom Signal-Rausch-Verhältnis anzupassen (Adaptive DPCM, ADPCM), werden in Abschn. 8.7.2.8 erläutert.

Die **Samplingrate** sagt aus, wie oft ein analoges Signal pro Sekunde abgetastet wird. Abb. 8.7 zeigt beispielhaft, wie sich die Abtastrate auf die Qualität und die Datenmenge des digitalen Signals auswirkt. Während sich bei einer Samplingrate von 10 kHz der Verlauf des Quellsignals noch gut reproduzieren lässt, ist bei einer Samplingrate von 2 kHz kaum noch eine Ähnlichkeit zu erkennen. Zugleich benötigt das 10 kHz-Sample aber auch fünfmal so viel Speicherplatz wie das 2 kHz-Sample: Innerhalb der ersten Millisekunde werden hier zehn statt nur zwei Werte abgelegt.

Gemäß dem *Nyquist-Shannon-Abtasttheorem* – neuerdings auch bekannt als *Whittaker-Kotelnikow-Shannon (WKS) Sampling-Theorem* – muss die Abtastrate mindestens zweimal so hoch sein wie die Frequenz des abzubildenden Signals, damit ein vollständig rekonstruierbares Signal ohne Informationsverlust gespeichert werden kann (Nyquist 1928; Shannon 1949). Liegt die Abtastrate zu niedrig, so werden Frequenzanteile, die ursprünglich höher waren als die halbe Abtastrate, als niedrigere Frequenzen interpretiert (Alias-Effekt). Um dies zu vermeiden, werden vor dem Abtasten mit Hilfe eines Tiefpassfilters Frequenzen

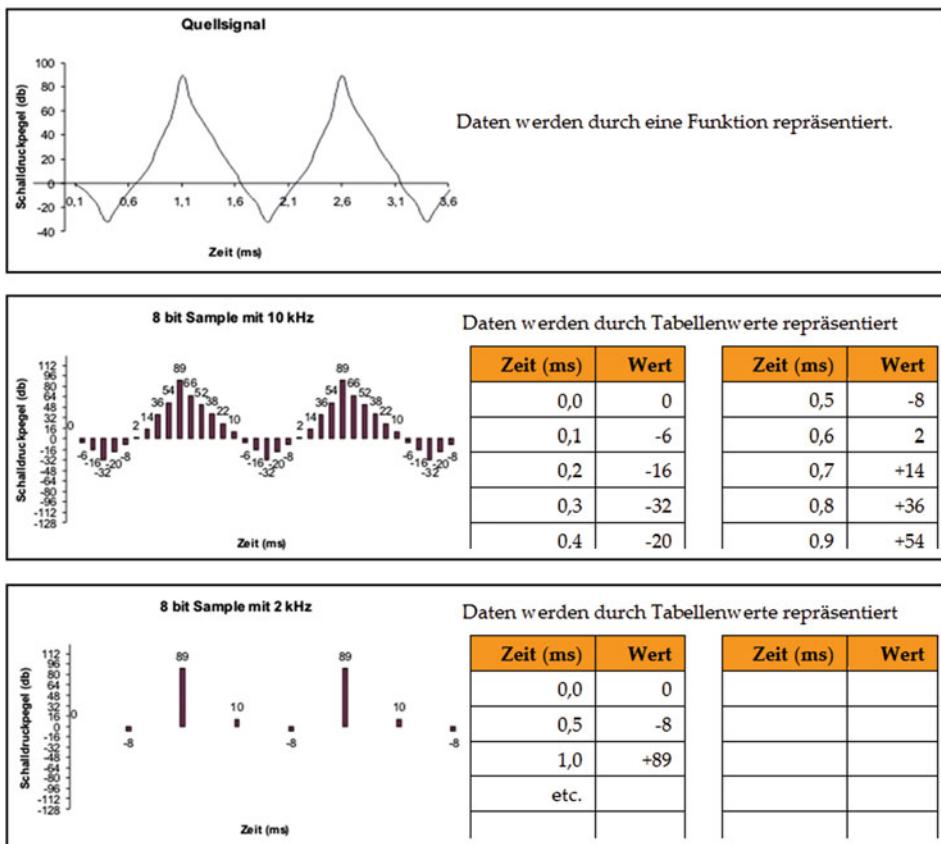


Abb. 8.7 Auswirkung von Samplingraten auf Qualität und Datenmenge

Tab. 8.3 Typische Samplingraten von Audiodaten und ihre Anwendungsgebiete

Samplingrate (Hz)	Anwendungsbeispiele
8.000	Digitalisierung menschlicher Sprache, Telefongespräche
11.025 oder 22.050	Niedrige Qualitätsstufen von PCM und MPEG-Audio
32.000	miniDV Digital Video Camcorder, Digital Audio Tape (Langspielmodus), Deutsches Digitales Satellitenradio
44.100	Audio-CD, MPEG-1 Audio in (Super) Video CDs, MP3
48.000	Digital TV, DVD, Professionelle Audioaufnahmen
88.200 oder 176.400	Professionelle Tonstudientechnik
96.000 oder 192.000	BD-ROM (Blu-Ray-Read Only-Memory-Disc) Tonspuren

oberhalb der halben Abtastrate gedämpft und niedrige ungehindert durchgelassen.⁶ Legt man als Beispiel zugrunde, dass die obere menschliche Hörschwelle bei ca. 20.000 Hertz (Hz) liegt, so kommt man bei einer Signalfrequenz von maximal 22.050 Hz auf eine Abtastrate von 44.100 Hz, welche auch im Audio-CD-Standard definiert ist. Typische Samplingraten und ihre Anwendungsgebiete zeigt Tab. 8.3.

Die **Samplingtiefe** sagt aus, wie viel unterschiedliche Klassen zur Verfügung stehen, denen das Ergebnis eines Abtastvorgangs zugeordnet werden kann. Je mehr Klassen verfügbar sind, desto genauer lässt sich der abgetastete Wert abbilden und umso geringer ist das auf Grund von Rundungsfehlern auftretende Quantisierungsrauschen.

Die Anzahl der Klassen hängt vom Speicherplatz ab, der zum Speichern eines Wertes zugebilligt wird. Bereits ein zusätzlich verwendetes Bit führt zu einer Halbierung des Quantisierungsfehlers, da sich die Anzahl der möglichen Werte für das digitale Signal verdoppelt. Bspw. lassen sich mit einem Datenwort der Länge 8 bit ($2^8 =$) 256 mögliche Werte darstellen, bei 9 bit schon ($2^9 =$) 512 Werte usw. Typische Abtasttiefen sind 8, 16 und 24 bit. Eine Samplingtiefe von 8 Bit wird ausschließlich bei der Übertragung von Telefongesprächen genutzt, da diese Abtasttiefe lediglich ($2^8 =$) 256 unterschiedliche Werte erlaubt (siehe Y-Achsen der beiden Samples in Abb. 8.7) und daher zu starken Quantisierungsfehlern und hörbarem Rauschen führt. Bei Audio-CDs ist eine Auflösung von 16 Bit Standard. Die Y-Achsen der beiden Samples in Abb. 8.7 hätten also 2^{16} Einteilungen, die den ganzzahligen Wertebereich von -32.768 bis +32.767 abdecken. Ein Speicherplatz von 24 Bit erlaubt es, ($2^{24} \approx$) 16,7 Mio. Signalzustände abzubilden und wird in Tonstudios verwendet, um den Rauschpegel zu minimieren, wenn mehrere analoge Quellen gemischt werden. Im Heimbereich machen sie wenig Sinn, da dort Mikrofone

⁶Weitere Störquellen, wie z.B. Abweichungen von den präzisen Abtastintervallen (Jitter), durch analoge Schaltkreise induzierte Störimpulse (Noise) oder mangelhafte Anpassungsgeschwindigkeit des Ausgangssignals durch den ADC bei schnellen Änderungen (Slew Rate Limit Error) sind nicht Gegenstand dieser Betrachtung.

und Lautsprecher meist gar nicht in der Lage sind, in so feinen Nuancen aufzunehmen bzw. wiederzugeben.

Die **Anzahl der Kanäle** beträgt derzeit je nach Verfahren zwischen 1 (Mono) und 8 (7.1 Raumklang).

Die Datenmenge eines digitalen Audiosignals berechnet sich also aus Samplingrate (Hz) x Samplingtiefe (bit) x Anzahl Kanäle x Spieldauer (s). Die adäquate Einstellung der ersten drei Parameter hängt vor allem vom Anwendungsfall ab, insbesondere vom Inhalt der Audiodaten (z. B. Telefongespräch oder Konzertaufnahme), den Datenübertragungsmöglichkeiten (z. B. Global System for Mobile Communications (GSM) oder Digital Subscriber Line (DSL), sowie den Speicher-, Verarbeitungs- und Wiedergabemöglichkeiten des ausgebenden Endgerätes (z. B. Mobiltelefon oder hochwertiger Multimedia-PC).

Die Audioformate lassen sich, vereinfacht dargestellt, in drei Gruppen einteilen:

- „**Rohdaten“-Formate**, die sich durch ihren Dateiaufbau sowie die Verbreitung auf den Betriebssystemen Windows, Macintosh und Unix unterscheiden. Sie enthalten i. d. R. unkomprimierte Daten. Hierzu gehören u. a. die weiter unten vorgestellten Formate Wavelet (WAV), Audio Interchange File Format (AIFF) und NeXT/Sun Format Audio File-Format sowie als Sonderform das Musical Instrument Digital Interface (MIDI)-Format.
- **Verlustfreie komprimierte Formate**, die sich zusätzlich zum Dateiaufbau durch den verwendeten Kompressionsalgorithmus unterscheiden. Hierzu gehören u. a. Apple Lossless Audio Codec (ALAC), Free Lossless Audio Codec (FLAC) und das Monkey's Audio-Format. Ihnen ist gemein, dass sie eine relativ geringe Kompressionsrate bieten (ca. 1:1,5 bis 1:2) und dass nur eine begrenzte Anzahl an Abspielgeräten diese Formate unterstützen. Da sie bei der Komprimierung mit Entropiekodierungen (z. B. Wörterbuchverfahren, siehe Abschn. 8.7.2.3) und Redundanzelimination (z. B. Kanalkopp lungsverfahren (siehe Abschn. 8.7.2.7) und arbeiten, liegt ihr großer Vorteil in der vollständigen Widerherstellbarkeit der ursprünglichen Informationen und in Folge dessen in der Unabhängigkeit von künftigen Codec-Entwicklungen. Oft handelt es sich um asymmetrische Verfahren, bei denen das Kodieren deutlich länger dauert als das Decodieren (Abspielen). Einige Codecs wie WavPack und OptimFROG bieten einen hybriden Modus an, der zwar verlustbehaftet komprimiert, aber zugleich auch eine Korrekturdatei erstellt, welche die verlustfreie Rekonstruktion der Originaldaten gestattet. Daher eignen sie sich hervorragend für die Archivierung, aber weniger für die Distribution im Web, und werden in diesem Buch nicht im Einzelnen vorgestellt.
- **Verlustbehaftet komprimierte Formate**, die sich zusätzlich zum Dateiaufbau durch den verwendeten Kompressionsalgorithmus bzw. Codec unterscheiden. Bekannte Vertreter dieser Gattung sind MPEG Audio Layer 3 (MP3) und dessen Weiterentwicklung MP3 pro, Advanced Audio Coding (AAC) und dessen Weiterentwicklung High Efficiency AAC (auch AAC+ genannt), Windows Media Audio (WMA) und dessen professionelle Variante WMA pro sowie Vorbis und Opus. Wichtig bei der Beurteilung der Codec-Formate ist die Klangqualität in Abhängigkeit von der gewählten Bitrate des Ausgangssignals. Die für das komprimierte Signal zur Verfügung stehende Bandbreite

bestimmt die empfundene Hörqualität über die Cutoff⁷-Frequenzen und den Kompressionsfaktor für den innerhalb dieser Grenzen liegenden Signalbereich. Weitere wichtige Kriterien sind Lizenzkosten für die Codecs, die Verbreitung des Formates bzw. geeigneter Player und – für Echtzeitanwendungen wie Internettelefonie – die Latenzzeit (von lat. latere – verborgen sein; bezeichnet hier den Zeitraum zwischen einem Benutzerereignis und der wahrnehmbaren Reaktion des Systems, währenddessen die Systemaktivität für den Betrachter verborgen ist (Verzögerungszeit, Reaktionszeit).)

Im September 2007 stellte eine Arbeitsgruppe der Europäischen Rundfunkunion (European Broadcasting Union, EBU) die Ergebnisse einer vergleichenden Studie zur Hörqualität von verlustbehafteten Mehrkanal-Audio-Codecs vor (EBU 2007).

In einem standardisierten Verfahren (Multi-Stimulus Test with Hidden Reference and Anchor, MUSHRA) wurden typische Ausschnitte aus Radio- und TV-Programmen mit je nach Anwendungsgebiet unterschiedlichen Codecs und Bitraten komprimiert und anschließend von ca. 150 Testern hinsichtlich ihrer wahrgenommene Qualität auf einer kontinuierlichen Skala von 0 bis 100 Punkten bewertet. Die so entstanden 14.000 Bewertungen dienten als Datenbasis zum Ermitteln der arithmetischen Mittel und 95 %-Konfidenzintervalle. Die Ergebnisse der zweiten Testphase (mit für das Internet geeigneten Bitraten) gibt Abb. 8.8 wieder (EBU 2007, S. 22). Die schwarzen horizontalen Linien repräsentieren darin den Durchschnittswert, die grauen Kästen das 95 %-Vertrauensintervall. Der unterste Punkt in den durchgängigen vertikalen Linien spiegelt die durchschnittlich schlechteste Bewertung der Hörproben wider (als besonders problematisch erwies sich die Hörprobe „Applaus“).

Es zeigt sich, dass zum Erreichen der Qualitätsstufe „Exzellent“ (mindestens 80 Punkte auf der MUSHRA-Skala) im Allgemeinen relativ hohe Bitraten erforderlich sind, z. B. 448 kbit/s bei Dolby Digital (DD) und 320 kbit/s bei Advanced Audio Coding (AAC). Lediglich High Efficiency Advanced Audio Coding (HE AAC) befindet sich bereits bei 128 kbit/s im Bereich zwischen „Gut“ und „Exzellent“ und erzeugt ab 160 kbit/s eine „exzellente“ Hörqualität, also im Vergleich zu den anderen genannten Codecs bei einem Drittel bzw. der Hälfte der Bitrate. Allerdings weisen die Ergebnisse für HE bei den unterschiedlichen Hörproben eine starke Varianz auf und befinden sich insbesondere bei der Codierung von Applaus nur im Bereich „mittelmäßig“. Bei identischen Bitraten dominiert HE AAC aber eindeutig alle anderen Verfahren.

8.3.1 WAV

Das Datei-Suffix „.wav“ bzw. die Abkürzung WAV dieses klassischen Formates stehen für Wavelet (Neologismus für „kleine Welle“). Es wurde von IBM und Microsoft auf Basis des Resource Interchange File Format (RIFF) entwickelt. Dieses Format lehnt sich wiederum

⁷Von „to cut off“ (engl.) für etwas abschneiden. Der zu komprimierende Datenstrom wird ab dieser Grenzfrequenz abgeschnitten; höherfrequente Informationen werden nicht berücksichtigt. Je nach Codec und Bitrate liegt obere Cutoff-Frequenz zwischen 13,3 und 20 kHz.

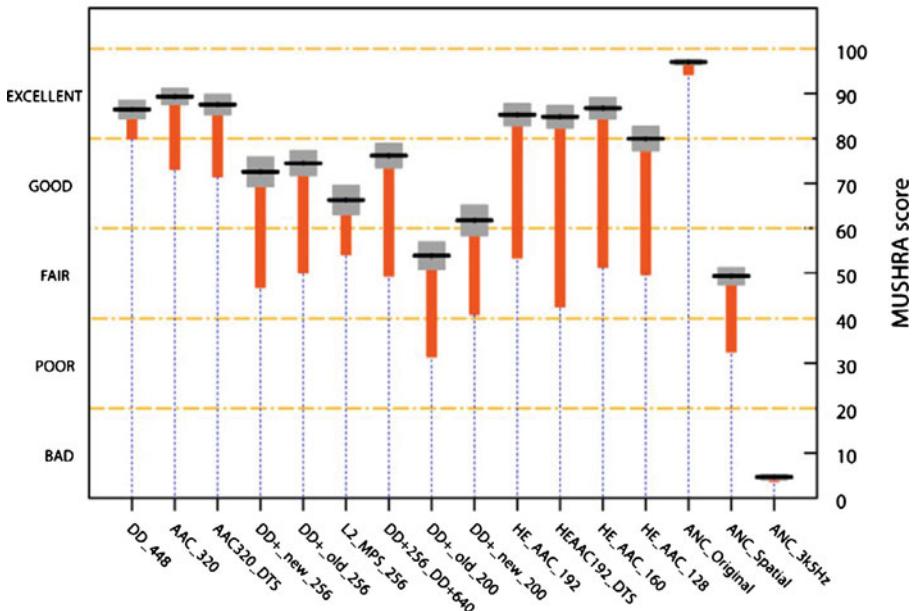


Abb. 8.8 Hörqualität vom verlustbehafteten Mehrkanal-Audio-Codecs

sehr stark an das 1985 von der Firma Electronic Arts veröffentlichte Interchange File Format (IFF) an. Abb. 8.9 stellt vereinfacht die Struktur von RIFF/IFF-Dateien dar (Henning 2001, S. 103).

Das unter dem Betriebssystem Windows stark verbreitete WAV-Format ist ein Containerformat. Es unterteilt die in der Abb. 8.9 dargestellten Blöcke (Chunks) nochmals in Format-Chunks, die u. a. die Anzahl der Kanäle und die Samplingrate enthalten, und in Daten-Chunks, welche die eigentlichen Audiodaten enthalten. Diese liegen normalerweise in der unkomprimierten Pulscodemodulation vor (siehe Abb. 8.6); es sind aber auch andere Formate wie ADPCM (siehe Abschn. 8.7.2.7) oder A-Law und μ -Law (siehe Abschn. 8.7.2.8) möglich (Henning 2001, S. 151). Da dieses Format i. d. R. unkomprimierte Audiodaten enthält, ist die Klangqualität in diesen Fällen nur vom Eingangssignal und den bei der Analog-Digital-Wandlung eingestellten Parametern abhängig, weshalb es sich als Referenz und Basis für die verschiedenen verlustbehafteten Formate eignet. Allerdings ist die Datenrate mit ca. 10 MB pro Minute bei CD-Qualität groß (siehe Abschn. 8.7).

Die Pendants zu WAV sind im Apple Macintosh-Bereich Audio Interchange File Format (AIFF) und unter Unix bzw. seinen Derivaten das NeXT/Sun Format Audio File Format (AU).

Das AIFF-Format (Dateiendung „.aiff“ oder „.aif“) stellt, genauso wie das WAV-Format, ebenfalls eine Erweiterung der bereits erwähnten IFF-Spezifikation für unkomprimierte Audio-Daten dar, dessen Dateigröße der von WAV-Dateien entspricht.

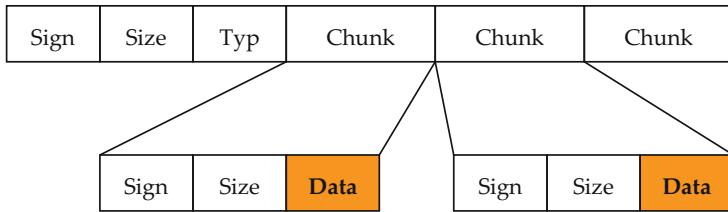


Abb. 8.9 Struktur von IFF/RIFF-Dateien

AU – Audiofile (Dateiendung „.au“ oder „.snd“) ist ein klassisches Format, das zusammen mit den NeXT-Computern eingeführt wurde und im Unix-Bereich stark verbreitet ist. Die Dateien bestehen aus einem Datenbereich, der durch einen vorhergehenden Header spezifiziert wird. Dieser enthält u. a. die Anzahl der Kanäle, eine Textinformation und weitere Details zum sich anschließenden Data-Bereich. Die eigentlichen Musikdaten liegen analog zum WAV-Format i. d. R. als PCM-Werte vor, können (vor allem bei Sprachdaten) aber auch ADPCM- oder A- bzw. μ -Law-codiert sein. Die Dateigröße ist damit vergleichbar mit WAV und AIFF.

8.3.2 MIDI

Das Musical Instrument Digital Interface (MIDI) mit der Dateiendung „.mid“ wurde 1982 von der Musikindustrie entwickelt und hat sich als Standardprotokoll für die Beschreibung musikalischer Signale etabliert. Es ermöglicht die Übertragung codierter Musiksignale zwischen elektronischen Musikinstrumenten bzw. PCs und ist sozusagen ein Format „.... zur Fernsteuerung von Musikinstrumenten“ (Holzinger 2000, S. 102), das keine eigentlichen Musiksignale, sondern nur deren Beschreibung enthält. Mit MIDI bezeichnet man sowohl das eigentliche Datenformat, als auch Schnittstellen und Musik nach diesem Standard.

Im Gegensatz zu bisher erläuterten Audioformaten werden keine codierten Abtastwerte, sondern MIDI-Events gespeichert, die aus einer zeitlichen Position und einer MIDI-Nachricht bestehen (MMA 1996). Die Nachricht kann z. B. die Tonhöhe, den MIDI-Kanal, die Tastenanschlagsdauer- und -stärke oder auch Steuerungsnachrichten für ein Musikinstrument beinhalten. Sie wird an den Klangerzeuger (das Musikinstrument bzw. im Computer den Synthesizer auf der Soundkarte) geschickt, sobald das Musikstück die zeitliche Position dieses MIDI-Events erreicht hat.

Durch dieses Prinzip beanspruchen Musikstücke nur einen sehr geringen Platzbedarf. Beispielsweise benötigt eine Minute Musik nur ca. 20 KB. Außerdem eignet sich MIDI sehr gut zum Komponieren, da sich Noten (also MIDI-Events) auf dem virtuellen Notenblatt eines MIDI-Sequenzers, ein Softwaretool zum Aufzeichnen, Verändern und Speichern von MIDI-Dateien (siehe Abschn. 8.8.3.1) einzeln setzen und modifizieren lassen.

Nachteile resultieren aus der synthetischen Klangerzeugung: Sprache oder sonstige Geräusche sind nicht möglich, und die Klangqualität der Musik hängt sehr stark vom Klangerzeuger ab. Sie kann daher auf unterschiedlichen Systemen stark variieren und auch relativ schlecht sein.

8.3.3 MP3

MPEG Audio Layer 3 (MP3) ist das derzeit wohl bekannteste und am weitesten verbreitete aller verlustbehafteten Audioformate und ist Bestandteil der MPEG-Standardisierung. Es wurde seit 1987 am Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen (Fraunhofer IIS) in Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen entwickelt, 1991 vorgestellt und im folgenden Jahr als ISO-MPEG Audio Layer-3 (ISO/IEC 13818-3:1998) standardisiert. Die Kompression basiert auf dem psychoakustischen Modell (siehe Abschn. 8.7.2.8). Der Aufbau der MP3-Dateien ist in Abb. 8.10 dargestellt (Finlayson 2001).

Wichtige Felder des Header kennzeichnen das Format (MPEG 1 oder MPEG 2), den verwendeten Layer (1, 2 oder 3) sowie Anzahl der Kanäle (CCount=mono bzw. stereo), und die Angabe, ob der CRC-Block (Cyclic Redundancy Check) genutzt wird.

Nach dem Header folgt eben dieser optionale CRC-Block, welcher unter Angabe einer Prüfsumme die Kontrolle von kritischsten Partien des Datenstroms ermöglicht. In den Zusatzinformationen („Side-Info“) werden u. a. die Huffman-Bäume, mit denen die Hauptdaten codiert sind, sowie einem Zeiger auf die tatsächlich zum Block gehörenden Daten gespeichert.

Da der Header nicht unbedingt nötig ist, um eine Datei abzuspielen, ist mit MP3 auch Streaming möglich (Holzinger 2001, S. 108).

Am Ende einer MP3-Datei steht der 128 Byte große ID3-Tag, der Metadaten im ASCII-Zeichensatz enthält (Titel des Stückes, Interpret, Titel der CD, Erscheinungsjahr, Kommentar, Genre ID).

MP3 unterstützt im MPEG-1 Modus Stereo bzw. im MPEG-2 Modus bis zu 5.1-Kanäle mit einer Samplingrate zwischen 16 kHz und 48 kHz und kann mit konstanter oder variabler Bitrate komprimieren. In MPEG Audio sind drei verschiedene Layer definiert. Die Komplexität und die Kompressionsraten (Tab. 8.4, Shmueli et al. 2004) nehmen dabei von Schicht zu Schicht zu.

Geht man wieder von einer unkomprimierten Dateigröße von ca. 10 MB für ein einminütiges Stereosignal mit 16 Bit und 44,1 kHz aus, so lässt sich dieses Signal durch

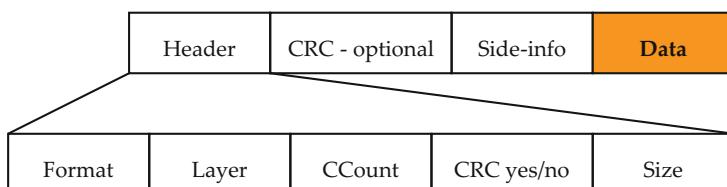


Abb. 8.10 Struktur von MP3-Dateien

Tab. 8.4 Kompressionsraten der Layer des MPEG Audio

Layer	Kompressionsrate	Datenrate (Stereosignal)
1	1:4	384 kbit/s
2	1:6 bis 1:8	256 bis 192 kbit/s
3	1:10 bis 1:12	128 bis 112 kbit/s

Komprimierung in das MP3-Format bei einer Datenrate von 128 kbit/s auf ca. 1 MB verringern. Auch wenn das Ergebnis dieser Einstellung oft als „CD-Qualität“ beschrieben wird, sollten audiophile Zeitgenossen besser eine Datenrate von 160 oder 192 kbit/s wählen, um auch die naturgetreue Wiedergabe komplexer Klangbilder auf hochwertigen Endgeräten sicherzustellen.

Höhere Kompressionsraten führen zu kleineren Datenmengen, aber auch zu einer geringeren Qualität. So wird ein Eingangssignal bei einer Bitrate von 64 kbit/s zwar im Verhältnis von 1:24 komprimiert, die Klangqualität reicht aber nur knapp an die eines UKW-Radiosenders heran, und eine Bitrate von 8 kbit/s komprimiert die Daten gar im Verhältnis 1:96, eignet sich aber kaum für Telefongespräche. Problematisch ist auch die Codierung plötzlicher, lauter Signale, die häufig zu klingernden Artefakten (Pre-Echo-Problem) führen.

Nachfolger ist nicht die im nächsten Kapitel vorgestellte Weiterentwicklung MP3Pro, sondern das AAC-Format im übernächsten Kapitel.

8.3.4 MP3Pro

Dieses Format wurde 2001 von Coding Technologies im Auftrag von Thomson Multimedia entwickelt (MP3Pro 2009). Es stellt eine Erweiterung von MP3 dar und ist für die Codierung in niedrigen Bitraten (um 64 kbit/s) optimiert. Zum Einsatz kommt zusätzlich die Spektralband-Replikation (SBR), um den Qualitätsabfall durch das psychoakustische Modell im niederen Bitraten-Bereich (unter 96 kbit/s) auszugleichen (Ziegler et al. 2002). Da bei niederen Bitraten die meisten Codecs nicht mehr die volle Frequenzbandbreite darstellen können und vor allem im Hochtonbereich starke Qualitätseinbußen auftreten, versucht die SBR, fehlende hohe Frequenzen aus dem Mittelfrequenzbereich zu errechnen. Die Datei besteht somit im Prinzip aus einem MP3-Teil für die niederen Frequenzen und einem SBR-Teil für die Hochfrequenzen. MP3Pro wird zwar auch von normalen MP3-kompatiblen Playern gelesen, dabei werden jedoch die SBR-Informationen ignoriert, was zum Verlust der Hochtonfrequenzen führt. Um die SBR-Informationen auszulesen, ist somit ein spezieller MP3Pro-Player erforderlich.

Klanglich konnte MP3Pro vor allem bei 64 kbit/s in Verbindung mit einem speziellen MP3Pro-Player überzeugen, bei 128 kbit/s landete es bei Tests nur im Mittelfeld (siehe z. B. Hansen 2002; Brunn 2001; Laue und Zota 2002; Sonera 2004). Bei höheren Bitraten bietet diese Technologie keine Vorteile, da sie Hochtöne synthetisch erzeugt, wodurch sich die Klangqualität verschlechtert. Verwendung findet MP3Pro somit vor allem in Bereichen wie Internetradio etc., wo niedrige Bitraten erforderlich sind. Allerdings unterstützen bei weitem nicht alle Abspielprogramme dieses Format.

8.3.5 AAC

MPEG-2 Advanced Audio Coding (AAC) ist eine unter der Federführung des Fraunhofer Instituts durchgeführten Entwicklung des MP3-Nachfolgers. Das AAC-Format wurde 1997 in die MPEG-2 Standards aufgenommen (ISO/IEC 13818-7:1997). Es beinhaltet grundsätzlich die gleichen Funktionsprinzipien wie MP3, wurde aber im Rahmen des MPEG-4 Standards ACC nochmals um MPEG-4 Tools (z.B. eine höhere Aufteilung der Subbänder und Verbesserungen bei der Huffman-Codierung) erweitert (ISO/IEC 13818-7:2006). Dadurch wurde u.a. das Pre-Echo-Problem entschärft und die Daten lassen sich nochmals um 30 % – 50 % effizienter als im MP3 Format speichern (Kompressionsfaktor von 1:16 bei CD-naher Qualität). AAC kann mit konstanter oder variabler Bitrate verwendet werden und unterstützt bis zu 48 Tonkanäle mit bis zu 96 kHz Abtastrate sowie digitales Rechteverwaltung (Digital Rights Management, DRM). Je nach Einsatzgebiet sind unterschiedliche Profile verfügbar:

- Für mittlere bis hohe Bitraten ein Low Complexity (LC)-Profil.
- Für niedrige (um 96 kbit/s) bis sehr niedrige (unter 48 kbit/s) Bitraten ein High Efficiency (HE)-Profil, das in der Version AACplus v1 Spektralband-Replikation (SBR) und in der Version AACplus v2 zusätzlich Parametrisches Stereo (PS) einsetzt (AACPlus 2008). Bei der SBR werden nur die niedrigen Frequenzen codiert und die hohen Frequenzen mittels Parametern wie Tonalität und Spektralhüllkurve beschrieben. Bei der Wiedergabe werden dann die niedrigen Frequenzen decodiert und die hohen Frequenzen repliziert, indem das decodierte Spektrum entsprechend der übertragenen Parameter transponiert wird. PS generiert einen Mono Downmix mit Hilfe des AAC Encoders und gibt dem Signal das Stereobild als Seiteninformationen mittels Parametern wie der akustischen Position eines Klangs (Panning) und der Korrelation zwischen den Kanälen mit. Beim Abspielen wird zunächst das Mono Downmix Signal decodiert und auf Basis der im Seitenkanal übertragenen Parameter das Stereobild wiederhergestellt.
- Für Sprachkommunikation ein auf geringe Verzögerungszeiten (20 ms) bei mittleren (um 128 kbit/s) bis hohen Bitraten (bis 256 kbit/s) ausgelegtes Low Delay (LD)-Profil. Für niedrige Bandbreiten bei der Sprachkodierung steht aus dieser Familie das Enhanced Low Delay Format (AAC-ELD 2) zur Verfügung, welches eine auf kurze Verzögerungszeiten optimierter MDCT-Filterbank und Spektralbandreplikation nutzt (AAC-ELD 2013). Bei einem Hörtest der Deutsche Telekom im Juni 2010 (DTAG 2010) erzielte AAC-ELD für Monosignale bereits bei einer Bitrate von 32 kbit/s eine exzellent Hörqualität (über 80 MUSHRA Punkte), während andere Codes (G.719, G.722.1-C...) dafür 48 kbit/s benötigten. Bei Stereosignalen codierte AAC-ELD ebenfalls effizienter als die anderen Codecs im Test und erreichte eine exzellente Hörqualität bei Bitraten ab 48 kbs. Die aktuelle Weiterentwicklung AAC-ELD v2 zeichnet sich darüber hinaus durch Low Delay MPEG Surround (MPS) und eine in Hinblick auf die Verzögerungszeit weiter verbesserte Codestruktur aus.

Als Dateiendungen gebräuchlich sind insbesondere „aac“ (für den reinen Codestream) sowie „mp4“ (Containerformat, das außer den Audiodaten auch andere Multimediainhalte, Metainformationen und DRM-Daten enthalten kann) und „m4a“ (nicht standardkonforme Namensgebung durch Apple für MP4-Container, die ausschließlich Audiodaten enthalten).

Nach einer vergleichenden Studie der EBU dominiert die Hörqualität von AAC bei identischen Bitraten alle anderen Verfahren (siehe Abb. 8.8). Dennoch konnte es bisher MP3 am Markt nicht verdrängen. Da es aber als Standardverfahren für MPEG-4-Videos eingesetzt wird und mittlerweile im privaten Bereich frei verwendbare Codecs (z. B. von Nero) verfügbar sind, dürfte dies nur eine Frage der Zeit sein.

Auf Grund der Charakteristika der menschlichen Sprachkommunikation und der stark begrenzten Bandbreite in Telefonnetzen werden für die Codierung menschlicher Sprache meist andere Codes verwendet (z. B. Extended Adaptive Multi-Rate – Wideband, AMR-WB+) als für Musik und allgemeinen Klang (z. B. HE-AACv2). Einen gemeinsamen Codec für die effiziente Codierung von sowohl Sprache als auch allgemeinen Audiosignalen (Unified Speech and Audio Coding, USAC) zu schaffen, ist Gegenstand von MPEG-D Part-3 USAC (ISO/IEC 23003–3:2012). Dabei handelt es sich um das neue Profil Extended HE AAC (xHE-AAC), das HE-AACv2 um USAC erweitert. xHE-AAC basiert auf HE-AACv2 oder einem vergleichbaren Codec und verwendet in der Phase des (partiellen) parametrischen Stereo-codierens Unified Stereo Coding und für die hohen Audiofrequenzen eine verbesserte Spektralbandreplikation (Enhanced Spectral Band Replication, eSBR). Das verbleibende Signal wird mit Hilfe einer MDCT basierten Transformation und Sprachkodierungstechnologien beschrieben, etwa Linear Predictive Coding (LPC), Algebraic Code Excited Linear Prediction (ACELP) und einem Bassfilter für die Klangverbesserung.

Die weitere Entwicklung beschäftigt sich laut Lutzky und Rettelbach (2013, S. 17 ff.) mit den folgenden Punkten:

- Die Identifikation von Audioobjekten und ihrer separaten Steuerbarkeit bei der Wiedergabe: MPEG Spatial Audio Object Coding (SAOC) soll es dem Benutzer ermöglichen, das Hörerlebnis an seine momentanen Bedürfnisse anzupassen. So lassen sich etwa die relative Lautstärke von Sprache bzw. Dialogen je nach Inhalt des Audiostreams (z. B. Sportübertragung, Film, Oper) und individuellen Faktoren wie Umgebungsbedingungen, Hörvermögen und Vertrautheit mit der Sprache anpassen.
- Angedacht ist darüber hinaus ein weiteres Format für hochauflösenden Raumklang mit bis zu 22.2 Kanälen, das bei Bitraten ab 256 kbit/s gestatten soll, einzelne Audioobjekt im Raum zu platzieren und so ein möglichst originalgetreues 3D Audioerlebnis zu schaffen (MPEG-H 3D-Audio).

8.3.6 WMA

Windows Media Audio (WMA) ist ein verlustbehafteter Codec der Windows Media-Formatfamilie, die außerdem auch eine verlustfreie Variante (WMA Lossless) und eine spezielle Variante für die Sprachkompression (WMA Voice) umfaßt. Die standardmäßige Codierung des von Microsoft entwickelten (proprietären) Codec Windows Media Audio basiert auf den wesentlichen Komponenten der MP3-Kompression (z. B. hybride Filterbank und psychoakustisches Modell). WMA Pro unterstützt in der aktuellen Version 24-Bit-/96-kHz-Sampling, Bitraten bis zu 768 kbit/s und 7.1-Kanäle (WMA 2015).

Laut Microsoft ist WMA für niedrige Bitraten optimiert. In Tests sind im Bereich unter 64 kbit/s aber nur leichte Vorteile gegenüber MP3 zu verzeichnen, während Ogg Vorbis, AAC oder MP3Pro auch bei dieser Bitrate besser abschneiden (Hansen 2002; Brunn 2001; Laue und Zota 2002; Sonera 2004).

Dennoch konnte sich dieses Format auf Grund der Verbreitung von Microsofts Betriebssystemen bzw. Media Player Software am Markt neben MP3 positionieren. Während private Anwender eher MP3 bevorzugen, setzen einige professionelle Musikdienste und Onlineshops wegen des integrierten Digitalen Rechte managements auf WMA.

Die reinen Audiodateien sind an der Endung „.wma“ erkennbar. Sie werden häufig, z. B. bei Internetstreams, in das Container-Format Advanced System Format (ASF) eingebettet und tragen dann das Suffix „.asf“.

8.3.7 Ogg Vorbis

Ogg Vorbis wurde von der Xiph.org-Foundation als Open Source-Software entwickelt und ist daher, entgegen den meisten anderen (verlustbehafteten) Formaten, frei von Patent- oder Lizenzgebühren. Ogg ist ein Container für eine Reihe unterschiedlicher Medienformate (Ogg 2016) (siehe auch Abschn. 8.4.4) und Vorbis ein mögliches Audiokompressionsverfahren (Vorbis 2015), dessen Daten in dem Container abgelegt werden können.

Ogg Vorbis erlaubt Samplingraten von 8 bis 192 kHz und eine Quantisierung mit 16 oder 24 bit. Der Codec unterstützt bis zu 255 diskrete Kanäle und ist streamingfähig. Ogg Vorbis arbeitet wahlweise mit variablen Bitraten bis 128 kbit/s pro Kanal oder mit konstanten Bitraten bis 500 kbit/s.

Der Kompressionsalgorithmus von Vorbis basiert, analog zu MP3, auf einem psychoakustischen Modell, soll diesem jedoch überlegen sein, und bei vergleichbarer Klangqualität eine geringere Dateigröße aufweisen (Baur und Mandau 2002). Die Qualität wurde im Rahmen von Hörtests sowohl bei 64 kbit/s als auch bei 128 kbit/s als sehr gut bewertet (siehe z. B. Hansen 2002; Brunn 2001; Laue und Zota 2002; Sonera 2004).

Zur Speicherung von Metadaten bietet Vorbis Comments an, die in etwa den ID3-Tags bei MP3- oder AAC-Dateien entsprechen.

Im PC-Bereich ist dieses Format eine echte Alternative zu MP3 und AAC, weil die zur Codierung und Dekodierung notwendigen Dateien frei im Netz herunter geladen werden

können. Der Nachteil von Ogg Vorbis liegt darin, dass es von vielen Hardwareplayern momentan noch nicht abgespielt werden kann, auch wenn die Unterstützung in den vergangenen Jahren zugenommen hat.

Eine weitere nennenswerte Open Source-Alternative ist Musepack (ehemals MPEGplus), dessen Klangqualität bei hohen Bitraten sogar die von Ogg Vorbis übertrifft und bei deutlich geringerem Speicherbedarf selbst gegen verlustfreie Codec-Formate wie FLAC sehr gut abschneidet. Da die praktische Relevanz wegen der minimalen Unterstützung durch gängige Hard- und Softwareplayer gering ist, wird auf Musepack in diesem Buch nicht weiter eingegangen.

8.3.8 Opus

Opus ist ein recht junges Format, welches die Codec-Arbeitsgruppe der Internet Engineering Task Force (IETF) seit September 2012 als internationalen Offenen Standard für die verlustbehaftete Audiodatenkompression im Netz empfiehlt (Valin et al. 2012) und eine aktuelle Referenzimplementierung inklusive des in der Programmiersprache C geschriebenen Quellcodes als freie Software unter einer BSD-ähnlichen Lizenz zur Verfügung stellt (Opus 2014a).

Opus erlaubt Samplingraten von 8 bis 48 kHz und unterstützt bis zu 255 Kanäle. Anders als z. B. Vorbis arbeitet Opus aber mit Paaren von 2 diskreten Kanälen. Wenn mehr Kanäle als bei Stereo benötigt werden, können mehrere parallele Datenströme in einem Containerformat wie Ogg ausgeliefert (und bei Bedarf auch paarweise gekoppelt) werden. Auf diese Weise sind auch Streaming und die Anreicherung um Metadaten möglich. Opus arbeitet mit variablen und konstanten Bitraten von 6 kbit/s bis 510 kbit/s. Es eignet sich auf Grund niedriger Latenzzeiten im Besonderen für interaktive Echtzeitanwendungen, wie etwa Telefonie oder Videokonferenzen.

Das Format kann auf zwei unterschiedliche Algorithmen zurückgreifen: Für hohe Frequenzen ab 8 kHz eine Constrained Energy Lapped Transform (CELT), die auf Basis der modifizierten diskreten Kosinustransformation (MDCT) arbeitet und speziell auf kurze Latenzzeiten ausgelegt ist, und für Frequenzen unterhalb 8 kHz eine Variante von Skypes SILK-Algorithmus, der auf Linear Predictive Coding (LPC) basiert und für die Kompression menschlicher Sprachsignale optimiert ist (Vos et al. 2010). Damit sind drei unterschiedliche Modi möglich: einer für allgemeine Audiodaten (inklusive Sprache und Musik) und zwei für reine Sprachübertragungen, zwischen denen auch zur Laufzeit gewechselt werden kann. Die Modi unterscheiden sich im Wesentlichen darin, ob die obere Cut-off-Frequenz von normalerweise 20 kHz herabgesetzt wird und ob auch für niedrige Frequenzen CELT statt SILK verwendet wird.

Opus könnte sich zu einer ernsthaften Alternative zu AAC entwickeln, da die Hörqualität der von HE-AAC überlegen sein soll (Hydrogenaudio 2011), die Latenzzeit niedriger als bei LD-AAC (Opus 2014b) und die zur Codierung und Dekodierung notwendige Software kostenlos und frei zur Verfügung steht. Wichtigstes Hindernis ist die derzeit noch geringe

Hardware- und Softwareunterstützung (z. B. ist keine Wiedergabe mit Microsofts Internet Explorer möglich).

8.4 Videos

Videos bestehen aus einer zusammengehörigen Menge zeitlich aufeinander folgender Bilder, die mit Audioinformation und Text kombiniert sein können. Handelt es sich bei den Bildern um Vektorgrafiken, so spricht man i. d. R. von Animationen und im Fall von Rastergrafiken von Videos.

Bei den Videoformaten handelt es sich also in Wirklichkeit um Multimediaformate, die, vereinfacht dargestellt, einen Container für unterschiedliche Video- und Audiodaten und evtl. weiteren Medientypen wie Text (z. B. Untertitel), Navigationselementen (z. B. Bildschirmmenüs) u. Ä. bestehen kann. Aus dem jeweiligen Suffix kann gewöhnlich nicht auf den genauen Inhalt der Datei geschlossen werden. Von entscheidender Bedeutung bei der Bewertung eines Multimediaformates ist die Möglichkeit, viele verschiedene Medientypen mit jeweils unterschiedlichen Kompressionsalgorithmen zu integrieren. Ein weiteres entscheidendes Kriterium ist die Wiedergabe der Dateien auf den verschiedenen Hardware- und Software-Playern, insbesondere im Hinblick auf die weit verbreiteten Programme Windows Media Player, iTunes, QuickTime, RealPlayer und VLC. Für den Einsatz im Netz sind vor allem folgende Formate von besonderer Bedeutung:

- Audio Video Interleaved (AVI) ist das älteste vorgestellte Format. Es basiert auf der RIFF-Spezifikation und wurde von Microsoft mit Windows 3.1 als Standardcontainer für den Austausch von Videodaten eingeführt. Da im Header der verwendete Codec vermerkt ist, kann es unterschiedlich codierte Daten enthalten und wurde mit zunehmender Beliebtheit des DivX-Codecs wieder populär. Auch der Aufbau des DivX Networks Media-Formats (Suffix „.divx“) lehnt sich stark an die Struktur von AVI an und wird daher im Rahmen dieses Buchs nicht explizit besprochen.
- Das Advanced Streaming Format, später umbenannt in Advanced System Format (ASF) ist ein von Microsoft entwickeltes, streamingfähiges Containerformat. Es kann mit unterschiedlichen Codecs erzeugte Datenströme enthalten, so lange die Strukturen der Audio- bzw. Video-Streams den Spezifikationen entsprechen. Wurden für die Kompression die proprietären Windows Media Codecs eingesetzt, tragen ASF-Dateien oft die Dateiendung „.wma“ für Windows Media Audio bzw. „.wmv“ für Windows Media Video.
- Das von Apple entwickelte streamingfähige Quicktime (QT) bzw. Movie (MOV)-Format stammt ursprünglich aus der Macintosh-Welt. QuickTime stellt eine sehr leistungsfähige Multimedia-Architektur dar. Der Aufbau der MOV-Dateien ist standardisiert und bildet nur den Rahmen, in den sich verschiedene Medientypen mit evtl. unterschiedlichen Codecs integrieren lassen. Es stellt zugleich die Basis für das MPEG-4-Dateiformat (MP4).

- Das Containerformat von Real Networks RealMedia (RM) wird vor allem für das Streaming eingesetzt und enthält mit proprietären Codecs generierte Audio („.ra“), Video („.rv“, „.rm“ oder „.rmvb“) oder Daten, die lediglich auf die eigentliche Multimedia-Datei verweisen („.ram“ und „.rpm“).
- Im Open-Source-Sektor sind vor allem der Matroska-Container für Audio (MKA) bzw. Audio/Video (MKV) in der Public Domain sowie der Container für Ogg-Formate (Ogg) der Xiph.org-Foundation nennenswert.
- Das Third Generation Partnership Project (3GPP) hat speziell für den Einsatz in mobilen Systemen – etwa für Handy-/Smartphonevideos und den Multimedia Messaging Service (MMS) – den Container 3GP entwickelt. Er kann Videodaten in den Formaten MPEG-4 Part 2 oder H.263 bzw. H.264 und Audio in den Formaten AMR bzw. AMR-WB oder AAC-LC enthalten.

Häufig kommen für Videostreaming auch Adobe Flashfilme (FLV) zum Einsatz, obwohl es sich bei Adobe Flash ursprünglich um ein Animationswerkzeug handelt. Adobe Flash ist daher im Abschn. 8.5.1 beschrieben.

Eine Vorschau auf die im Folgenden vorgestellten Container gibt Tab. 8.5.

8.4.1 AVI

Audio Video Interleave (AVI) ist ein von Microsoft entwickelter Standard, der mit Windows 3.1 eingeführt wurde. Das Wort „Interleave“ bezieht sich auf die Verzahnung von Audio und Videodaten. Das Format basiert auf der RIFF-Spezifikation (AVI 2016) und bildet den Rahmen für verschiedene Kompressionsalgorithmen. Dieses alte und in seiner Funktionalität eingeschränkte Format soll nach Ansicht von Microsoft durch das Advanced Streaming-Format abgelöst werden, erlebte im Netz aber mit zunehmender Beliebtheit des DivX-Codecs eine Renaissance. Abb. 8.11 skizziert in Anlehnung an (Henning 2001, S. 187) den grundlegenden Aufbau von AVI-Dateien.

Nach dem RIFF-Header mit allgemeinen Angaben zur Datei folgt ein hdrl-Chunk, der grundlegende Informationen zu Art, Format und Kompression des Audio- bzw. Videostroms (Streams) enthält.

Ein Stream-Chunk besteht aus Stream Header Sub-Chunk (strh-Chunk), Stream Format Sub-Chunk (strf-Chunk) und Stream Data Sub-Chunk (strd-Chunk):

- Im strh-Chunk werden als Kopfinformationen, u. a. der verwendete Codec und der Typ der Daten, festgehalten, d. h. ob es sich um einen Audio- oder Videostream handelt.
- Der strf-Chunk enthält medienspezifische Formatangaben; bei einem Videostream zählen z. B. die horizontale und vertikale Auflösung sowie die Farbtiefe dazu, bei einem Audiostream hingegen die Samplingrate und die Kanalzahl.
- Der strd-Chunk wird vom jeweiligen Codec erzeugt und enthält spezifische Daten des Kompressionsalgorithmus wie etwa bei der Entropiekodierung verwendete Wörterbücher.

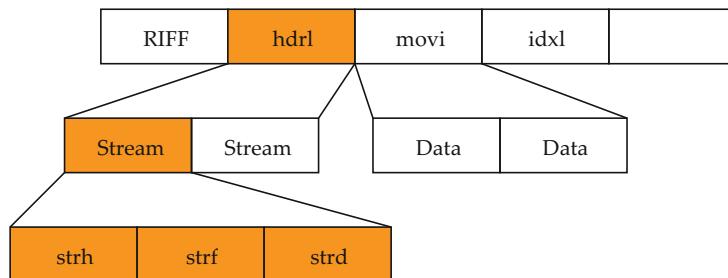
Tab. 8.5 Überblick der Videoformate

Format	AVI	ASF	QT/MOV	Ogg	MK
Video-Formate	Alle Video for Windows-Formate außer MPEG-4 AVC	Alle Video für Windows-Formate	Alle Quicktime-Codec Manager-Formate	Theora und alle Video for Windows-Formate	Nahezu alle
Variable Bildrate	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Audio-Formate	Alle Audio Compression Manager-Formate außer Vorbis	Alle Audio Compression Manager Formate und DirectX Medienobjekte außer Vorbis	Alle Sound Manager oder Core Audio-Formate	Vorbis und alle Audio Compression Manager-Formate	Nahezu alle
Variable Audio-Bitrate	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Metadaten	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Kapitel	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Untertitel	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja
Menüs	Nein	k. A.	Nein	Nein	Ja
Protokolle	./	MMS ¹ , RTSP ²	HTTP ³ , RTSP	HTTP, (RTP)	HTTP, RTSP, RTP

¹Microsoft Media Server Protocol, engl. für proprietäres Übertragungsprotokoll von Microsoft

²Real Time Streaming Protocol, engl. für verbindungsorientiertes Echtzeitübertragungsprotokoll für Streaming

³Hypertext Transfer Protocol, engl. für verbindungsorientiertes Anwendungsprotokoll der Internet-protokollfamilie auf Basis des Transportkontrollprotokolls (TCP) zur Übermittlung von Hypertextdokumenten. HTTP-Streaming ermöglicht den progressiven Download, d.h. Dateien werden nach einer gewissen Pufferung bereits abgespielt, während restliche Teile noch vom Webserver geladen werden

**Abb. 8.11** Dateistruktur einer AVI-Datei

Die eigentlichen Daten sind in separaten Movie-Chunks abgelegt, entweder en bloc oder aufgeteilt in Sub-Chunks. Wenn die Daten des Movie-Chunks in Sub-Chunks unterteilt sind, kann der optionale Idxl-Chunk verwendet werden, um die benötigten Zusatzinformationen zu speichern.

In ASF-Dateien finden sich oft Videoströme, die mit DivX codiert wurden, wenn sie nicht mit dem eigentlichen Suffix „.divx“ gespeichert werden. DivX wird auf Grund seiner Verbreitung (und wohl auch wegen seines Einsatzes bei illegalen Kopien) häufig auch als das MP3-Format im Videobereich bezeichnet. Ursprünglich handelte sich dabei um eine von einem Franzosen mit dem Pseudonym „Gef“ gehackte und damit illegale Version von Microsofts MP43C32.DLL (Loviscach 2000), einer frühen Implementierung der MPEG-4 Part 2-Videokompression.

Die Videokompression liegt qualitativ unter der von MPEG-4 Part 2 (ASF) und für Audiodaten werden PCM, MP3, und AC-3 unterstützt. x264, eine freie Implementierung des MPEG-4 AVC Verfahrens, ist DivX in Hinblick auf Qualität und Kompression überlegen und wird DivX voraussichtlich in den kommenden Jahren verdrängen.

8.4.2 ASF/WMV

Das Advanced System Format (ASF) ist eine von Microsoft ehemals als Advanced Streaming Format entwickelte Datenstruktur (ASF 2016). Da es nur die Struktur definiert, ist es unabhängig von den eingesetzten Codecs und damit erweiterungsfähig, solange die Encoder Daten in der patentierten Struktur generieren (United States Patent 6,041,345 Levi, vom 21.03.2000).

Die Struktur einer ASF-Datei beruht auf einem Objektmodell aus Header-Object, Data-Object und Index-Object, wobei diese wieder Unterobjekte enthalten können (ASF 2012):

- Das Header-Object dokumentiert sowohl die Eigenschaften der gesamten Datei, als auch spezifische Information für das Streaming.
- Das Data-Object enthält die multimedialen Daten als Einheiten, die nach einem bestimmten Schema sortiert sind. Interessant ist dabei, dass sich die einzelnen Multimediaelemente auch getrennt übertragen lassen.
- Das Index-Object ist optional und enthält Indexeinträge aller Datenkomponenten des Data-Objects. Es hat somit (fast) nichts mit dem eigentlichen Datenstrom zu tun, sondern lässt sich bspw. zur Suche nach bestimmten Informationen nutzen.

ASF-Dateien können außer Audio- und Videostreams auch Mechanismen für das digitale Rechtemanagement sowie Metadatenobjekte enthalten.

Die neutrale Dateiendung lautet „.asf“, sagt dann aber nichts über den eigentlichen Inhalt aus, denn prinzipiell können unterschiedliche Medien und unterschiedliche Codecs verwendet werden. Sehr häufig finden sich in ASF-Dateien aber von proprietären Microsoft Codecs erzeugte Audiostreams (Windows Media Audio mit der Dateiendung „.wma“) oder Videostreams (Windows Media Video, Dateiendung „.wmv“).

Windows Media Video (WMV) ist eine proprietäre Implementierung der MPEG-4-Videokompression und Bestandteil der proprietären Windows Media Technologies (WMV 2015). Die derart codierten Daten sind meist in ASF-Dateien mit dem Suffix „.wmv“ gespeichert.

Seit der Version 7 ist WMV streamingfähig und erlaubt es, Videoströme in bis zu fünf verschiedenen Bitraten in eine WMV-Datei zu integrieren und zu priorisieren, um so unterschiedlichen Übertragungsraten gerecht zu werden.

Das Windows Media-Videoformat bietet eine hervorragende Videoqualität bei allerdings mäßigen Kompressionsraten. Sofern kein MS Windows Media-Server für das Streaming bereit steht, müssen WMV-Dateien komplett auf den Client geladen werden, bevor sie abgespielt werden können. Auf Grund des großen Angebots an Videos in diesem Format hat WMV die Grenzen des nativen Betriebssystems überwunden und ist als Plugin auf vielen Systemen installiert.

8.4.3 QT/MOV

Das von streamingfähige Apple Quicktime Movie (QT/MOV)-Format stammt ursprünglich aus der Macintosh-Welt. QuickTime stellt eine sehr leistungsfähige Multimedia-Architektur dar. Der Aufbau der MOV-Dateien ist standardisiert und bildet – analog zum ASF-Format – nur den Rahmen, in dem sich verschiedenste Medientypen (z. B. Video, Audio, Text, Grafik) mit evtl. unterschiedlichen Codecs und Metainformationen integrieren lassen (Quicktime 2005). In der aktuellen Version 7.7.8 von QuickTime werden u. a. MPEG-4 AVC und AAC unterstützt. Es ist beim Streaming von Audio- und Videosequenzen im Internet weit verbreitet. Das Streaming kann entweder per HTTP (mit Schnellstart) oder in Echtzeit über RTSP-Protokoll erfolgen.

Zur Organisation der Daten nutzt Quicktime eine Hierarchie von Atomen. Diese können entweder als Container für weitere Atome auftreten oder Daten enthalten. Die Wurzel einer derartigen Hierarchie ist das Movie-Atom, welches wiederum mindestens eine Spur (ein Track-Atom) beinhaltet. Jedes Track-Atom (z. B. die in Abb. 8.12 dargestellte Video-Spur) referenziert ein Medium (Media), dessen Daten separat gespeichert sind (Apple 2016).

Die Möglichkeit der Kombination von unterschiedlichen Medientypen, die wiederum verschiedenartig codiert sein können, macht eine zeitliche Koordination unerlässlich. Jedes Medium enthält seinen eigenen Zeitindex. Das Time-Coordinate-System ist für die Beziehung zwischen der Zeit des Mediums im Movie und der realen Zeit beim Abspielen des Mediums verantwortlich. Die zeitliche Koordination der verschiedenen Tracks ist wiederum Aufgabe der Movie-Toolbox.

Der in Abb. 8.12 dargestellte Codec Manager beinhaltet eine Fülle von Funktionen, die das Komprimieren und Dekomprimieren der Sequenzen oder Bilder ermöglichen. Hier kann u. a. auf die verschiedenen Codecs zugegriffen werden. Es stellt, vereinfacht dargestellt, eine Schnittstelle zu den Kompressionsalgorithmen dar.

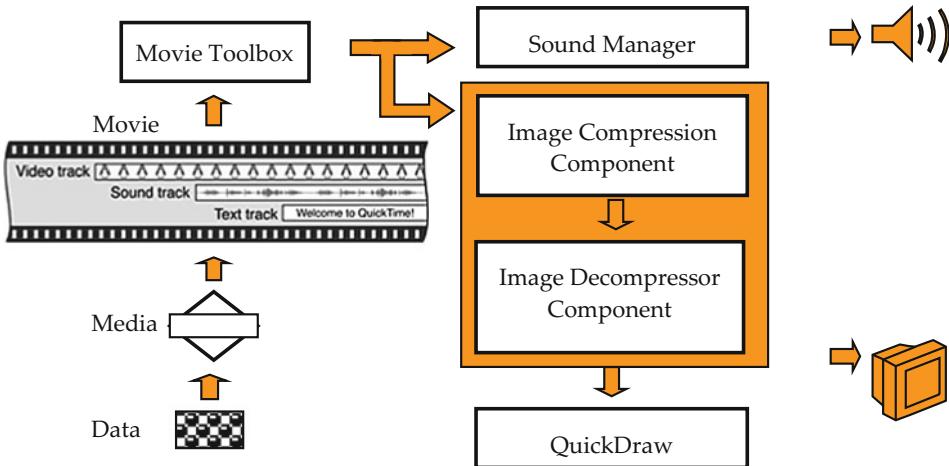


Abb. 8.12 Das Movie-Atom in Apple Quicktime

Apples Quicktime-Movies bieten eine hohe Darstellungsqualität bei geringer Dateigröße und haben darüber hinaus auch wegen des Einsatzes in Apples Musikstore und dem Musikverwaltungsprogramm iTunes auf vielen Rechnern außerhalb der Macintosh-Welt Verbreitung gefunden.

Eine besondere Bedeutung kommt dem Atom-Konzept von Quicktime auch deshalb zu, weil das offizielle Containerformat für MPEG-4 codierte Videos (MP4) darauf beruht und sogar identische Typ-Bezeichner verwendet. Daher lassen sich in MP4-Dateien sehr flexibel Metadaten, digitale Rechte und nahezu alle Arten multimedialer Inhalte ablegen: Videospuren in MPEG-4-ASP/AVC, MPEG-2- oder MPEG-1, Audiospuren in AAC-, MP3-, AC-3- und anderen Codierungen, Bilder im PNG- und JPEG-Format, Grafiken und Texte für Untertitel.

Das offizielle Suffix des MPEG-4 Containerformats lautet „.mp4“ und gibt wie z. B. bei ASF-Dateien über den eigentlichen Inhalt der Datei keinen Aufschluss. Deshalb etablieren sich derzeit spezifische Dateiendungen, von denen die bekanntesten „.m4v“ und „.mp4v“ für Video und „.m4a“ für Audio sind.

8.4.4 Ogg Theora

Ogg ist ein streamingfähiges, offenes und freies Containerformat der Xiph.Org-Foundation für Audio-, Video- und Textdaten, das mit logischen und physischen Bitstreams arbeitet (Goncalves et al. 2008).

Jede Medienart wird an einen dafür zuständigen speziellen Algorithmus übergeben und der von diesem erzeugte logische Bitstream im Container abgelegt, wobei ein Container von jeder Medienart mehrere logische Bitstreams enthalten kann, die sich auch zeitlich überlappen können.

Das Format besteht aus Daten-Chunks (Ogg Pages). Der Header einer jeden Seite beginnt mit der Zeichenfolge „OggS“ (Capture Pattern), um sich als Ogg Dateiformat zu identifizieren, einer Versionsnummer (Version) und der Angabe des Seitentyps (Header Type), sowie weiteren Informationen, die vor allem der Synchronisierung dienen.

Aus logischer Sicht besteht die Datenstruktur aus Serien von aufeinanderfolgenden Einzelseiten. Die Seriennummer (Serial Number) einer Seite gibt dabei an, zu welcher Serie eine Seite gehört, und die Seitennummer (Page Sequence Number), welche Position die Seite innerhalb dieser Serie einnimmt. Auf diese Weise lassen sich mehrere logische Bitstreams auf Ebene der Seiten zu einem gemeinsamen Datenstrom (physischer Bitstream) mischen.

Ogg codiert in aller Regel für Texte mit dem Codec Writ, Sprache mit Speex („.spx“), Musik verlustfrei mit FLAC („.ogg“) oder verlustbehaftet mit Vorbis („.oga“) sowie Video mit Theora („.ogv“).

Theora ist ein ebenfalls von der Xiph.Org-Foundation entwickelter offener freier Video-Codec und baut auf dem VP3.2-Codec auf, der vom Eigentümer On2 Technologies nach Entwicklung effektiverer Versionen zur Weiterentwicklung in die Public Domain gegeben wurde. Wie z.B. auch der ISO-Standard MPEG (siehe Abschn. 8.7.2.9) verwendet Theora Farbunterabtastung, diskrete Kosinustransformation, blockbasierte Bewegungskompensation und Entropiekodierung, um die Datenmenge zu reduzieren. Im Unterschied zur Kompression von MPEG-Videos (siehe Abschn. 8.7.2.9) setzt Theora zwar intraframe und prädiktiv, aber keine bidirektional codierten Bilder ein (Theora 2011).

Bisher unterstützt Ogg keine Metadaten. Dennoch hat es mittlerweile im Computerbereich etwas mehr Verbreitung gefunden, insbesondere weil die Unterstützung des mit dem Codec Vorbis komprimierten Audioformats durch Hard- und Softwarehersteller zugewonnen hat. Die Nutzung des mit Theora codierten Videoformats ist allerdings noch gering.

8.4.5 MK

Matroska (MK) ist ein streamingfähiges Containerformat für eine unbegrenzte Anzahl an Video-, Bild-, Text- und Tonspuren in der Public Domain, dessen Name sich von den ineinander stapelbaren russischen Holzpuppen ableitet. Neben Videostreams („.mkv“) sind auch reine Audiostreams („.mka“) und separate Textstreams („.mks“) möglich, vor allem für Untertitel (Matroska 2013).

Die Containerstruktur wird mit der Extensible Binary Meta Language (EBML) beschrieben, einem für dieses Projekt entwickelten binären Pendant zur XML (EBML ist ein Framework zur Beschreibung von Daten mit ähnlichen Tags wie XML. Die Daten werden aber nicht in textlicher, sondern in binärer Form gespeichert. Anders als bei XML muss bei EBML die DTD im Vorhinein bekannt sein.). Dadurch ist das Format einerseits sehr kompakt und andererseits besonders flexibel, sowohl hinsichtlich der enthaltenen Datenformate als auch in Bezug auf die Dateigröße. Matroska unterstützt nicht nur die

standardisierten Video- (z. B. MPEG-4, MPEG-2, MPEG-1) und Audioformate (z. B. AAC, AC3, MP3), sondern auch Codecs wie RealMedia Video, Windows Media Video und Theora sowie FLAC und Vorbis. Die Bildrate des Videostreams kann variabel sein und einer Videospur können mehrere Audiospuren zugeordnet sein, etwa für Sprachversionen.

Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Containerformaten lassen sich MK-Dateien nicht nur in Kapitel aufteilen, sondern diese Kapitel können auch für die Benutzerinteraktion (Menüauswahl wie bei DVDs) verwendet werden.

Trotz aller Vorteile hat Matroska im Massenmarkt noch keine allzu große Bekanntheit erlangt. Dies liegt an dem quasi nicht existenten Angebot im Hardwareplayer- bzw. Unterhaltungsgerätemarkt.

8.5 Animationen

Animationen bestehen aus einer zusammengehörigen Menge zeitlich korrelierter zweidimensionaler oder dreidimensionaler Vektorgrafiken, die mit Oberflächeninformationen (Texturen), Audioinformationen und Text kombiniert sein können. Das Umrechnen der Vektorgrafiken einer Animation in eine Folge von Bitmapbildern (Rendern) erzeugt ein Video, welches dann z. B. als AVI-Datei gespeichert werden kann.

Als Standard für die Beschreibung dreidimensionaler Szenen wurde eine Modellierungssprache für Virtuelle Realität (Virtual Reality Modeling Language, VRML) entwickelt. Sie eignet sich gut als Austauschformat zwischen verschiedenen 3D-Grafik- und Animationsprogrammen, hat sich aber für den Einsatz im Netz bisher nicht bewährt. Sollen Szenen auf einem Computer angezeigt werden, so müssen diese auf dem Zielsystem in Echtzeit aus der VRML-Datei (Dateierweiterung „.wrl“) generiert werden. Daher stellt VRML hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Clients. Fotorealistische Darstellungen sind auf diese Weise nicht möglich.

Als de-facto-Standard für vektorbasierte, interaktive Animationen im Web hat das `<canvas>`-Element in HTML5 (siehe Abschn. 8.2.4) mittlerweile Adobe Flash (siehe Abschnitt 8.5.1) fast vollständig abgelöst. Eine Vielzahl von Werkzeugen wie Webanimator, Tumult Hype, Google Web Designer oder auch von Adobe selbst (Edge Animate CC) erleichtern mit grafischen Oberflächen das Erstellen. Prinzipielle Alternativen bestehen z. B. im Einsatz von Frameworks wie MS Silverlight sowie der Kombination von SMIL und SVG (siehe Abschnitt 8.5.2). GIF-Animationen spielen bei hochwertigen Animationen u. a. wegen der begrenzten Farbtiefe und der geringen Kompressionsrate (siehe Abschn. 8.2.8) keine nennenswerte Rolle.

8.5.1 SWF

Adobe Flash ist eine proprietäre Entwicklungsumgebung zur Erstellung von auf Vektorgrafiken basierenden Animationen und anderen multimedialen Inhalten. Die Quelldateien

(Dateiendung „.fla“) werden für die Anzeige in einem Browser zu Shockwave-Dateien (Dateiendung „.swf“) kompiliert, dabei auf Wunsch komprimiert und anschließend auf einem Webserver bereitgestellt. Zur Anzeige im Browser muss der ebenfalls proprietäre Adobe Flash-Player als Plug-in installiert sein oder ein freier Player wie z. B. Gnash oder Swfdec (Aussprache wie engl. „swiff deck“), die aber nicht alle Features von Adobe Flash unterstützen).

Ursprünglich war Adobe Flash ein reines Animationswerkzeug, das insbesondere für die Entwicklung von Bannern genutzt wurde. Seit der Möglichkeit zur Implementierung browserseitiger Anwendungslogik mit Einführung der Scriptsprache Action Script (Dateiendung „.as“) in der Version 4 wurde Adobe Flash für die Realisierung ganzer Webpräsenzen und auch Videos verwendet.

Als Videoformat eingesetzt ist es zwar bei gleicher Darstellungsqualität wie Apples Quicktime Movies und Windows Media Video deutlich datenintensiver, bietet aber dem Entwickler die Möglichkeit, in Filmen vielfältige Interaktionsmöglichkeiten für den Benutzer zu implementieren. Adobe Flash Video (.flv) setzt zur Videodatenkompression seit der Version 8 den VP6-Codec ein. In der aktuellen Version lassen sich auch andere Videodateiformate (z. B. H.264-Codec) abspielen, selbst wenn sie sich in Containern (z. B. mp4) befinden. Bei größeren Datenvolumen kommen in Adobe Flash oft Preloader zum Einsatz, die einen Teil oder den ganzen Film zwischenspeichern. Da Adobe Flash ein streamendes Format ist, ist es jedoch auch möglich, Seiten zu realisieren, die bei kleinen Bandbreiten ohne deutliche Wartezeiten sofort starten. Um die Videos oder Sounddateien über das Internet zu streamen, wird das Real Time Messaging-Protokoll benutzt.

Auch wenn Adobe Flash-Programmierung unter Ausnutzung aller Möglichkeiten der Scriptsprache sehr anspruchsvoll sein kann, können andererseits auch Anfänger relativ schnell erste vorzeigbare Erfolge erzielen. Auch der Schutz des Contents (SWFs werden auf dem Server abgespielt und die Dateien nicht auf dem Client abgespeichert) hat zur Beliebtheit dieses Dateiformats beigetragen.

Eine große Stärke von Adobe Flash ist die Integrierung in eine umfangreiche Entwicklungsumgebung, welche den gesamten Produktionsprozess für RIAs von der Erstellung der Assets bis zur Softwareentwicklung mit dem Entwicklungsframework Adobe Flex unterstützt. Es besteht aus einem Software Development Kit, dem Flex Builder, dem LiveCycle Data Service und den Flex Charting-Komponenten.

Eine Schwachstelle betrifft den Datenschutz, da der Adobe Flash-Player bei Bedarf Adobe Flash-Cookies (Local Shared Objects, erkennbar an der Dateiendung „.sol“) auf dem Rechner des Anwenders anlegt. Im Gegensatz zu HTTP-Cookies unterliegen sie nicht der Cookie-Verwaltung des Browsers und müssen bei Bedarf manuell oder per Software (z. B. FlashCookiesView oder CCleaner) gelöscht werden. Zwar lässt sich die Akzeptanz von LSOs auch mit dem Konfigurationsmanager des Flash-Players einstellen, aber nur online über die Adobe-Website.

Ein weiterer, häufig geäußerter Kritikpunkt an Adobe Flash ist ein Mangel an Barrierefreiheit und Indizierbarkeit für Suchmaschinen. Mit Adobe Flash lassen sich jedoch

durchaus barrierearme Webseiten gestalten (Flash 2012). Seit der Version MX 6 können einige Screenreader über eine MSAA-Schnittstelle Informationen eines Adobe Flash-Objektes interpretieren und in der Version 2004 MX wurde die Kompatibilität zu text-basierten Browsern stark verbessert. Microsoft Active Accessibility (MSAA) ist eine von Microsoft entwickelte Schnittstelle, über die Hilfsmittelprogramme wie Screenreader auf Informationen von Programmen (z. B. Text, Farbe, Position des Elementes) zugreifen. Viele Informationen wie z. B. der Inhalt von Bitmapgrafiken können nicht vermittelt werden, wenn die Anwendung diese nicht selbst bereitstellt. Problematisch bleiben auch die unterschiedlichen Implementierungen der Schnittstelle. Im Mai 2008 hat Adobe das „Open Screen Project“ ins Leben gerufen. Wenn es auch primär der Verbreitung von Adobes proprietärer Technologie auf mobilen Clients dient, so führte die Veröffentlichung von Adobe Flash-Spezifikationen auch zu einer verbesserten Indizierung durch Suchmaschinen.

8.5.2 SMIL

Die Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL, ausgesprochen wie engl. „smile“) ist ein vom W3C entwickelter Standard einer Auszeichnungssprache für Multimediaprodukte auf Basis der XML (SMIL 2008). Als Dateierweiterung wird „.smi“ oder „.smil“ verwendet.

SMIL dient der einfachen, plattformunabhängigen Erstellung von Multimedia Präsentationen, die eine Integration und zeitliche Steuerung von Inhalten aus Quellen wie Audio- und/oder Videostreams sowie Bildern erfordern. Zusätzlich lassen sich Java-Applets, -Servlets oder CGI-Skripten referenzieren, um komplexere Funktionalität wie etwa Datenbankzugriffe zu implementieren.

Ab der Version 2 lassen sich über den Namespace-Mechanismus von XML andere Dateiformate (z. B. XHTML und SVG) in SMIL integrieren. Die Verbindung von SMIL und SVG erlaubt die Entwicklung von Rich Internet-Applikationen. Die bisher geringe Verbreitung trotz vieler Vorteile (u.a. nachträgliche Editierbarkeit der fertigen Datei, Anpassung an verschiedene Übertragungsbandbreiten, Bildschirmauflösungen und Farbtiefen) dürfte am Fehlen einer komfortablen grafischen Entwicklungsumgebung, mangelnder Unterstützung in Browser bzw. Mediaplayern und der zunehmende Verbreitung von HTML5 liegen. Seit Dezember 2008 trägt SMIL in der Version 3 den Status einer W3C Recommendation.

8.6 Dokumentenbeschreibung

Dieses Kapitel stellt Formate vor, welche den strukturellen Aufbau eines Dokuments und die in ihm enthaltenen Medienobjekte beschreiben. Metasprachen wie XML und Seiten-Beschreibungssprachen wie HTML zählen nicht zu den Dokumentenbeschreibungsformaten im

Sinne dieser Definition, weil sie lediglich Referenzen auf die enthaltenen Bilder speichern, nicht aber die Medienobjekte selbst.

8.6.1 (E)PS

PostScript (PS) ist sowohl eine Dokumentenbeschreibungssprache, die 1985 von der Aldus Corporation (heute Adobe System Incorporated) entwickelt wurde, als auch eine vollständige Programmiersprache. Sie ist allerdings nicht dazu gedacht, dass Programmierer damit den Inhalt und das Layout eines Dokumentes definieren, sondern stellt Operatoren und Prozeduren zur Verfügung, um Text und Grafik auf den unterschiedlichsten Ausgabegeräten in beliebiger Größe und Auflösung verlustfrei ausgeben zu können. Das fertige, in einem Textverarbeitungs-, Grafik- oder Layout- bzw. Desktop-Publishing-Programm entstandene Dokument wird mit Hilfe von Datei- oder Druckerfilter, die Postscript-Code erzeugen, exportiert. Postscriptfähige Ausgabegeräte (z.B. Drucker) verfügen über einen PostScript-Interpreter, der das PostScript-Programm sequenziell interpretiert und eine geräteabhängige Rastergrafik erzeugt (Postscript 1999).

In PostScript ist eine Seite immer als eine Grafik zu verstehen, was dazu führt, dass dieses Format auch zu den Vektorgrafiken gezählt werden kann (siehe Abschn. 8.2). Sie besteht aus einer Kombination skalierbarer Vektorgrafiken (grafische Basiselemente und Vektorschriften), die sich beliebig drehen, spiegeln oder verzerrten lassen, sowie eingebundenen Rastergrafiken, die nach den Vorgaben des Ausgabegerätes neu skaliert werden.

PostScript Level 2 aus dem Jahr 1990 unterstützt auch eingebettete Rastergrafiken, die mit dem JPEG-Verfahren (siehe Abschn. 8.7.2.4) komprimiert sind. PostScript 3 wurde 1997 veröffentlicht und bietet ein verbessertes Farbmanagement sowie Transparenzen.

Im Postscript-Format gespeicherte Dateien erkennt man oft an der „.ps“ bzw. „.eps“-Endung. EPS steht für das eigenständige Encapsulated (engl. für gekapselt) PostScript-Format, welches das Einbinden von Bildern in PostScript-Dokumente ermöglicht, die bereits im Postscript-Format vorliegen.

Eine EPS-Datei beinhaltet lediglich eine einzige Seite mit beliebigen Kombinationen von Objekt-, Rastergrafik- und Separationsdaten. Für die Bildschirmanzeige kann eine EPS-Datei optional auch eine Voransicht (Thumbnail) für Bilder enthalten.

8.6.2 PDF

Adobes übertragbares Dokumenten-Format (Portable Document File Format, PDF) ist eine logische Weiterentwicklung des PostScript-Standards (siehe vorheriges Kapitel) und stellt ebenfalls eine vektorbasierte Dokumentenbeschreibungssprache dar (PDF 2008). Diese Dateien sind durch das Suffix „.pdf“ identifizierbar.

Wie bei Postscript erzeugt ein Konvertierungsprogramm (z. B. PDFCreator oder Adobe Acrobat) bzw. Datei- oder Druckfilter aus einem fertigen Dokument heraus eine Datei, die von einem Interpreterprogramm (z. B. Adobe Reader oder Ghostview) auf dem Ausgabegerät dargestellt wird.

Die Möglichkeit, alle für die Darstellung erforderlichen Informationen (wie z. B. die Schriftarten, Bilder) im Dokument selbst abspeichern zu können, macht dieses Format plattformunabhängig. PDF-Dateien beschreiben das Layout mit Angaben zur Seitengeometrie in einer vom Ausgabegerät und von Voreinstellungen unabhängigen Form. PDF-Auszeichnungen (Tags) erleichtern das Konvertieren des Inhalts in andere Formate und gestatten es, Dokumente auch auf Ausgabegeräten mit kleiner Anzeigefläche anzuzeigen oder den Inhalt durch Screenreader-Programme vorlesen zu lassen.

PDF bietet gegenüber Postscript einige Verbesserungen, vor allem in den Bereichen Grafik (z. B. ein Ebenenmodell und Transparenz), Interaktivität (z. B. Navigationsmöglichkeiten, Kommentare, Formulare), Datenkompression (LZW, RLE, Huffman Codierung und JPEG-Verfahren) sowie Datenschutz (optionale Verschlüsselung mit 40- oder 128-Bit-Schlüssellänge) und Rechtevergabe für die späteren Benutzer (z. B. Öffnen, Ändern, Kopieren, Drucken, Speichern).

Allerdings sei an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht, dass das Verschlüsselungsverfahren keine ausreichende Stärke für wirklich vertrauliche Informationen bietet und sich in PDF-Dokumenten auch vertrauliche Informationen „verstecken“ können, die z. B. durch darüber liegende Objekte verdeckt sind, sich außerhalb des Anzeigebereichs oder in den Metadaten befinden. Die durch die Rechtevergabe empfundene Sicherheit kann ebenfalls trügerisch sein: Bspw. lässt sich die Einschränkung, Inhalte nicht drucken oder kopieren zu dürfen, leicht mit Hilfe von Screenshots und OCR-Software (Optical Character Recognition, engl. für optische Zeichenerkennung) umgehen, wenn zum Öffnen des Dokuments kein Passwort erforderlich ist.

PDF war ursprünglich ein zwar proprietäres Dateiformat, ist aber in der Version 1.7 seit Juli 2008 ein offener Standard der ISO (ISO 32000-1:[2008](#)).

8.7 Kompressionsverfahren

Während in früheren Zeiten der Großteil der Informationen auf Papier abgelegt war, werden wir heute im Zeitalter der Informationsgesellschaft von einer elektronischen Informations- bzw. Datenflut überrollt.

Die Studie „The Digital Universe of Opportunities“ der International Data Corporation berichtet für das Jahr 2013 von einem globalen Datenvolumen i. H. v. 4,4 Zettabytes (4,4 Trillionen Gigabytes) und geht von einer Verzehnfachung bis zum Jahr 2020 aus (IDC [2014](#)).

Ein großer Teil davon entfällt auf den „Digitalen Schatten“, also den passiven Beitrag, den jeder Mensch täglich zum Informationswachstum durch Daten leistet, die z. B. bei der Benutzung einer Kreditkarte oder eines Handys entstehen, durch gespeicherte Websuchen,

Gesundheitsdaten oder digitale Aufzeichnungen von öffentlichen Kameras. Einen erheblichen Anteil an dieser Datenflut haben aber auch der weltweit steigende Absatz von Smartphones mit Foto- und Videofunktion, die Popularität von sozialen Netzwerken, Messaging-Diensten und Digital-TV sowie die zunehmende Internetnutzung in den Entwicklungsländern. Welche Rohdatenmengen bei Audio- und Videosignalen auftreten, zeigt Tab. 8.6.

Ein Audiosignal von einer Minute Länge benötigt in dieser Form also eine Speicherkapazität von ca. 10,6 MB, ein Videosignal in der deutschen Fernsehnorm PAL ca. 933 MB und ein „Full HD“-Video ca. 18,7 GB. Derzeitige Kombigeräte, die sowohl CDs, DVDs als auch Blu-Ray-Discs handhaben können, weisen demgegenüber die in Tab. 8.7 dargestellten Leistungsmerkmale auf.

Unter diesen Umständen könnten DVDs nur 5 Minuten Video in der PAL-Norm speichern und die Blu-Ray-Disc enthielte ein „Full HD“-Video von maximal 80 Sekunden.

Noch problematischer im Hinblick auf die Datenraten ist die Übertragung unkomprimierter Multimediadaten in Netzwerken (Tab. 8.8), und auch die Speicherkapazität mobiler Endgeräte wie Notebooks, Tablet PCs und Smartphones ist mit einigen Gigabyte im Vergleich zu stationären Geräten recht begrenzt.

Um das oben angeführte Audiosignal verzögerungsfrei übertragen zu können, müsste das Netzwerk mindestens eine Datenrate von 1,4 Mbit/s aufweisen, was selbst mit einem Standard-UMTS-Zugang nicht möglich ist. Der Transfer würde dreimal so lange dauern wie das eigentliche Audiosignal, und an ein Streaming von Videodaten wäre überhaupt nicht zu denken.

Deshalb ist im Multimediacbereich für viele Einsatzzwecke eine Kompression der Daten unerlässlich. Auch wenn das Substantiv „Datenkompression“ eigentlich nur eine Platz sparende Darstellung von Daten bedeutet, ist damit oft auch eine Reduktion von Daten gemeint, bei der Daten verloren gehen. Je nach Ausgangsdaten, Einsatzzweck und

Tab. 8.6 Unkomprimierte Datenraten gebräuchlicher Audio-/Videosignale

Datenart	Audio (Stereo CD) ¹	Video (PAL 576i50) ²	Video (HDTV 1080p50) ³
Datenrate	1,4 Mbit/s	124,4 Mbit/s	2,5 Gbit/s

¹Ein unkomprimiertes Audiosignal in Stereo CD-Qualität besteht aus 44.100 Sample pro Sekunde x 16 bit pro Sample x 2 Kanäle und erzeugt damit einen Datenstrom von 1.411.200 bit/s oder ca. 1,4 Mbit/s ($1,4 \times 10^6$ Byte)

²Ein unkomprimiertes PAL-Videosignal im Format 576i50 besteht aus 288 Zeilen pro Halbbild x 720 Spalten x 50 Halbbildern pro Sekunde x 12 bit pro Pixel und erzeugt damit einen Datenstrom von 124.416.000 bit/s oder ca. 124,4 Mbit/s ($124,4 \times 10^6$ Byte)

³Ein unkomprimiertes HDTV-Videosignal im Format 1080p50 besteht aus 1080 Zeilen pro Bild x 1920 Spalten x 50 Bildern pro Sekunde x 24 bit pro Pixel und erzeugt damit einen Datenstrom von 2.488.320.000 bit/s oder ca. 2,5 Gbit/s ($2,5 \times 10^9$ Byte)

Tab. 8.7 Kapazitäten und Datenübertragungsraten ausgewählter Speichermedien

Speichermedium	DVD ¹	Blu-Ray ²
Datenrate	177 Mbit/s	288 Mbit/s
Kapazität ³	4,7 GB	25 GB

¹Im Standard DVD-5; Single Side, Single Layer, engl.für eine Seite, eine Schicht. Im Standard Double Sided, Dual Layer, engl. für zwei Seiten, zwei Schichten können bis zu 18 GB gespeichert werden. Die einfache Datenübertragungsrate für Schreib-/Lesevorgänge beträgt 11,08 Mbit/s, die Standardgeschwindigkeit das 16fache davon

²Im Standard Single Layer. Im Standard Dual Layer können bis zu 50 GB gespeichert werden. Die einfache Datenübertragungsrate für Schreib-/Lesevorgänge beträgt 36 Mbit/s, die Standardgeschwindigkeit das 8fache davon

³Die Hersteller geben die Speicherkapazität meist in Zweierpotenzen an, beispielsweise bei einem DVD-Rohling eine Nominalkapazität von 4,7 GB. Dies entspricht ca. 4.700.000.000 Byte ($4,7 \times 10^9$ Byte). Software, die standardkonform mit Zweierpotenzen operiert, zeigt diese Kapazität als 4,38 GB ($4,38 \times 2^{30}$ Byte) an

verwendetem Kompressionsverfahren lassen sich die zu speichernden bzw. zu übertragenden Informationsmengen so um bis zu ca. 90 % reduzieren, ohne zu merklichen Qualitätseinbußen zu führen.

8.7.1 Anpassung der Analog/Digital-Wandlung

Starke Speicherbedarfseinsparungen lassen sich dadurch erreichen, dass man die wesentlichen Parameter der Analog/Digital-Wandlung modifiziert, z.B. die Auflösung und Farbtiefe bei Bildern oder Auflösung, Klangtiefe und Anzahl der Kanäle bei Audiodaten. Halbiert man bspw. die Samplingrate (etwa von 44,1 auf 22 kHz), die Klangtiefe (etwa von 16 auf 8 Bit) und Anzahl der Kanäle (etwa von Stereo auf Mono), so erreicht man eine Verringerung des Speicherbedarfs auf ein Achtel. Das Ergebnis ist jedoch ein monotoner Musikstück in einer rudimentären Qualität, sodass diese Modifikationen für Musik äußerst selten Anwendung finden.

8.7.2 Datenkompressionsverfahren

Codierung von Daten bedeutet Verschlüsselung, d.h. ein vereinbartes Zeichen oder eine Zeichenfolge wird in ein vorgegebenes Zeichen, in einen Wert oder in eine Zeichenfolge umgewandelt. Nur dann, wenn ein Codierungsverfahren auch den Speicherbedarf der Daten reduziert, ist es zugleich ein Kompressionsverfahren (dieser Zusammenhang wird am Beispiel der Lauflängenkodierung siehe Abschn. 8.7.2.1) gezeigt. Einige Kriterien, nach denen sich Datenkompressionsverfahren grundlegend einteilen lassen, sind:

- Wiederherstellbarkeit der Originaldaten (verlustfreie und verlustbehaftete Verfahren)
- Arbeitsweise (statistische, semantische und hybride Verfahren)
- Medienart (Text, Bild, Audio, Video und Animation)

Verfahren mit **verlustfreier Kompression (Datenkomprimierung)** erzielen vergleichsweise geringe Kompressionsraten und werden bei Daten angewendet, die man später hundertprozentig rekonstruieren können muss, etwa Texte oder Programmcode. Eine **verlustbehaftete Kompression (Datenreduktion)** kann eingesetzt werden, wenn eine gezielte Verminderung der Informationsqualität nicht zu einem subjektiven Qualitätsverlust führt, etwa bei Audio- oder Videodaten, falls die menschliche Wahrnehmung nicht alle ursprünglichen Informationen aufnehmen kann.

Statistische Verfahren (Entropiekodierungen) suchen im Quellmaterial nach statistischen Verteilungen, welche sie dann zur Reduktion der zu speichernden Datenmenge nutzen. Da sie nicht die Originaldaten verändern, sondern nur anders repräsentieren, um den Informationsgehalt im Verhältnis zur Datenmenge zu erhöhen und die Redundanz zu senken, arbeiten sie stets verlustfrei und eignen sich in allen Anwendungsgebieten, sofern die Anforderungen an Kompressionsrate und Codierungsgeschwindigkeit nicht zu hoch

Tab. 8.8 Datenübertragungsraten ausgewählter Netze

Datenrate (ca.)	Funknetze		Kabelnetze	
GPRS ¹	115 kbit/s	ADSL ²	bis 8 Mbit/s ³	
UMTS ⁴	384 kbit/s	ADSL2+	bis 24 Mbit/s ⁵	
UMTS HSDPA ⁶	bis 3,6 Mbit/s	Powerline ⁷	14–200 Mbit/s	
LTE ⁸	bis 100 Mbit/s			
WLAN	1-600 Mbit/s			

¹General Packet Radio Service, engl. für allgemeiner paketorientierter Funkdienst

²Asymmetrical Digital Subscriber Line, engl. für asymmetrischer digitaler Teilnehmeranschluss

³Downstream, engl. für stromabwärts (vom Internet zum Teilnehmeranschluss)

⁴Universal Mobile Telecommunications System, engl. für Universelles System für mobile Telekommunikation

⁵Downstream, engl. für stromabwärts (vom Internet zum Teilnehmeranschluss)

⁶High Speed Downlink Packet Access, engl. für Paketorientierter Hochgeschwindigkeitszugang für die Abwärtsstrecke

⁷Long Term Evolution, engl. für langfristige Entwicklung. Mobilfunkstandard, auch als 3,9G-Standard bekannt

liegen. Typische Vertreter dieser Kategorie sind die Lauflängenkodierung, die Huffman-Codierung und die Lempel-Ziv-Welch-Codierung. Oft bilden sie den Abschluss in zusammengesetzten Verfahren. **Semantische Verfahren (Quelltextkodierungen)** basieren darauf, dass das Ausgangsmaterial eine semantische Struktur besitzt. Sie reduzieren die Datenmenge, indem sie die Relevanz von Daten zu identifizieren versuchen, um danach relevante Daten in adäquater Form zu speichern und irrelevante Daten aggressiv komprimieren oder löschen zu können. Beispiele hierfür sind die diskrete Kosinustransformation, die differenzielle Pulscodemodulation und das Intensity-Stereo.

Zusammengesetzte Verfahren (hybride Codierung) kombinieren semantische und statistische Verfahren, wobei zunächst die zu übertragende Datenmenge durch semantische Verfahren reduziert und abschließend durch statistische Verfahren redundanzarm repräsentiert wird. Zu dieser Gruppe zählen bspw. die JPEG-Codierung und die MPEG-Kodierung.

Bei allen Medienarten können verlustfreie semantische Verfahren zum Einsatz kommen, z. B. um die Originaldaten zu sichern. Für **Texte** sind sie die einzige Kompressionsmöglichkeit, weil Texte immer eine hundertprozentige Wiederherstellbarkeit der Daten erfordern. Auch bei **Bildern** bleibt trotz der relativ geringen Kompressionsrate manchmal keine andere Wahl, vor allem dann, wenn es – wie z. B. bei Röntgenbildern – auf jedes Detail ankommt und kein sicherer Algorithmus existiert, um Relevantes von Irrelevantem zu trennen. Ansonsten eignen sich für Bilder und **Videos** sehr gut hybride Verfahren, deren semantische Komponenten die Eigenschaften der menschlichen Wahrnehmung (z. B. schlechtere Farb- als Kontrastwahrnehmung) ausnutzen, um die Datenmenge zu reduzieren. Im **Audiobereich** ist insbesondere bei Musik die Effizienz statistischer Verfahren begrenzt, da i. d. R. 65.536 unterschiedliche Quantifizierungswerte auftreten können und längere Aneinanderreihungen gleicher Bytes für eine hohe Kompressionsrate nötig wären, dies aber selten vorkommt, da es Monotonie im Klangbild bedeuten würde. Auch für Audiodaten eignen sich daher insbesondere Verfahren mit semantischen Komponenten, die z. B. Hörschwellen u. Ä. ausnutzen. Tab. 8.9 zeigt einen Überblick der im Folgenden vorgestellten Kompressionsverfahren.

8.7.2.1 Lauflängenkodierung

Die einfachste Art, Redundanzen (überflüssige Mehrfachkennzeichnungen einer Information) zu codieren, ist die Lauflängen-Codierung (Run-Length-Encoding, RLE). Sie setzt voraus, dass in einer Datei lange Folgen von sich wiederholenden Zeichen auftreten, wie z. B. „AAAABBBCCCCCEEEE“. Die Lauflängen-Codierung ersetzt nun jede Serie eines Zeichens durch einen Zähler für die Angabe der Anzahl der Wiederholungen (die Anzahl der Wiederholungen beträgt bei einem einmaligen Auftreten „0“, bei einem zweifachen Auftreten „1“ u. s. w.) gefolgt von dem zu wiederholenden Zeichen. Die obige Zeichenfolge lässt sich also auch als 3A2B5C3E codieren und benötigt in dieser Form nur noch 8 statt 17 Byte Speicherplatz.

Bei diesem Codierungsverfahren wird der Unterschied zwischen Codierung und Kompression deutlich: Soll eine Folge von wechselnden Zeichen wie ABCDEFG nach diesem Prinzip codiert werden, so findet statt einer Datenreduktion eine Verdoppelung der Datenmenge statt (0A0B0C0D0E0F0G). Nur bei Folgen von sich wiederholenden Zeichen

Tab. 8.9 Klassifikation der Datenkompressionsverfahren

	Daten-verlust	Arbeits-weise	Einsatz-gebiet					
	verlustfrei	verlustbehaftet						
Lauflängenkodierung	X		X			X	X	X
Huffman-Kodierung	X		X			X	X	X
Lempel-Ziv-Welch-Kodierung	X		X			X	X	
JPEG		X			X		X	
JPEG 2000		X			X		X	
Fraktale Kompression		X			X		X	
(A)DCPM		X	X					X
Interchannel Coding	X		X					X
Joint Stereo Coding		X		X				X
A-Law- und μ-Law-Kodierung		X		X				X
MPEG 2 Layer 3 (MP3)		X			X			X
MPEG		X			X			X

entspricht die Codierung einer Kompression, und die erreichbare Kompressionsrate wird umso besser, je mehr lange Reihen gleicher Zeichen in einer Datei vorkommen und je länger diese sind.

Sehr effektiv kann RLE auch bei Pixelgrafiken mit geringer Farbtiefe angewandt werden, in denen die wenigen verfügbaren Farben häufig aneinander gereiht vorkommen. Bitmaps mit einer Farbtiefe von 8 Bit pro Pixel speichern im Gegensatz zu Echtfarbbildern als Pixelwert nicht den eigentlichen RGB-Farbwert, sondern einen Verweis auf die dazugehörige

Farbpalette, welche die in einem bestimmten Bitmap dominierenden 256 Farben enthält. Dabei werden jeweils zwei Bytes als Informationseinheit (Datensatz) aufgefasst, wobei das erste Byte als Zähler für die Anzahl der Wiederholungen eines Farbwertes dient und das zweite den Verweis auf die Farbpalette enthält. Als Beispiel soll das Logo der Hochschule Pforzheim dienen (Abb. 8.13).

Wird bei einer Farbtiefe von 8 Bit der Farbwert jedes Pixels separat abgespeichert, so benötigt die Darstellung dieses Logos als Icon mit der Auflösung vom 32×32 px exakt ($32 \times 32 =$) 1024 Byte. Verwendet man RLE, könnte man das Logo wie folgt darstellen (w=Verweis auf Farbe „Weiß“, s=Verweis auf Farbe „Schwarz“):

Zeile	Codierung			Speicherbedarf pro Zeile
1-6	31w			2 Zeichen (Byte)
7-10	0w	29 s	0w	
11	13w	3 s	13w	6 Zeichen (Byte)
12	10w	3 s	16w	6 Zeichen (Byte)
13	7w	3 s	19w	6 Zeichen (Byte)
14	4w	3 s	22w	6 Zeichen (Byte)

usw. bis Zeile 32

Der Speicherbedarf beträgt dann:

	Zeilen 1–6 und 27–32 à 2 Byte	12x2 Byte =	24 Byte
+	Zeilen 7 bis 26 à 6 Byte	20x6 Byte =	120 Byte
			144 Byte

Somit wäre in diesem Beispiel auf Grund des hohen Anteils waagrechter Teilstücke derselben Farbe eine Kompression auf ca. 14 % des ursprünglichen Speicherbedarfs möglich. Allerdings sei noch einmal darauf hingewiesen, dass auch die Farbpalette mit in der Datei abgelegt sein muss und bei einer zufälligen Verteilung der Farbwerte die Dateigröße theoretisch auch auf das Doppelte des Originals anwachsen kann.

8.7.2.2 Huffman-Codierung

Die Huffman-Codierung ist eine verlustfreie Kompression und basiert auf der Häufigkeitsverteilung der Werte. Die Grundidee dieses Verfahrens besteht darin, für häufig vorkommende Zeichen bzw. Werte einen kürzeren Code zu verwenden als für selten vorkommende. Dieses Prinzip wurde bereits vor dem Computerzeitalter im Morsealphabet verwendet. Dort wurde z. B. der häufig auftauchende Buchstabe „e“ mit nur einem kurzen Zeichen (Punkt) und das selten vorkommende „y“ mit vier langen Morsezeichen (Strich-Strich-Strich-Strich) codiert (Holzinger 2000, S. 158).

David Huffman entwickelte eine Vorgehensweise zur Ermittlung optimaler Codewörter für die mit unterschiedlicher Häufigkeit auftretenden Symbole. Zur Veranschaulichung können

Abb. 8.13 Logo der Hochschule Pforzheim



Tab. 8.10 Häufigkeit von Buchstaben in der US-amerikanischen Verfassung

Buchstabe	Häufigkeit	Buchstabe	Häufigkeit	Buchstabe	Häufigkeit
E	0,112578	L	0,031403	V	0,009882
T	0,078085	D	0,026811	G	0,009523
S	0,060289	C	0,025775	W	0,007576
O	0,058215	F	0,022875	X	0,002264
A	0,057305	P	0,021034	J	0,002031
N	0,056035	U	0,018474	Z	0,001502
I	0,053475	M	0,015892	K	0,001016
R	0,048819	B	0,014876	Q	0,000973
H	0,042915	Y	0,011702		

Buchstaben innerhalb eines Textes herangezogen werden. In Deutschland spricht man hier auch vom „ERNSTL“, da die Buchstaben „E“, „R“, „N“, „S“, „T“ und „L“ am häufigsten in der deutschen Sprache vorkommen. In anderen Sprachen kann dies variieren, aber auch im englischen Sprachraum sind die Häufigkeiten ähnlich, wie Tab. 8.10 (Sayood 2005, S. 75) zeigt.

Die statische Huffman-Codierung basiert auf vier Schritten, die nacheinander durchlaufen werden. Als Beispiel dient das Wort SYSTEMANALYSE.⁸

1. Schritt: Ermitteln der Häufigkeiten

Bevor es an die Erstellung des „Baumes“ geht, werden die Häufigkeiten des Auftretens für die einzelnen Zeichen der Ausgangsdatei ermittelt (Abb. 8.14).

2. Schritt: Erstellung eines Binärbaums

Wie Abb. 8.15 und Abb. 8.16 darstellen, werden die am seltensten vorkommenden Symbole (Kreise) als Knoten (Quadrate) zusammengefasst und die Elemente wiederum nach aufsteigender Häufigkeit sortiert.

In weiteren Schritten werden auch diese Knoten in die Aggregation einbezogen (Abb. 8.17). Dies wird solange wiederholt, bis auf der obersten Ebene nur noch ein Knoten, die Wurzel, übrig ist (Abb. 8.18).

3. Schritt: Zuweisen der Bits zu den Ästen des Binärbaums

Nun werden die Wege zu den einzelnen Zeichen der Ausgangsdatei mit Hilfe von Bits beschrieben. Eine 0 steht für eine Abzweigung nach links, eine 1 für eine Abzweigung nach rechts (Abb. 8.19).

Da der Binärbaum so aufgebaut wurde, dass die im Quelltext am häufigsten verwendeten Symbole oben (z. B. „S“) und die am seltensten verwendeten Zeichen unten (z. B. „M“) stehen, werden die häufigen Buchstaben automatisch durch eine kurze Bitfolge („01“ für „S“) und die seltenen durch eine lange („1111“ für „M“) repräsentiert. Aufgrund der unterschiedlich langen Codewörter wird die Huffman-Codierung der Kategorie variable Lauflängenkodierungen (Variable-Length-Coding, VLE) zugeordnet.

⁸ Wie würde Ihr Name komprimiert? Ein Java-Applet, mit dem der Ablauf schrittweise nachvollzogen werden kann, findet sich unter <http://www.ziegenbalg.ph-karlsruhe.de/materialien-home-page-jzbg/cc-interaktiv/huffman/java.htm>.

4. Schritt: Codierung des Ausgangsmaterials

Das Wort SYSTEMANALYSE lässt sich nun kodieren (Abb. 8.20).

Für die komprimierte Speicherung benötigt man in diesem Falle 38 Bit. Ohne Kompression müsste für jeden Buchstaben ein Byte reserviert werden; die Speicherung würde folglich 13 Byte bzw. 104 Bit beanspruchen. In diesem kleinen Beispiel würde man, wenn die Speicherung des Binärbaumes außer Acht gelassen wird, eine Kompression auf ca. 37 % des ursprünglichen Speicherbedarfs erreichen.

Nachteilig wirkt sich bei diesem Verfahren die Tatsache aus, dass zur Codierung zwei Durchläufe erforderlich sind, was einem Einsatz in Echtzeitanwendungen entgegensteht, und dass der Binärbaum mit abgespeichert und der kodierten Nachricht beigefügt werden muss, um eine Dekomprimierung zu ermöglichen, wodurch der Speicherbedarf steigt.

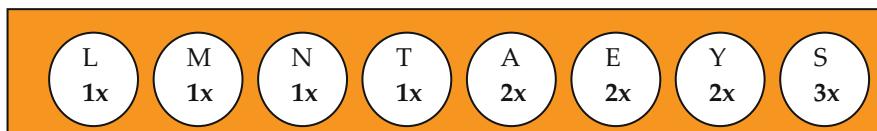


Abb. 8.14 Ermittlung der Häufigkeiten für die Zeichen

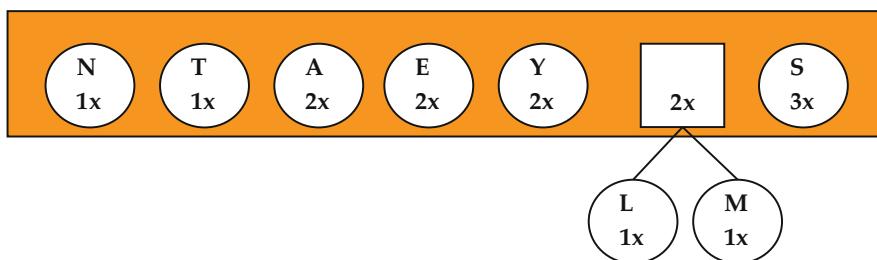


Abb. 8.15 Zusammenfassen der Symbole zu Knoten im Binärbaum

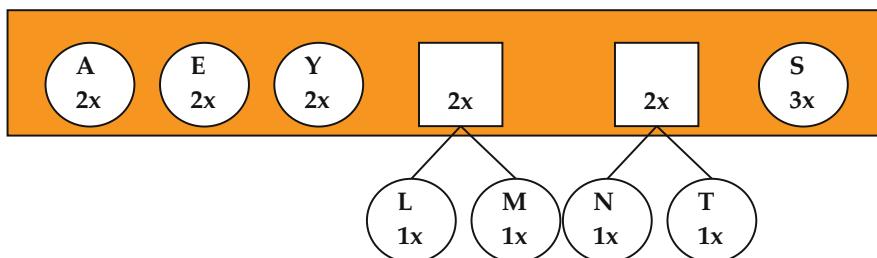


Abb. 8.16 Weiteres Zusammenfassen der Symbole zu Knoten im Binärbaum

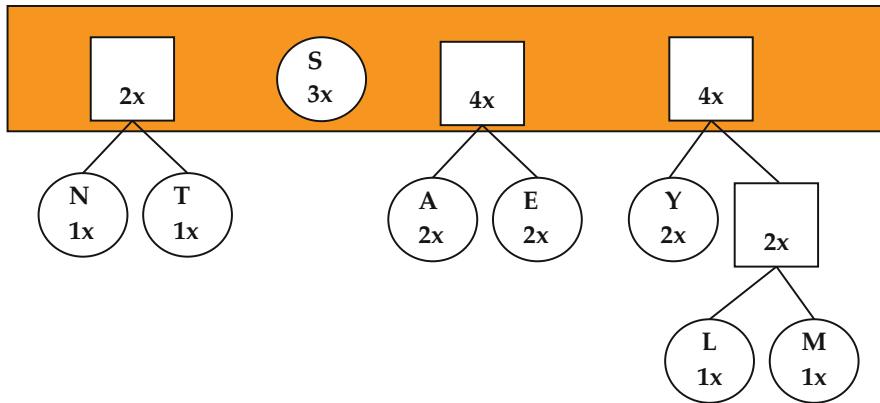


Abb. 8.17 Zusammenfassen der Knoten im Binärbaum

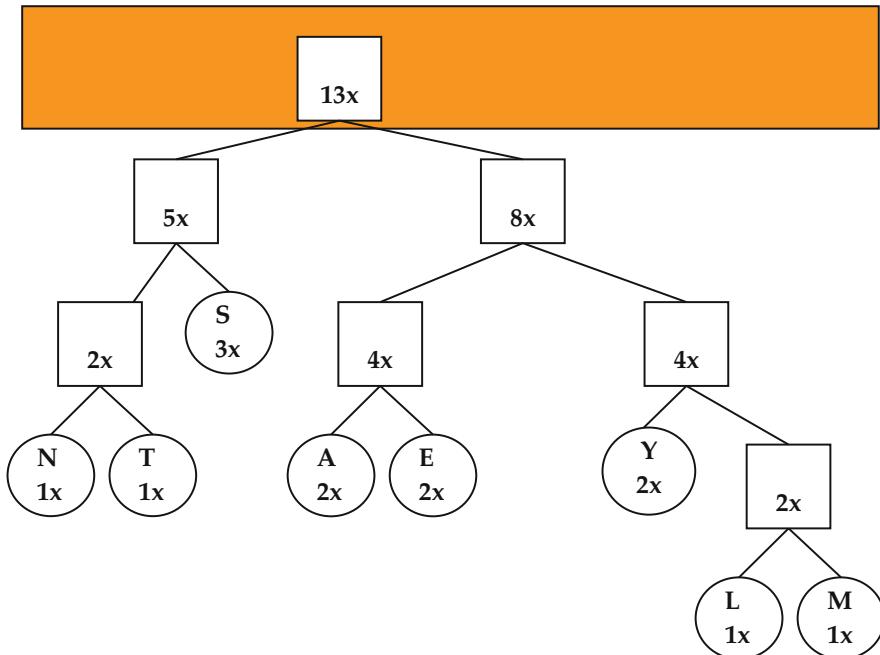
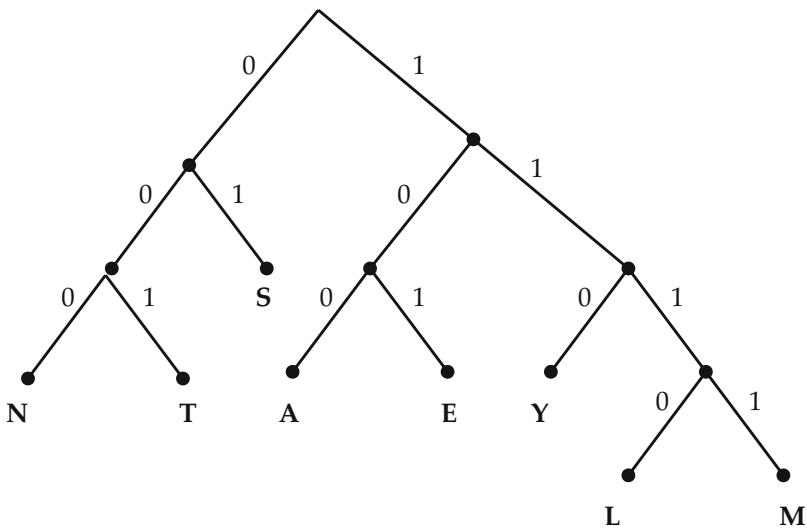


Abb. 8.18 Der fertige Binärbaum

Eine Eliminierung dieser Nachteile verspricht die **adaptive** bzw. die **modifizierte Huffman-Codierung**. Bei ihnen wird z. B. auf Basis von Standard-Huffman-Tabellen anfänglich von festen Auftrittswahrscheinlichkeiten der Eingabeezeichen ausgegangen, welche jedoch während des codierens angepasst werden. Für die Vorteile muss man allerdings schlechtere Kompressionsraten in Kauf nehmen (Milde 1995, S. 14).

**Abb. 8.19** Zuweisen der Bits zu den Ästen des Binärbaums

S	Y	S	T	E	M	A	N	A	L	Y	S	E
01	110	01	001	101	1111	100	000	100	1110	110	01	101

Abb. 8.20 Kodierung der Ausgangsdaten

Die **arithmetische Codierung** basiert, analog der Huffman-Codierung, auf der Methode, Zufallswahrscheinlichkeiten zur Kompression zu nutzen. Die „Zeichenfolgen werden durch bedingte („geschachtelte“) Häufigkeitsintervalle codiert“ (Henning 2001, S.41). Die arithmetische Codierung komprimiert i. d. R. geringfügig (um ca. 5 %) besser, der Rechenaufwand ist aber erheblich größer und die Implementierung aufwendiger als die Huffman-Codierung (Milde 1995, S. 18). Ferner ist das Verfahren patentiert, sodass in der Praxis die Huffman-Codierung bevorzugt angewendet wird. Aus diesem Grunde wird auf die arithmetische Codierung nicht näher eingegangen.

8.7.2.3 Lempel-Ziv-Welch-Kodierung

Der Ursprung der Lempel-Ziv-Welch-Komprimierung (LZW) geht auf das Jahr 1977 zurück, als *Abraham Lempel* und *Jacob Ziv* ein verlustfreies Kompressionsverfahren (LZ77) entwickelten. Ein Jahr später entstand eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens (LZ78), und nach *Terry Welchs* Verbesserungen im Jahr 1984 entwickelte sich der Algorithmus zu einem „Quasi-Standard“ (Köhn 1996, S. 120 f.).

Die LZW-Codierung findet u. a. bei vielen Grafikformaten (z. B. bei GIF und optional bei TIFF oder JPEG) Anwendung. Grundkonzeption des Verfahrens ist die Suche nach

sich wiederholenden Zeichenketten (wie z. B. die Wörter „das“ oder „ein“). Sie werden in ein Dictionary (engl. für Wörterbuch) eingetragen, die Einträge des Wörterbuchs nummeriert und im Quelltext die Zeichenkette durch diese (weniger Speicherplatz beanspruchende) Nummer ersetzt. Entscheidend für die Kompressionsraten bei der Anwendung dieses Verfahrens sind einerseits die Länge der kodierbaren, sich wiederholenden Zeichenfolgen und die Häufigkeit, mit der sich diese wiederholen.

Bei den meisten Implementierungen wird das Wörterbuch zunächst mit allen möglichen (einstelligen) Zeichen des ASCII-Codes vorbefüllt. Jeder Eintrag im Dictionary wird mit einem Index versehen. Der Algorithmus folgt nun dem in Abb. 8.21 dargestellten Schema.

Von den zu komprimierenden Daten (bspw. „Hallo Welt“) wird das erste Zeichen eingelesen und sodann der Musterstring aus einem Präfix-String (beim ersten Durchlauf ohne Wert, NIL) und dem gelesenen Zeichen zusammengebaut.

Danach wird der Musterstring (beim ersten Durchlauf „H“) mit dem Wörterbuch abgeglichen. Abb. 8.22 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus einem Wörterbuch, das bereits vom Encoder mit weiteren Einträgen (z. B. Index 260 = „Hal“) gefüllt wurde.

Befindet sich der Musterstring schon im Dictionary, so wird das nächstfolgende Zeichen eingelesen, dem Musterstring auf die gleiche Weise hinzugefügt (der in unserem Beispiel nun aus „Ha“ besteht) und dieser wiederum mit dem Wörterbuch abgeglichen. Diese Schleife wird so lange wiederholt, bis sich der Musterstring nicht mehr im Wörterbuch findet – in unserem Fall gilt das für den vierten Durchlauf, in dem der Musterstring „Hall“ zusammengebaut wird.

Nun wird das Verzeichnis um diesen Musterstring erweitert und ihm der nächste freie Index zugewiesen (in unserem Beispiel die Nummer 261).

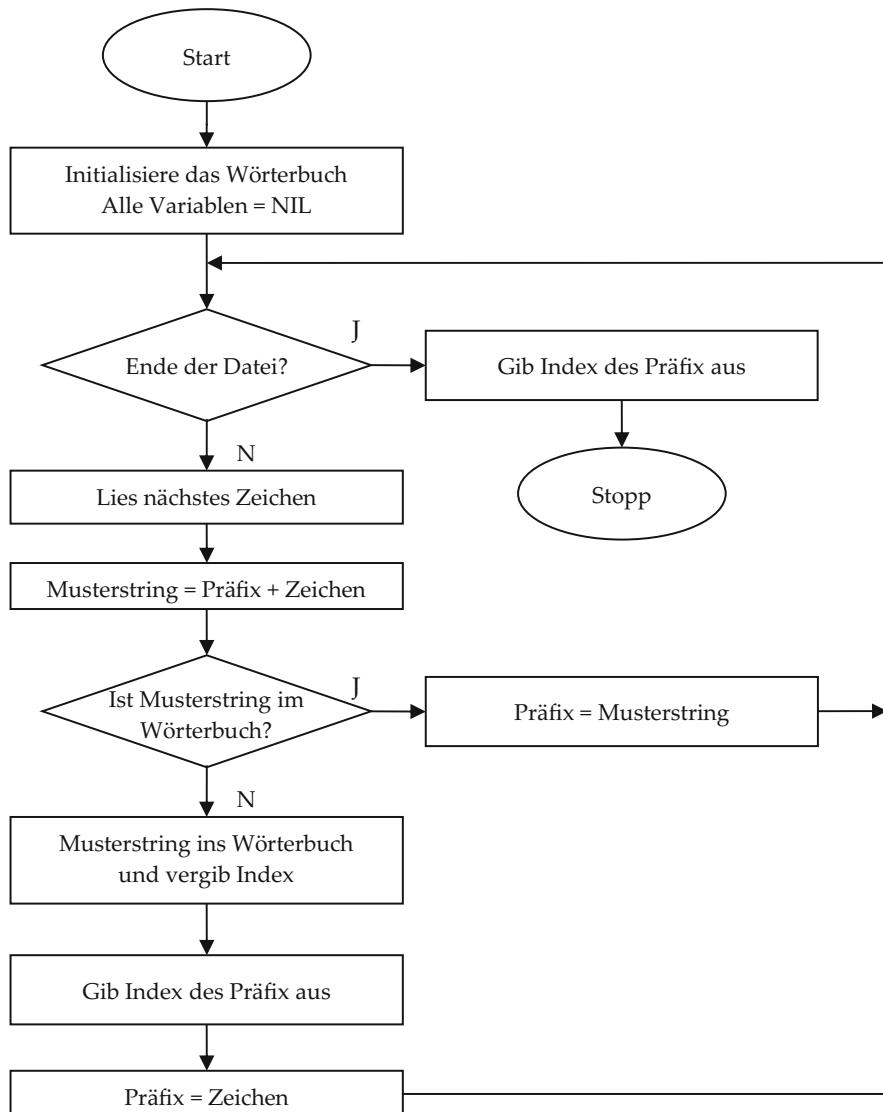
Der Index des zuletzt erfolgreich abgeglichenen Wörterbucheintrags (also des aktuellen Präfix-Wertes) – in unserem Fall die Nummer 260 – wird in den komprimierten Datenstrom ausgegeben und der Präfix um diese bereits verarbeiteten Zeichen („Hal“) gekürzt. Im Präfix bleibt folglich nur das zuletzt gelesene Zeichen („l“) übrig.

Der Algorithmus wird bis zum Erreichen des Dateiendes wie oben beschrieben fortgesetzt, d. h. es wird das nächste Zeichen („o“) eingelesen, der Musterstring („lo“) aufgebaut und anschließend mit dem Wörterbuch abgeglichen.

Die MS Word Beispieldatei „Hallo Welt!“ aus Abschn. 8.1 mit einer Größe von 25 KB lässt sich mit Hilfe des Kompressionsprogramms WinZip, das u. a. eine modifizierte LZ77-Kompression (Lempel-Ziv-Storer-Szymanski-Algorithmus (LZSS)) einsetzt, auf nur 4 KB verkleinern, was eine Datenreduzierung von 84 % darstellt.

8.7.2.4 JPEG-Kodierung

JPEG ist ein schnelles hybrides Verfahren für fotorealistische Farb- und Graustufenbilder, das sich semantischer Elemente bedient, um die Datenmenge auf eine Weise zu reduzieren, die mit möglichst geringem Qualitätsverlust für das menschliche Auge verbunden ist. In einem Bild können vor allem Teile der Farbinformationen und sehr feine Details weggelassen werden, die man aus größerer Entfernung gar nicht wahrnimmt. Zusätzlich setzt

**Abb. 8.21** Ablaufdiagramm der LZW-Kodierung

Index	...	65	66	...	97	...	260	...
String	...	A	B	...	a	...	Hal	...

Abb. 8.22 Ausschnitt aus einem LZW Wörterbuch

JPEG statistische Verfahren ein, um die verbliebenen Daten redundanzarm zu repräsentieren.

Die Empfehlungen der Joint Photographic Experts Group (JPEG) für die Codierung von Bilddaten umfassen verlustbehaftete und verlustfreie Komprimierungsverfahren für mehrere Farbtiefen und Modi (sequenziell, progressiv, hierarchisch):

- Der sequenzielle Modus (auch „Baseline“ genannt) codiert (bzw. decodiert) das Bild in einem einzigen Durchgang von links oben nach rechts unten.
- Der progressive Modus codiert (bzw. decodiert) das Bild in mehreren Durchläufen, wobei sich bei jedem Durchgang die Bildqualität verbessert, sodass der Benutzer das Laden abbrechen kann, sobald er genügend Details erkennen kann.
- Der hierarchische Modus speichert das Bild sowohl in einer geringeren Auflösung (Vorschaubild) als auch in voller Auflösung, sodass das Vollbild nur bei Interesse nachgeladen werden muss.

Die Norm (ISO/IEC 10918–1:1994) bzw. die ITU-T Recommendation T.81 legen aber nicht fest, in welchem Format die so entstandenen Daten (der Codestream) gespeichert werden sollen, auch wenn mit „JPEG-Dateien“ meist JPEG-komprimierte Daten im JFIF-Dateiformat (siehe Abschn. 8.2.8) gemeint sind.

In der Praxis findet sich am häufigsten die verlustbehaftete Variante mit sequenziellem Bildaufbau und 8-Bit-Farbkanälen, da sie die besten Kompressionsraten erzielt und am leichtesten zu implementieren ist. Im Wesentlichen umfasst diese Vorgehensweise die folgenden Schritte:

1. (Optionale) Umwandlung des Farbmodells zur Trennung von Farb- und Helligkeitsinformationen.
2. Unterabtastung zur Eliminierung eines Teils der Farbinformationen.
3. Blockbildung und Verschiebung des Wertebereichs zur Vorbereitung der diskreten Kosinustransformation.
4. Diskrete Kosinustransformation zur Isolierung derjenigen Bildinformationen, die feine Details repräsentieren.
5. Quantisierung mit Eliminierung eines Teils der Detailinformationen sowie
6. Entropiekodierung zur redundanzarmen Repräsentation der verbliebenen Daten.

Umwandlung des Farbmodells

Meist liegt der zu komprimierenden Pixelgrafik ein RGB-Farbmodell zugrunde, in dem jeder Bildpunkt mit einer Farbtiefe von 24 Bit beschrieben ist (siehe Abschn. 8.2). Da das Auge Helligkeitsdifferenzen deutlich besser wahrnimmt als Farbunterschiede (siehe Kap. 2.1.1.1), lässt sich durch das Entfernen eines Teils der Farbinformation die Datenmenge reduzieren, ohne dass eine subjektiv empfundene Qualitätsverschlechterung eintritt.

Voraussetzung dafür ist die Transformation des Bildes in den YCbCr-Farbraum, der u. a. auch bei Apple Macintosh-Rechnern, in der deutschen Fernsehnorm Phase-Alternating-Line

(PAL) und im digitalen Fernsehen Anwendung findet. In diesem Farbmodell ist eine Farbe durch jeweils einen Parameter für Helligkeit (Luminanz, Y) und zwei Parameter für die Farbe (Chrominanz Blau, Cb und Chrominanz Rot, Cr) definiert. Cb gibt die farbliche Abweichung von Grau in Richtung Blau an, Cr ist die entsprechende Maßzahl für Differenz zu Rot.

Viele Bildbearbeitungsprogramme bieten auch das Lab-Modell der Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) (frz. für die Internationale Beleuchtungskommission) an. Es beschreibt jeden Bildpunkt mit einem Luminanzwert (L) im Wertebereich von 0 bis 1 und zwei Chrominanzwerten (a für Verschiebung nach Grün bzw. Rot und b für Verschiebung nach Blau bzw. Gelb) mit Werten jeweils zwischen -0.5 und $+0.5$ (Abb. 8.23).

Unterabtastung (Downsampling)

Es ist deutlich in Abb. 8.23 zu erkennen, dass der Informationsgehalt für unser Sehvermögen im Luminanzkanal recht hoch und in den Chrominanzkanälen gering ist. Beim

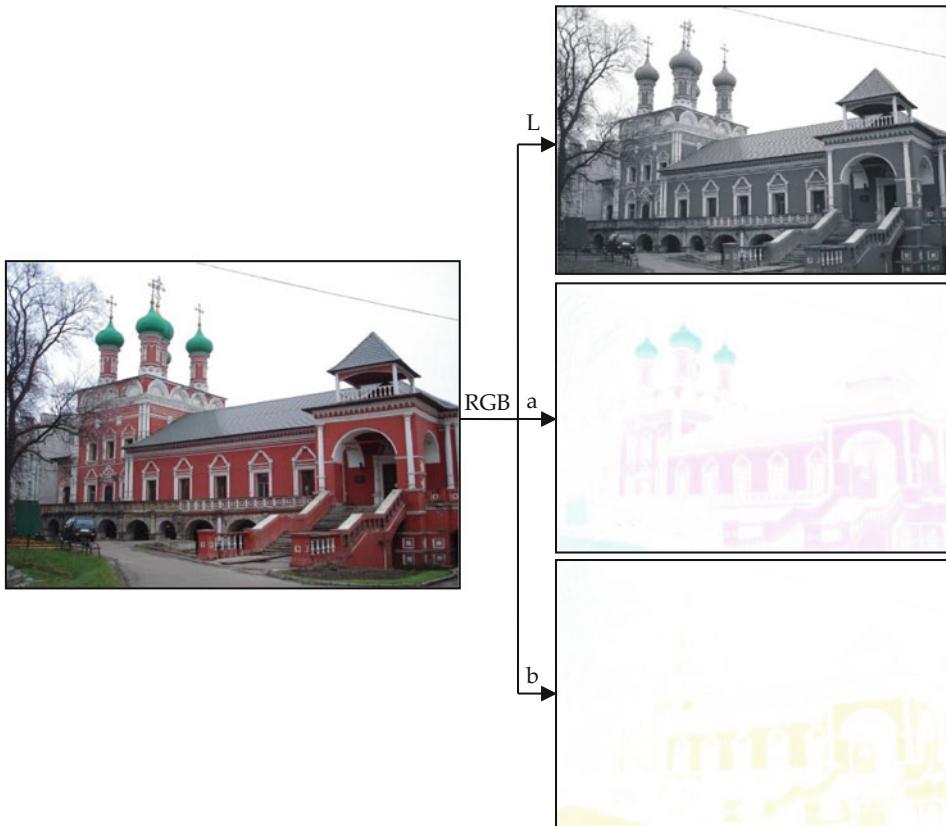


Abb. 8.23 Transformation eines RGB-Bildes am Beispiel des Lab-Farbraums

nun folgenden Sampling besteht deshalb die Möglichkeit, diese Kanäle stärker zu komprimieren, ohne dass dies zu einem signifikanten Qualitätsverlust bei der Wahrnehmung führt. Abb. 8.24 zeigt, wie die drei Kanäle eines Bildausschnitts aus vier Pixeln unterschiedlich behandelt werden können.

Beim Unterabtasten (Downsampling) der Farbwerte speichert der Encoder die Luminanzwerte für jeden Bildpunkt einzeln, aber mehreren Helligkeitswerten wird eine gemeinsame Farbinformation zugeordnet. Im Fall der in Abb. 8.24 skizzierten 4:2:0 Kompression wird für eine Gruppe von vier horizontal und vertikal benachbarten Luminanzwerten der Durchschnitt der korrespondierenden Chrominanzwerte gespeichert, was zu einer Datenreduktion von 50 % führt. Andere Samplingrelationen sind 4:2:2 (zwei horizontal benachbarte Chrominanzwerte werden zusammengefasst, was zu einer Datenreduktion von 33 % führt) oder 4:4:4 (die Chrominanzwerte jedes Pixels werden gespeichert, es erfolgt keine Datenreduktion).

Den restlichen Kompressionsvorgang durchlaufen die Informationen in den drei Kanälen Y, Cb und Cr separiert.

Der JPEG-Standard definiert als ersten Schritt die Farbraumtransformation. Um eine hohe Datenkompatibilität zu erzielen, sollte er durchgeführt werden. Allerdings ist er nicht zwingend notwendig und insbesondere auf hohe Bildqualität ausgelegte Implementierungen verarbeiten die Bilder im sRGB-Farbmodell, wobei jeder Farbkanal mit ähnlichen Parametern komprimiert und quantisiert wird.

Blockbildung und Verschiebung des Wertebereichs

Nach dem Abtasten muss jeder Kanal in Datenblöcke von 8x8 Bildpunkten aufgeteilt werden. Nicht immer betragen aber die Bildinformationen in einem Kanal ein ganzzahliges Vielfaches an Blöcken (Sub-Images), oft sind nicht genügend Pixelwerte für den letzten angefangenen Block vorhanden. Um unvollständige Blöcke mit Farbinformationen aufzufüllen, kann man eine vordefinierte Farbe (etwa Schwarz) einsetzen, den Farbwert des letzten Pixels wiederholen oder Farbwerte verwenden, welche bei der späteren diskreten Kosinustransformation die Koeffizienten der sichtbaren Bildpunkte zumindest für niedrige Frequenzen bewahren, um die Artefaktbildung an den Blockgrenzen zu minimieren.

Zur Vorbereitung der diskreten Kosinustransformation ist es nun noch erforderlich, die einzelnen Datenelemente eines Blocks aus einem positiven Wertebereich in einen um Null

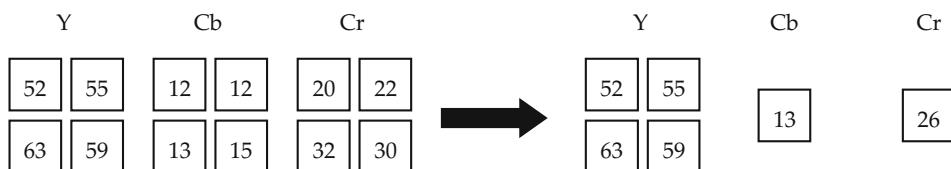


Abb. 8.24 Downsampling (4:2:0)

zentrierten Wertebereich zu verschieben. Dazu ist jeder Wert der Matrix um die halbe Anzahl möglicher Werte zu verringern. Bei 8-Bit-Farbkanälen kann ein Pixel einen von 256 möglichen Werten annehmen, nämlich 0 bis 255. Deshalb ist jedes Element der Matrix um den Wert 128 zu reduzieren (Abb. 8.25).

Diskrete Kosinustransformation

Auf Grund der gegebenen Anzahl geeigneter Sensoren ist die Detailauflösung unseres Auges limitiert. Daher können eher feine Details eines Bildes entfernt werden als größere Strukturen, ohne die empfundene Bildqualität signifikant zu verschlechtern.

Die diskrete Kosinustransformation (Discrete Cosine Transformation, DCT) ist eine Möglichkeit, diejenigen Informationen eines Bildes zu isolieren, die feine Details repräsentieren.

Bisher sind die Bildinformationen in den Bilddaten entsprechend ihrer räumlichen Lage im Bild positioniert, d.h. der Wert links oben in einem Block steht für das Pixel links oben in diesem Sub-Image und der Wert rechts unten für das Pixel rechts unten. Die DCT transformiert nun Block für Block die Bildinformationen von dieser räumlichen Darstellung in eine Repräsentation durch sich überlagernde Kosinusfunktionen unterschiedlicher Frequenzen, deren Amplituden angeben, wie stark sich die Werte von Ort zu Ort ändern. Dabei entstehen die auf ganzzahlige Werte gerundeten 64 Koeffizienten (Abb. 8.26).

$$\left\{ \begin{array}{ccccccc} 52 & 55 & 61 & 66 & 70 & 61 & 64 \\ 63 & 59 & 55 & 90 & 109 & 85 & 69 \\ 62 & 59 & 68 & 113 & 144 & 104 & 66 \\ 63 & 58 & 71 & 122 & 154 & 106 & 70 \\ 67 & 61 & 68 & 104 & 126 & 88 & 68 \\ 79 & 65 & 60 & 70 & 77 & 68 & 58 \\ 85 & 71 & 64 & 59 & 55 & 61 & 65 \\ 87 & 79 & 69 & 68 & 65 & 76 & 78 \end{array} \right\} \xrightarrow{-128} \left\{ \begin{array}{ccccccc} -76 & -73 & -67 & -62 & -58 & -67 & -64 \\ -65 & -69 & -73 & -38 & -19 & -43 & -59 \\ -66 & -69 & -60 & -15 & 16 & -24 & -62 \\ -65 & -70 & -57 & -6 & 26 & -22 & -59 \\ -61 & -67 & -60 & -24 & -2 & -40 & -60 \\ -49 & -63 & -68 & -58 & -51 & -60 & -70 \\ -43 & -57 & -64 & -69 & -73 & -67 & -63 \\ -41 & -49 & -59 & -60 & -63 & -52 & -50 \end{array} \right\}$$

Abb. 8.25 Zentrieren der Elemente eines Datenblocks um den Wert Null

$$\left\{ \begin{array}{ccccccc} -76 & -73 & -67 & -62 & -58 & -67 & -64 \\ -65 & -69 & -73 & -38 & -19 & -43 & -59 \\ -66 & -69 & -60 & -15 & 16 & -24 & -62 \\ -65 & -70 & -57 & -6 & 26 & -22 & -59 \\ -61 & -67 & -60 & -24 & -2 & -40 & -60 \\ -49 & -63 & -68 & -58 & -51 & -60 & -70 \\ -43 & -57 & -64 & -69 & -73 & -67 & -63 \\ -41 & -49 & -59 & -60 & -63 & -52 & -50 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{DCT}} \left\{ \begin{array}{ccccccc} -415 & -30 & -61 & 27 & 56 & -20 & -2 \\ 4 & -22 & -61 & 10 & 13 & -7 & -9 \\ 47 & 7 & 77 & -25 & -29 & 10 & 5 \\ -49 & 12 & 34 & -15 & -10 & 6 & 2 \\ 12 & -7 & -13 & -4 & -2 & 2 & -3 \\ -8 & 3 & 2 & -6 & -2 & 1 & 4 \\ -1 & 0 & 0 & -2 & -1 & -3 & 4 \\ 0 & 0 & -1 & -4 & -1 & 0 & 1 \end{array} \right\}$$

Abb. 8.26 Diskrete Kosinustransformation eines Sub-Images

Der Koeffizient in der linken oberen Ecke des Blocks wird DC-Koeffizient (von engl. direct current – Gleichstrom) oder Gleichanteil genannt und entspricht der Grundfrequenz (dem „Grundton“ bzw. mittlere Helligkeit dieses Sub-Images). Die restlichen 63 AC-Koeffizienten (von engl. alternating current – Wechselstrom) entsprechen den Amplituden der Oberschwingungen. Sie repräsentieren umso höherfrequente Oberschwingungen (umso feinere Details in der Bildstruktur), je weiter sie vom DC-Koeffizienten entfernt liegen.

Die Bildinformationen sind also nun nicht mehr entsprechend ihrer räumlichen Lage angeordnet, sondern in der linken oberen Ecke eines Blocks befinden sich die für die menschliche Wahrnehmung wichtigen Informationen und in der rechten unteren Ecke sehr feine Details, die im nächsten Schritt des Verfahrens eliminiert werden können, ohne den Qualitätseindruck deutlich zu verschlechtern.

Die Ursprungsdaten lassen sich mit Hilfe der inversen DCT (IDCT) zurückgewinnen, wenn auch wegen unvermeidlicher Rundungsfehler nicht ganz exakt.

Quantisierung

JPEG definiert das Verfahren der Quantisierung als die Division der transformierten Datenblöcke durch die Werte einer Quantisierungstabelle (Abb. 8.27 rechts oben) mit anschließender Rundung auf die nächste ganze Zahl (Abb. 8.27 unten). So wird in diesem Beispiel der DC-Koeffizient (-415) durch den zugehörigen Quantisierungswert (16) dividiert, mit dem Ergebnis „-25,9375“, welches dann auf „-26“ gerundet wird.

In Bildverarbeitungssoftware kann man den Kompressionsfaktor beim Generieren eines JPEG-Bildes einstellen, indem man eine passende Quantisierungstabelle auswählt. Bestehen alle Elemente der Quantisierungstabelle aus dem Wert „1“, so entspricht die

$$\left\{ \begin{array}{ccccccc} -415 & -30 & -61 & 27 & 56 & -20 & -2 \\ 4 & -22 & -61 & 10 & 13 & -7 & -9 \\ -47 & 7 & 77 & -25 & -29 & 10 & 5 \\ -49 & 12 & 34 & -15 & -10 & 6 & 2 \\ 12 & -7 & -13 & 4 & -2 & 2 & -3 \\ -8 & 3 & 2 & -6 & -2 & 1 & 4 \\ -1 & 0 & 0 & -2 & -1 & -3 & 4 \\ 0 & 0 & -1 & -4 & -1 & 0 & 1 \end{array} \right\} / \left\{ \begin{array}{ccccccc} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 \\ 55 & 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 57 \\ 56 & 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 \\ 62 & 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 \\ 77 & 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 \\ 92 & 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 \\ 101 & 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 \\ 99 & 103 & & & & & \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{ccccccc} -26 & -3 & -6 & 2 & 2 & -1 & 0 \\ 0 & -2 & -4 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -3 & 1 & 5 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & -4 & 1 & 2 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right\}$$

Abb. 8.27 Quantisierung eines Sub-Images

Ergebnistabelle den Ausgangsdaten: Es gehen keine Informationen verloren, aber es wird auch in den nächsten Schritten keine signifikante Kompression erzielt.

Wählt man die Werte der Quantisierungstabelle so, dass den großen DCT-Koeffizienten relativ kleine Quantisierungswerte und den kleinen DCT-Koeffizienten relativ große Quantisierungswerte zugeordnet sind, führt die Division nach der Rundung für viele Koeffizienten im Bereich der hohen Frequenzen (feinen Details) zu Nullwerten.

Diese Quantisierung stellt bei der JPEG-Kompression den zweiten im eigentlichen Sinne verlustbehafteten Schritt dar und reduziert je nach eingesetzter Quantisierungstabelle die Informationsmenge, aber auch die Bildqualität signifikant.

Kodierung

Um die Matrixwerte für die Entropiekodierung in eine günstige Reihenfolge zu bringen, wird die zweidimensionale Matrix im Zick-Zack-Verfahren in einen eindimensionalen Vektor umgewandelt (Abb. 8.28), sodass die Zeichensequenz mit den Koeffizienten der niedrigen Frequenzen beginnt und zum Schluss nur noch viele Nullwerte stehen.

Dabei werden die DC-Koeffizienten als Differenz eines benachbarten DC-Koeffizienten codiert, da man annimmt, dass diese sich nur wenig von den DC-Koeffizienten der benachbarten Blöcke unterscheiden. So codierte Daten können nun weiter mit Hilfe der verlustfreien Kompressionsverfahren reduziert werden. Dabei verwendet man oft die Lauflängenkodierung (siehe Abschn. 8.7.2.1) und/oder die Huffman-Codierung (siehe Abschn. 8.7.2.2). Die RLE kann bessere Kompressionsraten erreichen, da sie ohne Zuordnungstabellen arbeitet, während bei der Huffman-Codierung verwendete Tabellen für die Dekodierung zusätzlich mit den komprimierten Daten gespeichert werden müssen.

8.7.2.5 JPEG 2000-Kodierung

JPEG 2000 ist der designierte Nachfolger des JPEG-Standards. Im Wesentlichen ähneln die Schritte denen des Vorgängers. Allerdings beginnt das Verfahren mit der Aufteilung des Bildes in Teilbilder, gefolgt von der Transformation des Farbraumes und endet mit der Quantisierung und Entropiekodierung. Den Kern bildet aber nicht mehr eine diskrete Kosinustransformation, sondern eine diskrete Wavelettransformation (DWT) der Teilbilder (JPEG 2015).

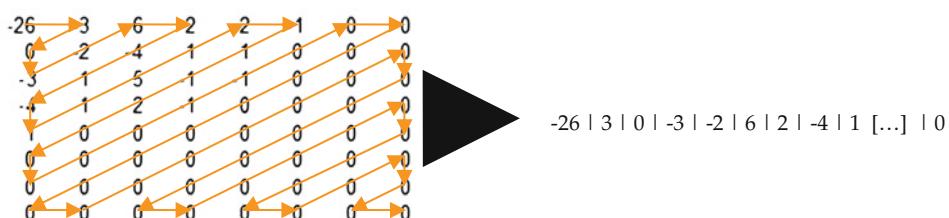


Abb. 8.28 Vorbereitung der Entropiekodierung mit dem Zickzack-Verfahren

Ein „Wavelet“ (Neologismus, für „kleine Welle“) ist eine Funktion mit nur einer Schwingung (lokalierte Welle). Das JPEG 2000 Verfahren setzt für die verlustbehaftete Komprimierung die biorthogonale *Daubechies-9/7*-Wavelettransformation und für die verlustlose Kompression die biorthogonale *LeGall-5/3*-Wavelettransformation ein.

Die Wavelet-Kompression ist im Gegensatz zur der DCT zugrunde liegenden *Fourier*-Analyse in der Lage, Informationen über das zeitliche Auftreten der einzelnen Frequenzen zu erkennen. Aus diesem Grund können Wavelets skaliert, d.h. gestaucht, gedehnt und verschoben werden. Um die tiefen Frequenzen (Grundfrequenzen) des Signals zu analysieren, wird das Wavelet erst einmal stark gestreckt. Durch die nachfolgende schrittweise Kompression des Wavelets können die feineren Frequenzen (in Form von Details oder schnellen Änderungen) erfasst werden.

Im Vergleich zum DCT-basierten JPEG vermeidet das DWT-basierte JPEG 2000 insbesondere bei großen Bildern Blockartefakte und gestattet eine deutlich höhere Kompressionsrate bei gleicher Qualität. Insbesondere bei hohen Kompressionsraten ist die Bildqualität überlegen. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, bestimmten Bildregionen (Region-Of-Interest, ROI) in höherer Qualität abzuspeichern. JPEG 2000 schreibt einen progressiven Bildaufbau vor, der in JPEG zwar auch möglich ist, aber selten genutzt wurde. Hilfreich ist auch, dass im Dateiformat Raum für Metainformationen vorgesehen ist.

Nachteilig sind der höhere Rechenaufwand und eine etwas größere Neigung zu Unschärfeartefakten bei sehr starker Kompression.

8.7.2.6 Fraktale Codierung

Die fraktale Codierung ist ein verlustbehaftetes Verfahren zur Kompression von Bilddaten. Der Begriff „Fraktale“ (lat. für Bruch) für eine bestimmte Art geometrischer Objekte und die ihnen zugrunde liegenden Kurven wurde im Jahr 1975 vom Mathematiker und IBM-Angestellten Benoit B. Mandelbrot geprägt, der sich bereits in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts bei der Beschreibung der englischen Küstenlinie mit dem Phänomen der Selbstähnlichkeit beschäftigte, einer zentralen Eigenschaft von Fraktalen. Bereits *Gottfried Wilhelm Leibniz* machte sich im 17. Jahrhundert Gedanken zur rekursiven Selbstähnlichkeit. Die eigentliche Forschung auf diesem Gebiet begann Ende des 19. Jahrhundert und im frühen 20. Jahrhundert mit den Arbeiten von *Karl Weierstrass*, *Helge von Koch*, und *Waclaw Sierpinski*. Mit Beginn des Computerzeitalters gab es endlich auch Darstellungsmöglichkeiten, und *B. B. Mandelbrot* entdeckte die nach ihm benannte Mandelbrotmenge (Apfelmännchen). Selbstähnlichkeit bedeutet, dass sich Teile des Fraktals oder das Fraktal selbst in identischer oder abgewandelter Form (gedreht, gespiegelt, skaliert) im Gesamtbild wiederfinden. Klassische Beispiele sind die Koch-Schneeflocke von *Helge von Koch*, das Sierpinski-Dreieck von *Waclaw Sierpinski*, die Mandelbrotmenge von *B. B. Mandelbrot* oder Barnsleys Farn von *Michael Barnsley*.

Im Jahr 1988 entwickelte *Michael Barnsley* die fraktale Bildkompression. Sie unterscheidet sich vor allem in der Handhabung der Daten von den herkömmlichen Kompressionsverfahren. So steht nicht wie bei den herkömmlichen Verfahren jeder

Bildpunkt mit seinen Informationen im Mittelpunkt, sondern die Suche nach Bildbereichen, die in dieser oder ähnlicher Form auch in anderen Teilen des Bildes auftreten.

Für die Suche wird das Bild zunächst unterteilt, geometrische Formen identifiziert und mittels fraktaler Algorithmen in fraktalen Code überführt und dadurch von jeder Auflösung unabhängig dargestellt.

Fraktale Kompression eignet sich am besten für Bildinhalte mit Selbstähnlichkeit, also vor allem für Naturbilder wie Bäume, Wolken etc. Die Bilder sind prinzipiell frei skalierbar, d. h. bei einer Vergrößerung des Bildes tritt kein Qualitätsverlust auf. Es lässt sich eine hohe Kompressionsrate erreichen. Die Kompressionseffizienz steigt mit der Bildkomplexität und der Farbtiefe. Bei üblichen Kompressionsraten bis 50:1 ist die Bildqualität vergleichbar mit der von DCT-basierten Verfahren wie JPEG (Sayood 2005, S. 560 ff.), darüber sogar oft besser (Woon et al. 2000).

Es handelt sich um ein asymmetrisches Verfahren, da bei der extrem rechenaufwändigen Suche nach Selbstähnlichkeit im Rahmen der Kompression deutlich mehr Zeit benötigt wird als bei der Dekompression für die Generierung des Bildes. Daher ist es für Echtzeitanwendungen nicht geeignet, wohl aber immer dann, wenn „auf Vorrat“ codiert werden kann, z. B. bei der Videokompression für (Online-)Videotheken o. Ä. Bisher spielt es aber nur eine marginale Rolle.

8.7.2.7 Differenz-Codierung

Differentielle Pulscodemodulation

Die differentielle Pulscodemodulation (DPCM) beruht auf der Grundannahme, dass sich die aufeinander folgenden Sample-Werte eines Audiosignals nicht sprunghaft über den ganzen Wertebereich hinweg ändern (dies gilt insbesondere für die menschliche Sprache), sondern schrittweise.

Die Differenzwerte zwischen zwei beliebigen, aufeinander folgenden Sample-Werten sind also relativ klein und können daher in kleineren Datenworten abgelegt werden als die eigentlichen PCM-Werte. Das Beispiel in Abb. 8.29 zeigt PCM-Werte und ihre Differenzen eines Telefongesprächs.

Die Samplingtiefen für Telefongespräche beträgt 8 Bit, also kann jedem PAM-Sample bei der Quantisierung ein PCM-Wert zwischen -128 und +127 zugewiesen werden. Die maximale Differenz zwischen aufeinander folgenden PCM-Werten in diesem Beispiel beträgt aber nur 24; also könnte man alle Differenzen in 5-Bit Datenwörtern speichern und dadurch den Speicherbedarf um 37,5 % senken.

PCM-Wert	0	5	9	13	20	32	44	38	28	16	40
Differenz	0	5	4	4	7	12	12	-6	-10	-12	24

Abb. 8.29 Beispiel eines differenzcodierten PCM-Signals

In der Praxis verringert sich der Speicherbedarf für einen Sample-Wert durchschnittlich um ca. 25 %. Außerdem ist das Verfahren sehr schnell und deshalb für Echtzeitanwendungen geeignet.

Schwierigkeiten können bei diesem Verfahren auftreten, wenn sehr starke Signalschwankungen (Slope-Overload) dargestellt werden sollen und der vordefinierte Speicherumfang für die Differenz nicht ausreicht. Daher eignet sich dieses Verfahren weniger für Musikdaten.

Die adaptive differenzielle Pulscodemodulation (ADPCM) ist eine Variante der DPCM, die vorausschauend die Quantisierungstiefe unter Berücksichtigung des Signal-Rausch-Verhältnisses anpasst. Bei niedrigem Signal-Rauschverhältnis stellt sie weniger Bits (z. B. 3 statt 5) zum Speichern der Differenzwerte zur Verfügung und im Fall eines absehbaren Slope-Overload zusätzliche (z. B. 6 statt 5). Dadurch erhöhen sich sowohl die Kompressionsrate, als auch die Qualität des digitalen Signals (ADPCM 1990).

Wie schon bei der DPCM lassen sich auch bei der ADPCM bei der Dekompression die Originaldaten (auf Grund der Informationsverluste beim Quantisieren der PAM-Samples) nie wiederherstellen. Bei hohen Netzkosten und geringen Qualitätsanforderungen wird ein Variante eingesetzt, die 8-bit PCM-Samples in 4-bit ADPCM-Samples überführt und auf diese Weise benötigte Übertragungsbandbreite im Netz halbiert (G.726 Standard des ITU-T) ADPCM eignet sich wegen der Geschwindigkeit gut für Sprachübermittlung in Echtzeit, aber auf Grund der Qualitätsverluste nicht für Musik.

Kanalkopplungsverfahren

Die Eliminierung von Mehrkanalredundanz (Interchannel Coding) bezeichnet meist verlustfreie statistische Komprimierungsmethoden, die fast ausschließlich auf Audiodaten angewendet werden können, da kaum eine andere Datenart mehrere korrelierte Kanäle überträgt.

Das Verfahren nutzt aus, dass in Übertragungen mit mehreren Kanälen (bspw. 2 Kanäle beim Stereoklang, 6 Kanäle beim 5.1-Raumklang usw.) häufig Redundanzen vorkommen. Gerade bei vielen Kanälen kommt es sehr häufig vor, dass auf mehr als einem Kanal das-selbe Signal übertragen wird. Hier bietet es sich an, diese Kanäle zu bündeln (Multiplexing).

Eine Variante des Matrixing ist das Mid/Side-Stereo. Da beide Stereokanäle eines Frequenzbands i. d. R. eine hohe Korrelation aufweisen, speichert das Verfahren den Mittelwert der beiden Stereokanäle im Mittelkanal (Mid Channel) und die jeweiligen Differenzwerte im Seitenkanal (Side Channel). Auf Grund der hohen Korrelation ist die Differenz oft sehr klein oder sogar Null und benötigt weniger Speicherplatz als wenn der zweite Kanal komplett übertragen werden würde (Sayood 2003, S. 260). Dieser Algorithmus ist bei neueren Codecs stark verbreitet.

Die dritte Möglichkeit der Kanalkopplung, das verlustbehaftete Intensity-Stereo, ist der Arbeitsweise nach der psychoakustischen Codierung zuzurechnen und daher bei den psychoakustischen Codierungsverfahren (siehe Abschn. 8.7.2.8) dargestellt.

Beide letztgenannten Verfahren, Mid/Side-Stereo und Intensity-Stereo, werden oft un-differenziert mit dem Begriff „Joint Stereo Coding“ bezeichnet. Während Intensity Stereo

die Hörqualität und das Stereoerlebnis beeinträchtigt, ist der Einsatz von Mid/Side-Stereo aber praktisch nicht wahrzunehmen und daher Standard in verlustfreien Algorithmen bei niedrigeren Datenraten.

8.7.2.8 Psychoakustische Codierung

Die Psychoakustik ist eine Teildisziplin der Psychophysik, die sich mit dem Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften eines Schallsignals und den daraus resultierenden Wahrnehmungen des menschlichen Gehörs (siehe Kap. 2.1.2) beschäftigt.

Eine für die Zwecke der Datenkompression wesentliche Erkenntnis ist, dass Schallsignale mit bestimmten physikalischen Eigenschaften oder im Zusammenspiel mit anderen Schallsignalen vom Menschen nicht, respektive nur unzureichend wahrgenommen werden, und deshalb aus dem Datenstrom entfernt werden können, ohne zu einer subjektiv wahrgenommenen Qualitätseinbuße der Audioinformation zu führen. Die generelle Hörfähigkeit ist individuell unterschiedlich und hängt neben der Ausbildung des Hörapparates u. a. vom Training des Hörzentrums, von Umwelteinflüssen und vom Lebensalter ab.

Alle psychoakustischen Audio-Kodierer (Perceptual Audio-Encoder) versuchen auf Basis psychoakustischer Modelle relevante von irrelevanten Audioinformationen zu trennen, um so eine hohe Kompressionsrate bei ebenfalls hoher Hörqualität zu erreichen. Irrelevante Daten entstehen insbesondere durch fünf Eigenschaften des menschlichen Hörens: Die obere Hörgrenze, die Ruhehörschwelle, die zeitgleiche Überdeckung, die Überdeckung im Zeitverlauf und die begrenzte Richtungserkennung.

Obere Hörgrenze

Das menschliche Gehör kann Töne im akustischen Frequenzband, also von einer Frequenz ab ca. 20 Hz bis zu einem Maximum von ca. 22.050 Hz wahrnehmen. Frequenzen des Infraschallbands (0 bis 20 Hz) können zwar nicht gehört, aber vom Körper als Vibrationen empfunden werden. Die obere Hörgrenze hingegen ist absolut; Frequenzen im Ultraschallbereich (20 kHz bis 1 GHz) oder gar darüber werden nicht bewusst wahrgenommen. Folglich brauchen alle Informationen oberhalb der Hörgrenze nicht übertragen zu werden.

Diese obere Hörgrenze nimmt mit zunehmendem Lebensalter ab, sodass durchschnittliche Erwachsene Frequenzen bis ca. 16 kHz und Senioren nur noch bis ca. 8 kHz hören können.

Ruhehörschwelle

Das menschliche Gehör arbeitet nicht über das gesamte akustische Frequenzband hinweg mit der gleichen Sensitivität, wie die Ruhehörschwelle (untere Kurve in Abb. 8.30) zeigt (Universität Wuppertal 2009). Sie ist eine Funktion aus u. a. Schalldruckpegel (ein Maß für die Lautstärke eines Tons, gemessen in Dezibel (dB)) und Tonfrequenz.

Während tiefe Töne eine relativ große Lautstärke aufweisen müssen, um erfasst werden zu können, reicht dafür im Bereich von ca. 500 Hz bis 6 kHz bereits ein geringer

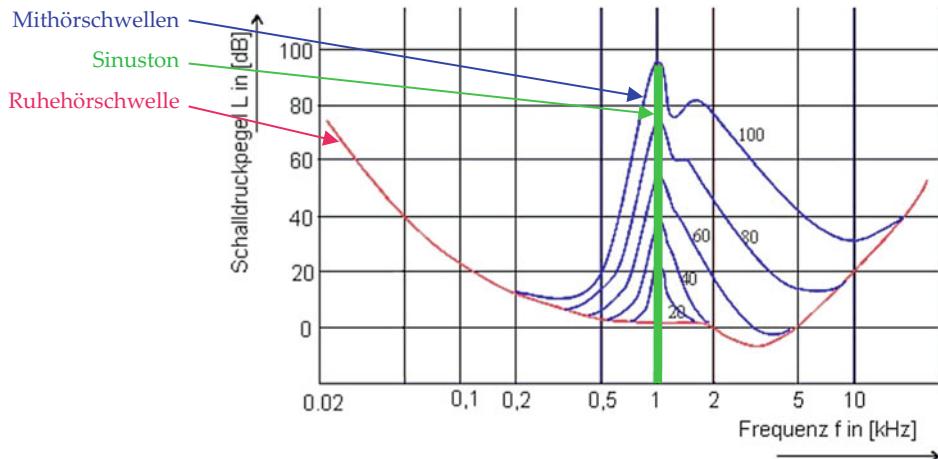


Abb. 8.30 Ruhe- und Mithörschwelle

Schalldruckpegel, und minimale Frequenzunterschiede von nur zwei Hz werden hörbar. Danach steigt die Ruhehörschwelle wieder an, bis die obere Hörgrenze erreicht ist. Mit zunehmendem Lebensalter reicht dieser Bereich nur noch bis ca. 2 kHz hinauf.

Töne unterhalb der in Abb. 8.30 unten eingezzeichneten Ruhehörschwelle werden akustisch nicht wahrgenommen und können bei der Kodierung des Ausgangssignals weggelassen werden. Da Frequenzen unter 20 Hz als Vibrationen spürbar sind, sollten diese mitkodiert werden.

Zeitgleiche Überdeckung (simultane Maskierung)

Sobald Töne auf das Gehör einwirken, heben sie die Hörschwelle in ihrer unmittelbaren Nähe an. Das gleichzeitige Auftreffen mehrerer Signale kann dazu führen, dass Töne, die bisher im hörbaren Bereich waren, in den unhörbaren fallen und folglich nicht mehr gespeichert werden müssen (bspw. das Zwitschern eines Vogels, während ein Pistolenschuss fällt). Diese Hörschwelle nennt sich Mithörschwelle.

Abb. 8.30 zeigt die Veränderung der Hörschwelle, wenn Sinustöne mit einer Frequenz von einem kHz (vertikaler Balken in der Abb. 8.30) in unterschiedlichen Lautstärken (100, 80, 60, 40 und 20 dB) hinzukommen: Die jeweilige Mithörschwelle (obere Kurven) hebt sich insbesondere in der Umgebung des Sinustons an und es entsteht ein großer verdeckter Bereich (unterhalb der Mithörschwelle). Dadurch würde bspw. ein zum Sinuston zeitgleiches Signal mit einer Frequenz von zwei kHz und bis zu ca. 2/3 der Lautstärke des ersten Sinustons von diesem verdeckt. Dieser Effekt nennt sich zeitgleiche Überdeckung (simultane Maskierung).

Das eingangs erwähnte Vogelgezwitscher wäre also für die Dauer des Pistolenschusses vom menschlichen Gehör nicht wahrnehmbar und könnte bei der Codierung des Ausgangssignals weggelassen werden.

Überdeckung im Zeitverlauf (zeitliche Maskierung)

Betrachtet man die Überdeckung im Zeitverlauf, so stellt man fest, dass sowohl leise Töne maskiert werden, die einem lauten Ton unmittelbar vorangehen, als auch solche, die direkt auf einen lauten Ton folgen. Abb. 8.31 (Sayood 2005, S. 518) zeigt die zeitliche Maskierung.

Der zweite Effekt (Postmasking) ist am Beispiel des Vogelzwitschers und des Pistolenbeschusses leicht nachvollziehbar: Nach sehr lauten Tönen benötigt das Gehör eine gewisse Erholungszeit (Recovery Time), bis es wieder voll funktionsfähig ist. Dieser Effekt nennt sich Nachmaskierung (Postmasking) und kann bis zu 200 ms dauern.

Aber warum hören wir leise Töne nicht, obwohl sie vor dem lauten Signal auf unser Ohr treffen? Dieser Effekt (Premasking) lässt sich durch die prioritätsgesteuerte Verarbeitung sensorischer Informationen erklären: Alle sensorisch erfassten Töne reihen sich bei der Informationsverarbeitung in eine Warteschlange ein. Singuläre, laute Signale haben eine hohe Priorität und werden bevorzugt verarbeitet sowie besonders gründlich analysiert und interpretiert. Während dieser intensiven Verarbeitung von Hochprioritätssignalen muss das Gehirn Informationen mit geringerer Priorität ignorieren, um bei einem konstanten Strom sensorischer Daten nicht den Anschluss zu verlieren. Die Vormaskierung ist allerdings wesentlich kürzer (bis zu 20 ms).

Das mehrfach erwähnte Vogelgezwitscher wäre also nicht nur nach dem Pistolenbeschuss eine Zeit lang vom menschlichen Gehör nicht wahrnehmbar, sondern auch kurz davor, und könnte bei der Kodierung des Ausgangssignals weggelassen werden.

Begrenzte Richtungserkennung

Ziel dieses Schrittes ist es, für Menschen unhörbare Stereoinformationen aus dem Audiostück zu entfernen, sowohl durch die verlustfreie Eliminierung von Kanalredundanzen mittels statistischer Verfahren, als auch durch die verlustbehaftete psychoakustische Maskierung.

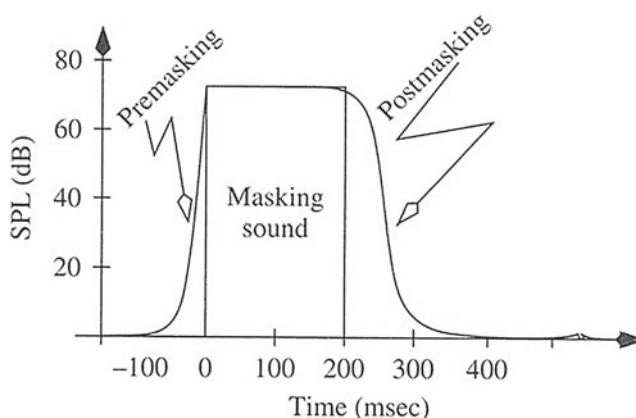


Abb. 8.31 Zeitliche Maskierung eines Audiosignals

So ist bspw. das menschliche Gehör bei tiefen Tönen nicht in der Lage, die Richtung zu erkennen, weshalb Raumklangformate für Signale niedriger Frequenz nur einen Kanal verwenden und die Position des Tieftonlautsprechers (Subwoofer) in dieser Hinsicht keine Rolle spielt. Gleichfalls ist es dem Menschen nicht möglich, bei geringen Unterschieden zwischen dem rechten und dem linken Kanal die Richtung zu orten.

Wird eine noch geringere Datenrate benötigt, als mittels statistischer Verfahren zur Eliminierung von Kanalredundanzen erreichbar ist, ohne dabei zumindest auf einen kleinen Stereo-Effekt zu verzichten, kann das Parametric Stereo (PS)-Codierungsverfahren angewendet werden. Hier werden (pro Frequenzband) nur noch das Monosignal und eine Richtungsinformation übertragen. Allerdings gehen dabei Phaseninformationen verloren, wodurch eine Phasenverschiebung auftreten kann, die aber nur bei niedrigen Frequenzen wahrnehmbar ist. Kann ein Decoder die übermittelten Richtungsparameter nicht verarbeiten, so gibt er nur ein Monosignal wieder.

A-Law- und μ -Law- Kodierung

A-Law und μ -Law (Aussprache wie „mü“) sind zwei Verfahren im G.711-Standard (PCM 1990) zur Codierung von PCM-Samples, welche analoge Signale einer Dynamikkompression unterziehen, um das Rauschen bei kleinen Signalpegeln (also bei leisen Tönen) zu reduzieren. Da sich diese Kompression am menschlichen Hörvermögen orientiert, gehören diese Verfahren zur Kategorie der psychoakustischen Modelle.

Das Ausgangsproblem liegt darin, dass eine Abtasttiefe von 8-Bit auch für eine Sprachübertragung relativ gering ist. Bei Verwendung einer linearen Quantisierungskennlinie würde die PCM-Codierung zu einer signalpegelunabhängigen Auflösung von lediglich 1/128 der Maximalamplitude führen, was insbesondere für eine Unterscheidung von Rauschen und leisen Tönen nicht ausreichend wäre.

Die A-Law-Codierung digitalisiert daher die PAM-Signale zunächst mit 12-Bit-Genauigkeit. Mit Hilfe einer an das menschliche Hörvermögen angepassten logarithmischen Kennlinie löst sie kleine Signalpegel mit 1/2048 der Maximalamplitude sehr fein auf, große Signalpegel dagegen nur grob mit 1/32 der Maximalamplitude. Die Segmente der Kennlinie sind so eingeteilt, dass man die Kompression sehr leicht durch eine 12 nach 8-Bit-Umrechnung bzw. die Dekompression durch eine 8 nach 12-Bit-Konversion durchführen kann. Auf diese Weise lässt sich ein Audiosignal, das linear als 13-Bit-Wert (Vorzeichen und 12-Bit Ganzzahl) digitalisiert wird, als Gleitkommazahl mit einem Speicherbedarf von 8 Bit (1-Bit-Vorzeichen, 3-Bit-Exponent, 4-Bit-Mantisse) darstellen.

Die A-Law-Codierung wird in Voice-Over-IP-Anwendungen und vor allem Telefonnetzen nahezu weltweit eingesetzt mit Ausnahme der USA und Japan, deren Verfahren (μ -Law) zwar ähnlich, aber nicht kompatibel ist. μ -Law arbeitet mit linearen 14-Bit PAM-Samples und setzt eine andere Kennlinie mit feinerer Auflösung der hohen Signalpegel und geringerer Auflösung der niedrigen Signalpegel ein.

Nach diesem Standard wird nur der Frequenzbereich von 300 bis 3400 Hz bei der Digitalisierung codiert, was neben den Qualitätseinbußen bei der Quantisierung ein

gewichtiger Grund ist, weshalb sich das Verfahren für die Übertragung bzw. Kompression von qualitativ hochwertigem Audiomaterial, z. B. Musik in CD-Qualität, nicht eignet.

Linear Predictive Coding (LPC)

Linear Predictive Coding (LPC) kommt insbesondere bei der Sprachverarbeitung (Spracherkennung, Sprachsynthese, Sprachkompression) zum Einsatz. Wie alle anderen Verfahren in diesem Kapitel berücksichtigt es die menschlichen Fähigkeiten – allerdings nicht bei der Wahrnehmung, sondern bei der Erzeugung von Klang. Es bildet den menschlichen Stimmtrakt in vereinfachter Form in einem digitalen Modell nach. Dabei simuliert ein Schwingungsgenerator die Lauterzeugung mit Kehlkopf und Stimmbändern, indem er eine regelmäßige Schwingung erzeugt, deren Lautstärke und Tonhöhe sich variieren lassen. Eine Röhre bildet Rachen und Mundraum ab und ermöglicht es so, die Artikulation nachzuahmen. Mittels Modellparametern und Erregungsmustern lässt sich auf diese Weise menschliche Sprache viel effizienter als mittels PCM beschreiben. LPC ist oft Bestandteil hybrider Kompressionsverfahren, welche die Signalformkodierung mit Quantisierung und parametrischen Verfahren kombinieren (Woodard 2015), wie etwa bei der Code(-book) Excited Linear Prediction (CELP 2012) bzw. der Algebraic Code Excited Linear Prediction (ACELP 2012). Dadurch lässt sich eine mit PCM vergleichbare Sprachqualität und Latenz bereits bei Bitraten von 16 kbit/s statt 64 kbit/s erreichen.

MPEG-2 Audio Layer 3 (MP3)

Der MPEG-2 Audio Layer 3 (MP3) kombiniert mehrere Verfahren bei der Kompression. Den eigentlichen Kern bildet die Quantisierung unter Berücksichtigung des psychoakustischen Modells. Außerdem wird ein Bit-Reservoir verwendet, wodurch unausgeschöpfte Bits nicht verschwendet werden, sondern für besonders informationsreiche Teile zur Verfügung stehen. Der Ablauf ist weiter unten detailliert beschrieben. Da bei diesem Vorgang unhörbare Informationen unwiderruflich gelöscht werden, ist MP3 für den Gebrauch in Tonstudios nicht geeignet. Kanalkopplungsverfahren wie das „Joint Stereo Coding“ eliminieren Redundanzen und nicht wahrgenommene Richtungsinformationen zwischen den Kanälen. Abschließend werden die eigentlichen Nutzdaten noch mittels Huffman-Kodierung (siehe Abschn. 8.7.2.2) komprimiert (Holzinger 2001, S. 106 f.).

Abb. 8.32 (Brandenburg und Popp 2000) zeigt den Ablauf der MP3-Kompression. Der erste Schritt im die Aufteilung des digitalen Audiosignals in eine mehrphasige (polyphase) Filterbank unter Anwendung der Fourier-Transformation auf 32 Bänder (Spektralkomponenten). Diese Umwandlung erfolgt nicht kontinuierlich, sondern in feststehenden Blöcken von 1.152 PCM-Samples. Diese Blöcke bestehen aus drei Rahmen (Frames) mit jeweils 384 Samples. Durch Filterung von jeweils drei Frames in einem Block wird die zeitliche Maskierung simuliert (Henning 2001, S. 146).

Da das psychoakustische Modell eine feinere Spektralauflösung benötigt, als es die Filterbank verwendet, wird das PCM-Signal ein zweites Mal durch eine Fast-Fourier-Transformation (FFT) mit einer höheren Auflösung des Frequenzbereichs transformiert.

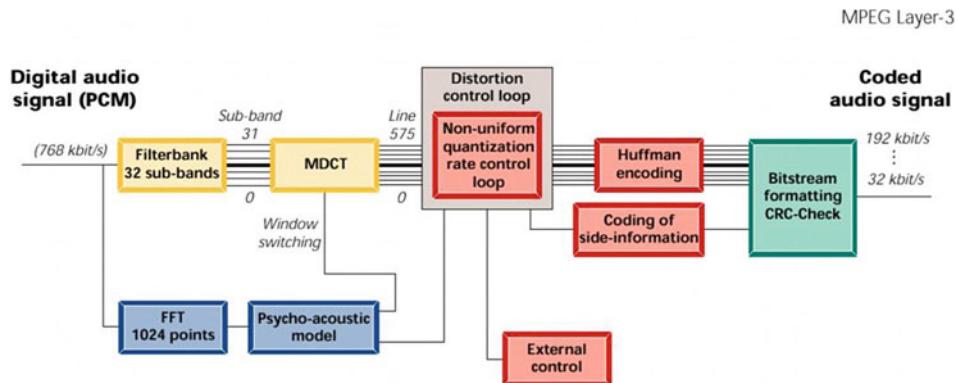


Abb. 8.32 MPEG-2 Audio Layer 3 Encoder

Damit können die psychoakustischen Regeln besser angewandt werden. Das Modell bestimmt die zu maskierenden Schwellenwerte für jedes Frequenzband, d.h. es wird jedes Band analysiert und errechnet, inwieweit es seine vor- und nachgelagerten Bänder maskiert. Anhand dieser Auswertungen werden die 32 Subbänder wiederum in 18 variable Teilbänder aufgeteilt.

In Abb. 8.33 (Henning 2001, S. 147) wurden bspw. 16 Bänder analysiert. Der Pegel im Band 8 beträgt 60 dB. Daraus lässt sich mit Hilfe des psychoakustischen Modells für Band 7 eine Maskierung von 12 dB berechnen. Dieses Band wird somit von Band 8 überlagert (simultane Maskierung), es ist also für das menschliche Gehör nicht wahrnehmbar. Folglich muss dieses Band nicht kodiert werden.

Die Daten durchlaufen anschließend zwei Schleifen. Die Bitraten-Kontroll-Schleife (Rate Control-Loop) ist dabei die innere der beiden Schleifen und kontrolliert die Einhaltung der extern vorgegebenen Bitrate. Im ersten Schritt werden die Frequenzlinien eines Frames quantisiert und das Ergebnis mit dem Huffman-Algorithmus kodiert. Die Quantisierung erfolgt nicht linear, sondern wird anhand der Auswertungen des psychoakustischen Modells errechnet. Ist der durch die Bitrate festgelegte Speicherplatz ausreichend, wird die äußere Schleife durchgeführt. Sollte der Speicherbedarf größer sein, muss zum ersten Schritt zurückgekehrt werden und die ganze Schleife mit einer schlechteren Qualität bei der Quantisierung der Frequenzlinien wiederholt werden.

Die Qualitäts- bzw. Verzerrungs-Kontroll-Schleife (Distortion Control-Loop) ist die äußere Schleife und kontrolliert die Qualität der Ausgabe bzw. der inneren Schleife. Sie prüft, ob alle Quantisierungsgeräusche unter der Mithörschwelle liegen, d.h. maskiert sind. War die Überprüfung erfolgreich, wird zum nächsten Subband übergegangen. Andernfalls wird die innere Schleife nochmals aufgerufen, um die Frequenzlinien genauer, d.h. mit einer höheren Auflösung, zu quantisieren. Sollte der durch die vorgegebene Bitrate festgelegte Speicherplatz nicht ausreichen und folglich ein unmaskiertes Quantisierungsrauschen vorhanden sein, wird dieses Rauschen eingefügt, da die Bitrate eine höhere Priorität genießt.

Band	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Pegel (dB)	0	8	12	10	6	2	10	60	35	20	15	2	3	5	3	1

Abb. 8.33 Kodierungsbeispiel zur Maskierung im MPEG-Audio

Beide Schleifen dienen also dazu, die maximale Qualität bei vorgegebener Bitrate sicherzustellen. Benötigt ein Block weniger Speicherplatz, als ihm zusteht, so werden die nicht ausgenutzten Bits an das Bit-Reservoir übergeben. Diese Bits können für die nachfolgenden Blöcke verwendet werden, wenn dort der zur Verfügung stehende Speicherplatz nicht ausreichen sollte.

8.7.2.9 MPEG-Kodierung

Grundlage aller modernen Verfahren zur Komprimierung von Videodaten sind die Prinzipien der Standards der Moving Picture Experts Group (MPEG 2015). Der erste Schritt in diesem Ablauf ist optional, nämlich die Aufteilung des Bildes in Zeilen mit ungerader („Top Field“) und solche mit gerader („Bottom Field“) Nummer. Diese Halbbilder werden in einem so schnellen Wechsel übertragen (bspw. 50 Halbbilder pro Sekunde in der deutschen Fernsehnorm PAL 576i50), dass die menschliche Wahrnehmung den Trick nicht bemerkt. Dieser Vorgang nennt sich Zeilensprungverfahren (Interlacing) und reduziert die Datenmenge um ca. die Hälfte. Höherwertige MPEG-Datenströme, wie z.B. das „Full HD“ (HDTV 1080p50), arbeiten hingegen im progressiven Modus und berücksichtigen bei jedem Bild alle Zeilen.

MPEG darf nicht mit dem Kompressionsverfahren Motion-JPEG (M-JPEG) verwechselt werden. Während das Motion-JPEG einen Videodatenstrom in Echtzeit Bild für Bild einliest und voneinander unabhängige einzelne Standbilder nach dem JPEG-Verfahren kodiert, macht sich MPEG zusätzlich die Ähnlichkeit zwischen sukzessiven Bildern zu Nutze, um die Datenmenge noch stärker zu reduzieren.

Ein MPEG-Videostream besteht aus einer oder mehreren Sequenzen. Jede Sequenz wird mit einem Header und einer oder mehreren Bilderfolgen (Group Of Pictures, GOP) beschrieben. Im Sequenz-Header sind Parameter gespeichert, die das gesamte Video betreffen, wie z. B. Bildbreite, Bildhöhe, Bildwiederholrate etc. Eine GOP besteht normalerweise aus Bildern, die in Anhängigkeit zueinander kodiert werden, um die Ähnlichkeit zwischen aufeinander folgenden Bildern auszunutzen. Die GOP enthält Informationen über die Art der Kodierung und die Kodierreihenfolge dieser Bilder.

Eine GOP enthält ebenfalls einen Header und die zugehörigen Bilder. Auch im GOP-Header sind Parameter gespeichert, die sich auf die gesamte GOP beziehen, wie z. B. der Time Code. Jede GOP beginnt immer mit einem Bild, das mit einem dem JPEG (siehe

Abschn. 8.7.2.4) sehr ähnelnden DCT-basierten Kompressionsverfahren mit einer maximalen Rate von ca. 1:7 kodiert ist. Es wird intraframe kodiertes Bild (I-Bild) genannt, weil zur Rekonstruktion dieses Bildes keine weiteren Informationen bzw. Bilder benötigt werden. Den folgenden Bildern der GOP dient das I-Bild als Referenz, denn die Interframes speichern lediglich die Veränderung zu ihren Referenzbildern. Hierbei wird zwischen prädiktiv kodierten (P-Bildern) und bidirektional kodierten Bildern (B-Bildern) unterschieden.

Ein P-Bild benötigt nur ein Referenzbild zur Rekonstruktion des ganzen Bildes – dies kann sowohl ein I- als auch ein anderes P-Bild sein – und erreicht eine maximale Kompressionsrate von ca. 1:20.

B-Bilder hingegen stehen immer in Abhängigkeit zu zwei Referenzbildern und erreichen eine maximale Kompressionsrate von ca. 1:50. Sie enthalten lediglich die Differenz zu vorhergehendem und nachfolgendem Referenzbild als Bildinformation und können daher selber nicht als Referenzbild dienen. Abb. 8.34 illustriert dieses Konzept anhand eines Kartenspiels, das aufgedeckt wird.

Das rechts gezeigte P-Bild kann aus dem links abgebildeten I-Bild die Herz Zehn und einen Teil des Hintergrundes übernehmen; zusätzlich zu speichernde Bildinformationen betreffen das Herz As, den Herz König, die Herz Dame und den Herz Buben. Das B-Bild in der Mitte bedient sich sowohl des vorhergehenden I-Bildes (für einen Teil des Hintergrundes und die Herz Zehn) als auch des nachfolgenden P-Bildes (für die Herz Dame und den Herz Buben). Eine GOP könnte z. B. wie in Abb. 8.35 dargestellt aussehen.

Durch das Konzept der B-Bilder ist eine von der Anzeigereihenfolge abweichende Kodierfolge notwendig (Abb. 8.36). Wenn bspw. die Anzeigefolge IBBPBPPBBPI lautet, so müssen die Bilder in der Folge IPBBPBPPBBPI kodiert sein (Abb. 8.36)

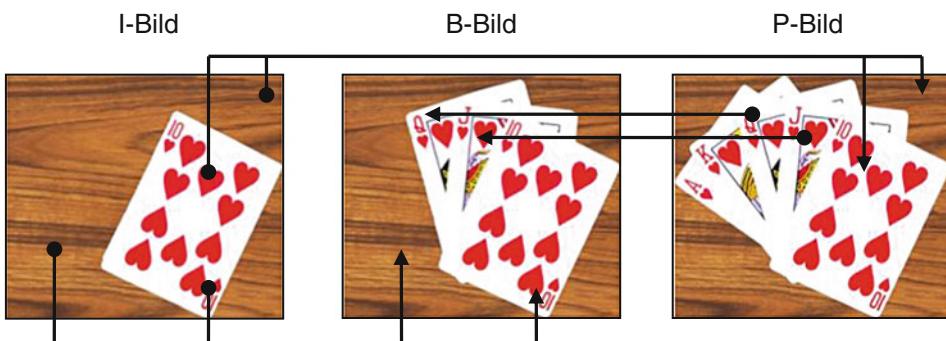


Abb. 8.34 I-, P- und B-Bilder



Abb. 8.35 Group of Pictures (GOP)

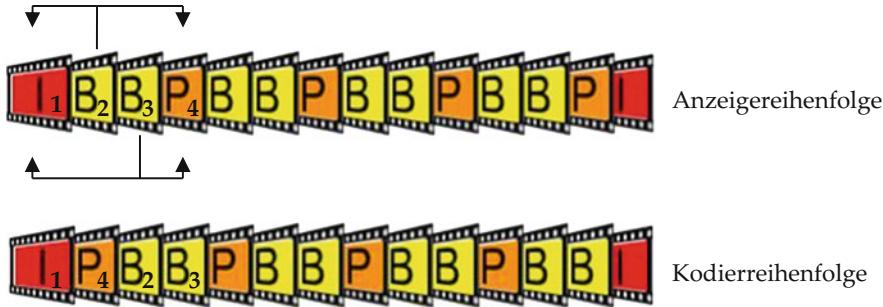


Abb. 8.36 Anzeige- und codierreihenfolge einer GOP

unten), da beim Abspielen (Abb. 8.36 oben) zum Anzeigen eines B-Bildes (z. B. Frame B₂) auch die Information aus dem logisch nachfolgenden P-Bild (in diesem Beispiel Frame B₄) bereits bekannt sein müssen.

Jedes Bild ist im Picture Level weiter unterteilt in Slices und diese wiederum im Slice Layer in Makroblöcke. Für den schnellen Vor- bzw. Rücklauf werden D- bzw. DC-Bilder gespeichert. Dieses sind aber keine Bildtypen im eigentlichen Sinn, sondern beinhalten lediglich die DC-Koeffizienten der I-Bilder (Milde 1995, S.46) und befinden sich im Makroblock Layer.

Die Einteilung in Makroblöcke erlaubt es, eine Bewegungskompensation für P- und B-Bilder zu kodieren, d.h., dass zwei (eventuell verschobene) rechteckige Bildbereiche derselben Größe zweier Bilder miteinander verglichen werden (Abb. 8.37).

Dazu ist ein Slice in Makroblöcke (meist 8x8 oder 16x16 Bildpunkte) unterteilt und diese werden mit einer bestimmten Umgebung (z. B. 48x48 px) des anderen Bildes verglichen.

Wird bei einem P-Bild ein Inhalt gefunden, der einem verschobenen Makroblock des Referenzbildes entspricht (wie in Abb. 8.37 skizziert), so werden beide Makroblöcke mit der DPCM (siehe Abschn. 8.7.2.7) kodiert und anschließend der zweidimensionale Bewegungsvektor mit der horizontalen und vertikalen Lagedifferenz zum I-Bild berechnet und mitgespeichert. Oft haben zwei Bilder in weiten Bereichen identische Informationen – in diesen Fällen entspricht die Bewegung einem Nullvektor. Der Rest eines Bildes, zu dem keine Entsprechung in den Referenzbildern gefunden wurde, wird intraframe kodiert.

Bei B-Bildern wird analog verfahren, allerdings kommen bei den Makroblöcken zwei Bewegungsvektoren vor, einer wie geschildert rückwärts prädiktiv (mit Bezug zu einem vorausgegangenen I- oder P-Bild) und ein zweiter vorwärts prädiktiv (mit Bezug auf ein nachkommendes Referenzbild).

MPEG-4 Teil 2 (ISO/IEC 14496–2:2004) und andere neuere Implementierungen verwenden nicht mehr Makroblöcke fester Länge, sondern passen die Blockgröße dynamisch an den Bildinhalt an (Variable Block-Size Motion Compensation, VBSMC). Da oft große Bereiche zweier sukzessiver Bilder identische Informationen enthalten, lässt sich in diesen Fällen durch große Blöcke die Anzahl der Bewegungsvektoren verringern – und damit der Speicherbedarf.

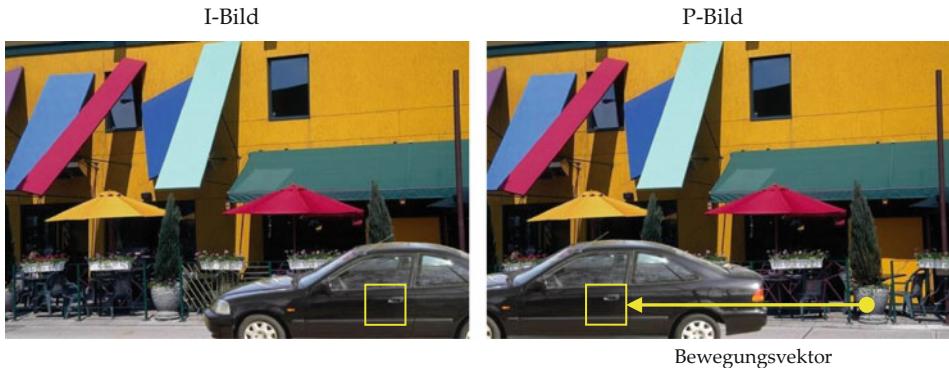


Abb. 8.37 Bewegungskompensation mit Makroblöcken

Dadurch, dass die Blöcke auch sehr klein sein können, lassen sich mehr Entsprechungen zwischen den Bildern finden und der intraframe zu kodierende Bildbereich sinkt.

Die kontextabhängige Feinstrukturierung anstelle gleichmäßiger rechteckiger Abschnitte in Verbindung mit einem Objektmodell und einer Beschreibungssprache gestattet die globale Bewegungskompensation (Global Motion Compensation) und Interaktion, z. B. einzelne Objekte (z.B. eine Person) per Drag & Drop innerhalb einer Szene zu verschieben, deren Größe zu verändern oder sie zu drehen (Heyna et al. 2003, S. 79).

Mit der Beschreibungssprache lässt sich eine Hierarchie von Medienobjekten bilden, wie unbewegte Bilder (z. B. Hintergründe), Video-Objekte (Personen, Möbel, Bäume etc., aber auch Texte und Grafiken) und Audio-Objekte (Musik, Sprache etc.). Audio und Video zusammen werden Audio-Visual Objects (AVOs) genannt (Heyna et al. 2003, S. 79).

Diesen werden Video Object Planes (VOP) zugeordnet, die Kontureninformationen durch grauwertige Alpha-Plan-Bilder oder beigelegte Umrisse (Shapes) darstellen. Mehrere VOPs werden zu einer Group Of VOPs (GOV) zusammengefasst. Neben der Kodierung der einzelnen Objekte werden beschreibende Elemente bereitgestellt, die Stellungen der einzelnen Video-Objekte zueinander definieren. Daraus ergeben sich gute Möglichkeiten der Datenreduzierung. Beispielsweise kann eine Person, die sich vor einem unbewegten Hintergrund bewegt (Abb. 8.38), einer separaten VOP zugeordnet werden, die für jedes Bild übertragen wird. Der Hintergrund muss nicht mehr pro GOP, sondern nur einmal pro Szene übertragen werden (Heyna et al. 2003, S. 150).

Unter Berücksichtigung der Ähnlichkeiten der einzelnen Bilder bei Videodaten und Anwendung der im MPEG-Standard definierten Bildtypen sowie der Bewegungskompensation lassen sich hohe Kompressionsraten erzielen, wie der Vergleich in Tab. 8.12 zeigt.

MPEG-1

Der erste MPEG-Standard (ISO/IEC 11172–2:1993) definierte ein verlustbehaftetes Verfahren zum Kodieren und Abspielen von bewegten Bildern mit den dazugehörigen



Abb. 8.38 Beispiel für Medienobjekte

Tab. 8.12 Typische Kompressionsraten für Video

Verfahren	Effizienz (bit/px)	Einsatzgebiete
YCbCr Abtastung 4:2:2	18	Fernsehen
YCbCr Abtastung 4:2:0	12	Digitales Fernsehen
ADPCM	6	HDTV-Satellitenübertragung
M-JPEG	2,4 – 1,8	Short Play- bzw. Long Play-DV
MPEG-1	0,48	VideoCD
MPEG-2	0,8-0,4	DVD
M-JPEG 2000	0,8-0,1	Digitales Kino
MPEG-4 ASP	0,4,-0,2	DivX, XviD etc.
MPEG-4 AVC	0,1	HDTV (DVB-S2, Blu-Ray-Disc), mobiles Video (DVB-H, DMB), Videokonferenzen, Video- und Digitalkameras

Audiodaten in ähnlicher Qualität wie das Video Home System (VHS) – auf CD-ROM-Laufwerken bei einer Datenrate von ca. 1,5 Mbit/s. Neben dem Kodierverfahren definierte MPEG-1 für die Video-CD die maximale Bildauflösung (768x576 px), das Farbmodell

(24 Bit YCbCr) sowie unterschiedliche Profile für Seitenverhältnisse und Bildwiederholraten. Für die Audiodaten waren drei Layer (Schichten) definiert, die schon bei den Audiodaten kurz erläutert wurden (siehe Tab. 8.4).

MPEG-2

Der zweite Standard (aktuell (ISO/IEC 13818–2:2013)) brachte deutliche Verbesserungen der Videoqualität. Hauptanwendungsbereiche sind das digitale Fernsehen sowie Super Video CDs (SVCDs) und Digital Versatile Discs (DVDs). Im Gegensatz zum ersten Standard ist nun auch das Zeilensprungverfahren (Interlacing) möglich.

Um den Anforderungen unterschiedlichster Einsatzgebiete entsprechen zu können, ist MPEG-2 wie ein Baukasten mit Profilen und Leveln gestaltet worden. Sieben Profile (Tab. 8.13) stellen unterschiedliche Kombinationen von Bildtypen, Farbquantisierungen und Datenströmen bereit.

Die vier Level (Tab. 8.14) gestatten es, je nach verfügbarer Datenrate unterschiedliche Auflösungen und Bildwiederholraten zu definieren.

Durch die Kombination von Profilen und Leveln ist MPEG-2 sehr flexibel und kann ein weites Spektrum von Anwendungen abdecken. Tab. 8.15 zeigt einige ausgewählte Beispiele.

MPEG-4

Das ursprünglich geplante MPEG-3 wurde verworfen, da die erweiterten Anforderungen für High Definition Television (HDTV) schon von den MPEG-2-Standards abgedeckt waren. Mit MPEG-4 wollte man keinen speziellen Anwendungsbereich ansprechen, sondern eine Universallösung für komprimierte Multimedia-Daten definieren. Dazu wurden u. a. das Containerformat „*.mp4“ (ISO/IEC 14496–14:2003) sowie eine Vielzahl an Profilen und Leveln für die Videokompression (ISO/IEC 14496–2:2004) geschaffen. Allerdings können sich MPEG-4-kodierte Videos auch in anderen Containerformaten befinden. Neu im Vergleich zum Vorgänger ist auch die Unterstützung des digitalen Rechtemanagements (Intellectual Property Management and Protection, IPMP). Im Hinblick auf die

Tab. 8.13 Überblick der Profile in MPEG2

Name	Bildtypen	Y:Cb:Cr-Abtastung	Datenströme	Bemerkung
Main Profile (MP)	P, I, B	4:2:0	1	
4:2:2 Profile (422P)	P, I, B	4:2:2	1	
SNR Profile (SNR)	P, I, B	4:2:0	1-2	
Spatial Profile (SP)	P, I, B	4:2:0	1-3	Dekodierung in niedriger, normaler und hoher Qualität
High Profile (HP)	P, I, B	4:2:2	1-3	

Tab. 8.14 Überblick der Level in MPEG2

Name	Pixel/Zeile	Zeilen	Bildrate (Hz)	Bitrate (Mbit/s)
Low Level (LL)	352	288	30	4
Main Level (ML)	720	576	30	15
High 1440 (H-14)	1440	1152	30	60
High Level (HL)	1920	1152	30	80

Tab. 8.15 Anwendungen der Profile und Level in MPEG2

Anwendung	Max. Bitrate (Mbit/s)	Auflösung (px)	Bildrate (Hz)	Realisierbar durch Profil @ Level
Mobiltelefon	0,096	176×144	15	SP@LL
PDA	0,384	352×288	15	SP@ML
		320×240	24	
Set-top Box	4	352×288	30	MP@LL
DVD	9,8	720×480	30	MP@ML
		720×576	25	
DVB	15	720×480	30	MP@ML
		720×576	25	
HDTV und HD-DVB	80	1920×1080	30	MP@HL
		1280×720	60	

Audiokompression wurde im Part 3 das bereits in MPEG-2 standardisierte Advanced Audio Coding (aktuell (ISO/IEC 14496–3:2009), siehe Abschn. 8.3.5) übernommen.

Bei MPEG-4 sind zwei unterschiedliche Kategorien der Videokompression zu unterscheiden:

- MPEG-4 Part 2 (ISO/IEC 14496–2:2004) definiert neuere Spezifikationen für die Videokompression, welche etwa die halbe Datenrate bei gegebener Qualität erlauben. Das bekannteste und am häufigsten anzutreffende Profil in diesem Teil ist das **Advanced Simple Profile (ASP)**. Wie schon bei MPEG-2 beruht die Kompression auf einer diskreten Kosinustransformation. Zeilensprungverfahren, Quantisierung sowie die Kodierung bidirektional-prädiktiver Bilder erfolgen auf ähnliche Weise. Neu im Vergleich zu seinem Vorgänger sind die Viertelpixel Bewegungskompensation (Quarter-Pixel Motion Compensation, Qpel) und die globale Bewegungskompensation (Global Motion Compensation, GMC). Die Kombinationen aus Profilen und Leveln unterstützen Datenraten von 64 kbit/s⁹ bis 38,4 Mbit/s.¹⁰ Bekannte Implementierungen

⁹ Simple Profil @ Level 0 (128x96 Pixel Auflösung und 30 Bilder pro Sekunde bzw. 176x144 Pixel Auflösung und 15 Bilder pro Sekunde).

¹⁰ Main und Advanced Coding Efficiency Profil @ Level 4 (1920x1088 Pixel Auflösung und 30 Bilder pro Sekunde).

sind u. a. Xvid, DivX und Nero Digital.¹¹ Die damit generierten Videoströme finden sich oft im Container-Datenformat AVI (siehe Abschn. 8.4.1).

- MPEG-4 Part 10 (ISO/IEC 14496–10:2014) beschreibt einen Codec für Videosignale (**Advanced Video Coding, AVC**), der technisch identisch zum H.264-Standard der ITU-T und komprimiert nochmals deutlich effektiver (siehe Tab. 8.12) als MPEG-4 Part 2 (ASP) ist. Das zugehörige Dateiformat ist in (ISO/IEC 14496–15:2010) beschrieben. Zu den Neuerungen zählt u. a., dass sich Makroblöcke nun in 4x4 px große Unterblöcke aufteilen lassen, die mit einer von der DCT abgeleiteten Integertransformation bearbeitet werden. So können Bewegungen besser kodiert und Ringing-Artefakte (Ringing, engl. für Klingeln; hier: die für Fourierreihen typischen Über- und Unterschwingungen in der Umgebung von Sprungsstellen, die z. B. bei harten Farbübergängen in Bildern zu Oszillationen der Pixelwerte und damit zu Artefakten führen) reduziert werden. Ebenfalls neu ist die Anwendung der Bildvorhersage innerhalb von I-Bildern, die zu einer deutlichen Steigerung der Kompressionsrate führt. Um die Kodierung von lang andauernden oder sich wiederholenden Bewegungen zu verbessern, können P- und B-Bilder nun auf mehrere vorhergehende Referenzbilder verweisen. Dabei ist auch eine Gewichtung der Referenzen möglich, die insbesondere bei Blenden eine bessere Kompression gestattet. Im letzten Schritt ist nun neben der auf Huffman basierenden Entropiekodierung auch eine leistungsfähigere arithmetische Kodierung möglich. Die Kombinationen aus Profilen und Leveln unterstützen Datenraten von 64 kbit/s¹² bis 960 Mbit/s.¹³ Bekannte Implementierungen sind u. a. x264 (ein „freier“, d. h. unter der GPL lizenziert H.264-Kodierer), Nero Digital AVC und Adobe Flash Video. Die mit MPEG-4 Part 10 erzeugten Videoströme finden sich oft auch in Matroska Videocontainern (siehe Abschn. 8.4.5).

Die sprunghaft gestiegene Nachfrage nach Videos – insbesondere durch die Verbreitung von primär für die Unterhaltung genutzten Endgeräten wie Tablet-PCs – belastet die Datennetze bereits heute stark, und die zu übertragenden Datenmengen werden mit Einführung der 4 K-Auflösung (auch Ultra HD genannt; digitales Videoformat, das mit einer Auflösung von 4096×2304 Pixel in etwa dem Vierfachen der momentan üblichen „Full HD“-Auflösung entspricht) in den Massenmarkt noch deutlich zunehmen. Deshalb wird an Codecs gearbeitet, die ein noch besseres Verhältnis von Videoqualität zu Bitrate erlauben. Möglich wird dies durch leistungsfähigere Grafikchips, denn eine höhere Kodierungseffizienz benötigt eine aufwendigere Analyse des Videostreams.

¹¹ Xvid implementiert sowohl das Simple Profile als auch das Advanced Simple Profile, während DivX und Nero Digital ausschließlich das Advanced Simple Profile implementieren.

¹² Baseline, Extended und Main Profil @ Level 1 (128x96 Pixel Auflösung und 30 Bilder pro Sekunde bzw. 176x144 Pixel Auflösung und 15 Bilder pro Sekunde).

¹³ High 4:2:2 und High 4:4:4 Profil @ Level 5.1 (1920x1080 Pixel Auflösung und 120 Bilder pro Sekunde bzw. 4096x2048 Pixel Auflösung und 30 Bilder pro Sekunde).

Als Nachfolger von MPEG-4 Part 10 (AVC) wurde das **High Efficiency Video Coding (HEVC)** von der ISO (ISO/IEC 23008-2:[2013](#)) und von der Video Coding Experts Group der ITU-T (H.265 [2015](#)) standardisiert. HEVC definiert zwei Stufen (Main und High) und dreizehn Level. Durch deren Kombination lassen sich Auflösungen von 128x96 px bei einer Bildfrequenz von 33,7 Hz bis zu 8.192x4.320 px bei einer Bildfrequenz von 120 Hz realisieren. HEVC soll eine im Vergleich zu AVC doppelte Effizienz besitzen, also nur die halbe Datenrate bei identischer Bildqualität benötigen (Ohm et al. [2012](#), S. 1699). Die höhere Kodierungseffizienz wird zunächst durch die Verwendung von Coding Tree Units (CTUs) anstelle von festen Makroblöcken erreicht. Dadurch lässt sich das Bild in Substrukturen variable Größe unterteilen und diese CTUs können bis zu 64×64 px groß sein. Des Weiteren tragen u. a. zusätzliche Modi der intraframe Kodierung, aufwändiger Algorithmen zur Berechnung der Bewegungskompensation, zwei Modi der Motion Vector Prediction (Advanced Motion Vector Prediction (AMVP) und merge mode), eine der DCT ähnliche Inverse Transformation von Transform Units (TUs) in den Größen 4×4 , 8×8 , 16×16 und 32×32 px, Loop Filter im interframe Prediction Loop (Deblocking Filter (DBF) und Sample Adaptive Offset (SAO) sowie eine verbesserte Entropiekodierung (Context-Adaptive Binary Arithmetic Coding, CABAC) zu einer besseren Bildqualität bei starker Kompression bei.

Derzeit integrieren die Hersteller von Videoplayer (z. B. Windows 10 Media Player, VLC) und anderen videobasierten Anwendungen (z. B. Apples FaceTime für Videotelefonate mit dem iPhone6) HEVC und z. T. auch dessen Konkurrenten in ihre Produkte.

Eine freie Implementierung des MPEG-4 AVC-Verfahrens ist der x265 Codec, der sowohl unter einer GNU General Public License (GPL) 2 Lizenz wie auch einer kommerziellen Lizenz verfügbar ist. Als weiterer Mitbewerber ist Googles unter einer Royalty Free-Lizenz stehender VP9 Codec zu nennen.

MPEG-7

Die Nummerierungen MPEG-5 und -6 wurden übersprungen und mit MPEG-7 (ISO/IEC 15938-1:[2002](#)) eine Erweiterung zu MPEG-4 definiert. Es ist kein Kompressionsstandard für Audio- oder Videodaten, sondern, wie die korrekte Bezeichnung „*Multimedia Content Description Interface*“ signalisiert, ein Werkzeug, um audiovisuelle Daten unter verschiedenen Aspekten zu beschreiben. Dazu zählen die Katalogebene (z. B. Titelinformationen), die semantische Ebene (z. B. Inhalt, Ort und Zeit) und die strukturelle Ebene (z. B. Raumzeitliche Regionen, Farbhistogramme, Timbre und Texturen).

Zur Beschreibung der für einen Menschen oder eine Anwendung (z. B. Suchmaschinen) relevanten Metadaten stehen Deskriptoren (Descriptions) zur Verfügung und Deskriptorenschemata (Description Schemes), die mit- und untereinander in Beziehung gesetzt werden können. Für die notwendige Flexibilität sorgt eine Deskriptorenbeschreibungssprache (Description Definition Language, DDL) auf Basis einer erweiterten Version der XML Schema Language des W3C, mit der sich Deskriptoren und deren Schemata definieren und anpassen lassen.

MPEG-21

Weite Teile des neuesten Standards der MPEG sind bereits veröffentlicht und die restlichen Arbeiten (Part 20, 21 und 22) sollen bis 2016 abgeschlossen. Mit diesem Vorhaben soll ein. Mit diesem Vorhaben soll ein allumfassendes Gesamtkonzept erstellt werden. Auch wenn es sich nicht um einen Standard zur Videokompression handelt, wird MPEG-21 dennoch wegen seiner Zugehörigkeit zur MPEG-Familie an dieser Stelle behandelt. MPEG-21 ist geplant als ein „Open Multimedia Framework“ für transparenten und erweiterten Gebrauch von Multimedia-Ressourcen über einen großen Bereich von Netzwerken und Geräten unterschiedlichster Gruppen hinweg (ISO/IEC TR 21000-1:2004). Es umfaßt folgende Komponenten:

- Möglichkeiten zur Deklaration und Identifikation von digitalen Elementen (Digital Items).
- Rechtemanagement und Kopierschutz (Intellectual Property Management and Protection, IPMP) mit einer speziellen maschinenlesbaren Sprache (Rights Expression Language, REL), die auf Basis der Informationen eines Datenverzeichnisses (Rights Data Dictionary, RDD) Rechte an und Genehmigungen im Umgang mit Digital Items ausdrücken kann.
- Mechanismen zur Anpassung von Digital Items (Digital Item Adaptation, DIA) an Benutzereigenschaften, Endgeräteleistungen, Netzwerkcharakteristika etc.
- Ein Dateiformat, das statische und dynamische Medien, Information über Digital Items, Metadaten, Layoutinformation etc. sowohl in textlicher als auch in binärer Form aufnehmen kann.
- Die Entwicklung von Referenzsoftware.

8.8 Werkzeuge

Aufgrund der Vielzahl am Markt erhältlicher Produkte zur Bearbeitung von Medienbausteinen ist die Auswahl des für den gewünschten Anwendungsfall optimalen Produkts nicht einfach.

Speziell für Einsteiger, die sich bspw. eine Software für die Videobearbeitung zulegen möchten und noch keinen Überblick über die Funktionen oder Eigenschaften derartiger Produkte haben, kann die Kaufentscheidung schwer sein.

Generell lässt sich feststellen, dass Freeware- und Shareware-Programme für den ambitionierten Anfänger nicht unbedingt wesentlich schlechter sein müssen als Software aus dem mittleren Preissegment.

Mit wachsenden Ansprüchen oder für den Einsatz im professionellen Bereich empfiehlt sich eine genaue Analyse der Produkteigenschaften, speziell auch im Hinblick auf die unterstützte Peripherie wie z.B. Sound- oder Videoschnittkarten. Hierbei sollten evtl. erhältliche Demo- bzw. Test-Versionen ausprobiert werden. Diese sind für die Beurteilung zumeist besser geeignet als der bloße Vergleich von Produktdatenblättern oder Testberichten.

Ausschlaggebend für die Auswahl eines Produkts sind außerdem auch persönliche Präferenzen, z. B. für einen bestimmten Hersteller. Relevant kann dieses Auswahlkriterium vor allem für Benutzer sein, die bereits andere Programme aus der Produktpalette besitzen und auf die Zusammenarbeit dieser Produkte oder eine ähnliche Bedienung Wert legen.

Auch der Marktanteil kann die Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Software beeinflussen. Sollen bspw. Dateien mit Externen zur Weiterbearbeitung ausgetauscht werden, so können unterschiedliche proprietäre Dateiformate dies beschränken.

Die folgenden Abschnitte sollen einige grundlegende Anhaltspunkte für die Entscheidung liefern. Auf Grund der schnellen Versionswechsel wird bezüglich des Entwicklungsstands der einzelnen Produkte auf Tests in den aktuellen Fachzeitschriften verwiesen.

8.8.1 Texte

Ein Kriterium bei der Auswahl einer Textverarbeitungssoftware ist die Kompatibilität zum Marktführer MS Word. Neben einer übersichtlichen Arbeitsoberfläche und einem entsprechenden Schulungs- und Literaturangebot spielen die Gestaltungsmöglichkeiten des Textes eine wichtige Rolle. Zusätzliche Hilfen wie Serienbrieffunktionen, Etiketten- und Umschlagdruck sowie vorgefertigte Vorlagen helfen bei der effizienten Erstellung von Dokumenten. Besonders komfortabel wird ein Textverarbeitungsprogramm durch eine zuverlässige Rechtschreibprüfung und Silbentrennung. Ein weiteres Komfortmerkmal ist die Makroaufzeichnung, mit deren Hilfe Befehlsfolgen aufgezeichnet und „auf Knopfdruck“ wieder abgerufen werden können. Bei großen Textdokumenten sorgt die Suchen-und-Ersetzen-Funktion dafür, dass man den Überblick behält und das Dokument leicht überarbeiten kann. Unterschiedliche Speicherformate gewährleisten zuletzt den problemlosen Austausch mit anderen Anwendern.

Als Open-Source-Alternative zu MS Word bietet sich der Writer des Open Office Pakets an.

8.8.2 Bilder

8.8.2.1 Bitmaporientiert

Ein Problem bitmaporientierter Bilder ist, dass für das Programm ein Bild immer nur aus einer bestimmten Anzahl von Pixeln besteht. Es kann keinen Unterschied zwischen einem Hintergrund und einem Text feststellen; somit ist bspw. die nachträgliche Änderung von Text nicht möglich. In modernen Applikationen wird diesem Problem durch die Integration von Vektorobjekten begegnet. Deshalb finden sich in bitmaporientierten Applikationen auch Vektorobjekte. Viele der untersuchten Softwarepakete verfügen auch über Funktionen zum Generieren von Animationen; diese werden hier nicht betrachtet und gesondert im Abschn. 8.5 behandelt.

Bitmaporientierte oder pixelorientierte Applikationen dienen zur Bearbeitung von Bildern, bspw. um gescannte Fotos nachzuarbeiten. Um den Inhalt von Bildern zu verändern, bieten sie vielfältige Möglichkeiten. Die Funktionen entsprechen oftmals den Bearbeitungsmöglichkeiten, die man auch bei realen Bildern auf Papier hat. So kann man Teile des Bildes mit einem Pinsel oder einem Stift anmalen, Bereiche mit der Schere ausschneiden, Teile aus anderen Bildern aufkleben u. s. w. Software bietet darüber hinaus noch Funktionen, um z. B. ein Farbfoto in ein Schwarz-Weiß-Bild zu verwandeln oder durch den Einsatz von Effekten das Bild zu verändern (Steinmetz 2000, S. 840).

Bei der Auswahl einer bitmaporientierten Bildbearbeitungssoftware gilt ein Hauptaugenmerk der Bedienungsfreundlichkeit. Die Software muss eine übersichtliche Oberfläche besitzen und intuitiv zu bedienen sein. Hierzu gehört auch eine hohe Effektivität: mit wenig Aufwand sollten vorzeigbare Ergebnisse geschaffen werden.

Außerdem sollte genügend Literatur, ein entsprechendes Angebot an Schulungen und eine Auswahl an Web-Communitys vorhanden sein. Zu einer guten Ausstattung gehören neben zahlreichen Effekten und Funktionen zur Verfremdung oder Korrektur von Bildern auch eine flexible Textfunktion und ein Aufteilen des Bildes in Ebenen.

Komfortmerkmale wie mehrfaches Widerrufen und Befehlsaufzeichnung sollten ebenfalls berücksichtigt werden. Eine Stapelverarbeitung hilft beim Umwandeln von beliebigen Dateien (teilweise ganzer Ordner) in andere Formate oder Verändern der Größe und Auflösung bestehender Daten. Eine Bilddatenbank bietet eine komfortable Verwaltung der Bilder und eine Vielzahl qualitativ hochwertiger Clip-Arts.

Für Webdesigner ist es wichtig, welche Funktionen für die Auswahl von Bildbereichen, das Einstellen von Transparenzen sowie zum Erstellen von Grafiken für Internetseiten die Software bietet (z. B.: Roll-over-Buttons, Slices, Image Maps), welche Exportmöglichkeiten in wichtige Dateiformate angeboten werden und wie komfortabel und präzise die Qualitätsvorschau ist. Hierbei sind auch Exportmöglichkeiten in Java und HTML gefragt.

Verbreitete Produkte sind Adobe Photoshop und Corel Paint Shop Pro sowie GIMP unter der GNU General Public License, das aber aufgrund eines wenig verbreiteten Dateiformates Probleme beim Datenaustausch verursachen kann.

8.8.2.2 Vektororientiert

Programme für Vektorgrafiken sollten neben einer übersichtlichen Oberfläche vor allem über eine große Auswahl an verschiedenen Objekten verfügen. Zu einer guten Ausstattung gehören die Unterstützung zahlreicher Im- und Exportformate und verschiedenste Möglichkeiten, die Objekte zu drehen, zu spiegeln, zu kippen, zu verzerrn, anzuordnen (Hilfslinien, Raster, Positionierung) und auszurichten. Weiter spielen die Anzahl und die Kombinationsmöglichkeiten der Effekte (Verläufe, Transparenzen, Farb- und 3D-Effekte usw.) eine große Rolle bei der Auswahl der Software.

Durch vordefinierte Formatvorlagen, eine Rechtschreibprüfung und Silbentrennung, durch mehrfaches Widerrufen und eine Makraufzeichnung lassen sich Vektorprogramme komfortabler bedienen.

Da fertig gestellte Vektorgrafiken oftmals ausgedruckt werden sollen, sind die Druckfunktionen von Bedeutung. Dabei ist die Druckqualität genauso wichtig wie die Übereinstimmung der Farben am Monitor mit dem Ausdruck.

Beispielhaft seien hier die Produkte Corel Draw, Adobe Illustrator, Xara Designer Pro und die freie Software Inkscape angeführt.

8.8.3 Audio

8.8.3.1 MIDI

Relevant für die Qualität von MIDI-Bearbeitung ist die MIDI-Auflösung pro Viertelnote sowie die Anzahl der Spuren, auf denen gleichzeitig Daten von den verschiedenen Kanälen aufgezeichnet werden. Professionelle Anwender benötigen hier eine wesentlich höhere Präzision, um die Klangausgabe qualitativ hoch gestalten zu können. Sollen die eingespielten Kompositionen auch visualisiert werden, so ist die Möglichkeit des Notendrucks bzw. der Notationsansicht sinnvoll. Da viele MIDI-Programme gleichzeitig Tools zur Bearbeitung von digitalen Audio-Daten enthalten, ist auch die Anzahl der Spuren für digitales Audio sowie die Auflösung wichtig. Die Bearbeitung sollte nicht-destruktiv sein, um Datenverlust bei Fehlern zu vermeiden. Ein Loop-Editor und mitgelieferte Loops beschleunigen die Arbeit. Viele unterschiedliche Import- und Exportformate erleichtern das Einbinden von externem Material und ggf. auch von Videos. Heutige Produkte unterstützen des Weiteren auch Echtzeit-Effekte, die bei der Ausgabe des Arrangements über die Soundkarte eingeblendet werden können. Eine Erweiterbarkeit der Effekte ist sinnvoll, denn erfahrungsgemäß wachsen mit der längeren Benutzung eines Produktes die Ansprüche an dessen Vielseitigkeit. Die Ausgabe von Mehrkanalklang sollte selbstverständlich sein.

Erfolgreiche Produkte in diesem Bereich sind kombinierte Audio-/MIDI-Sequencer, die sowohl MIDI als auch Wave-Formate unterstützen, wie etwa die Steinberg Cubase Linie, Cakewalk Sonar, Magix Samplitude Music Studio und Ableton Live.

8.8.3.2 Wave

Entscheidend für die Qualität von digitalem Audio ist die Audio-Auflösung. Diese wird bestimmt durch die Sampling-Frequenz und die Genauigkeit der Auflösung.

Die Bearbeitung kann bei den meisten Programmen mit mehreren Audio-Spuren erfolgen, sodass es möglich ist, mehrere Audiosignale zu mischen. Die Audio-Spuren können auch mit Echtzeit-Effekten überlagert werden, z.B. Hall- oder Echoeffekte, die im Gegensatz zu Offline-Effekten nicht in einem einmaligen Vorgang während der Bearbeitung hinzugefügt werden, sondern während der Ausgabe mit dem Signal gemischt werden.

Ein weiteres Kriterium für den Komfort bei der Bearbeitung von digitalem Audio ist auch die Fähigkeit des nicht-destructiven Editierens, also der Bearbeitung von Daten im Arbeitsspeicher ohne sofortige Änderungen in der Originaldatei, was ein schnelleres Hinzufügen und Rückgängigmachen von Aktionen (Filtern, Effekten etc.) ermöglicht.

Sollen Teile einer digitalen Audio-Datei für die Weiterverwendung in eigenen Arrangements vorbereitet werden, so wird ein Loop-Editor benötigt, der es erlaubt, einzelne Passagen eines Musikstücks zu bearbeiten und in einer sich wiederholenden Schleife auszugeben. Für den professionellen Bereich von Interesse könnte die Surround-Sound-Unterstützung sein, um mit fünf oder mehr Kanälen eine räumliche Klangwiedergabe zu erzeugen. Da viele Produkte teils recht hohe Voraussetzungen an die Hardware stellen (z.B. die Anzahl der unterstützten AUX-Ausgänge auf der Soundkarte, Benutzung von bestimmten Standards oder Signalprozessoren für Soundkarten), ist auch die Kompatibilität ein weiteres Kriterium.

Zu den Produkten sei auf die Anmerkungen im vorherigen Abschnitt verwiesen.

8.8.4 Video

Das Bearbeiten von bewegten Bildszenen ist mit Videobearbeitungsprogrammen möglich. Als Quelle dient Filmmaterial, das von einem Camcorder auf den PC gespielt wird, fertige Clips aus dem Internet oder eine sonstige digitale Quelldatei. Die Möglichkeiten beim Bearbeiten der Videos entsprechen denen bei physikalischem Filmmaterial: Teile können ausgeschnitten und gelöscht oder an einer anderen Stelle eingesetzt werden. Zusätzlich können mit der Software Titel erzeugt, Übergänge zwischen Szenen gestaltet und verschiedene Effekte verwendet sowie der Ton nachbearbeitet werden.

Die Bedienungsfreundlichkeit und eine geordnete Oberfläche sind wichtige Kriterien bei der Auswahl von Videobearbeitungssoftware. Weiter muss der komplette Arbeitsablauf unterstützt werden: das Einlesen des Videomaterials (Import der gängigsten Formate), das grobe Vorsortieren der Clips auf dem Storyboard und die Feinbearbeitung auf der Timeline.

Die Anzahl der Videospuren ist neben dem Preis eines der Kriterien, das darüber entscheidet, ob eine Software für den Heimgebrauch oder für den professionellen Anwender sinnvoll ist. Zusätzlich wird diese Einstufung durch die Anzahl und Möglichkeiten der Effekte und Übergänge sowie durch mitgelieferte Zusatzsoftware wie Titelgeneratoren beeinflusst. Insbesondere die Aufbereitungsoptionen für das Quellmaterial (z.B. Farb- und Helligkeitskorrekturen) und Spezialeffekte entscheiden über die Gebrauchstauglichkeit. Alle Vorgänge sollten über die Undo-Funktion wieder rückgängig zu machen sein.

Abhängig vom Einsatzgebiet der Software sollten bei den Audio-Funktionen eine entsprechende Anzahl an Tonspuren sowie einige Effekte wie bspw. Hall vorhanden sein.

Nachdem das Videomaterial fertig gestellt ist, muss es gespeichert werden. Hierbei sollten aktuelle Codecs wie MPEG-4 ASP und MPEG-4 AVC sowie künftige Updates möglich sein. Teilweise hilft die Software auch bei der Erstellung einer (Super) Video-CD bzw. DVD.

Bekannte Produkte sind z.B. im professionellen Studiobereich Autodesk Maya, im semiprofessionellen bzw. Heimbereich Adobe Premiere Pro, Pinnacle Studio und Corel VideoStudio sowie unter der GNU General Public License Heroine Virtuals Cinelerra.

8.8.5 Animation

Animationssoftware kann in Programme für die zwei- oder dreidimensionale Animation eingeteilt werden. Da beim Hinzukommen einer dritten Dimension das Editieren von Animationsmodellen erheblich komplexer ist, sind Benutzungsfreundlichkeit, die Form und Anzahl der Polygone und Texturen, sowie die Funktionsvielfalt der Bearbeitungswerzeuge wichtig, um zufriedenstellende Resultate zu erreichen. Gerade bei großen Datenmengen ist die Geschwindigkeit des Renderers (d.h. wie schnell aus einem Drahtgittermodell mit Texturen etc. eine fertige Animation entsteht) für einen flüssigen Arbeitsprozess entscheidend. Für die Qualität des Films sind neben der Komplexität der Animation auch die maximale Bildauflösung und Farbtiefe maßgeblich. Wie bei allen Videos sind aktuelle Codecs und eine spätere Aktualisierungsoption wichtig. Sollen Animationen für das Internet entstehen, so wird eine entsprechende Exportmöglichkeit und ggf. die Möglichkeit einer externen Datenanbindung benötigt (z.B. XML-Unterstützung). Um eine Interaktion mit dem Endanwender zu ermöglichen, ist eine Steuerung der Animationssequenzen über eine Skriptschnittstelle sinnvoll. Soll eine erstellte Animationssequenz nicht nur aus Bildern bestehen, sondern auch mit Klängen oder Musik untermauert werden, so sollte außerdem das Einbinden von Audio-Daten unterstützt werden.

Als Produkte kommen z.B. in Frage: Maxon Cinema 4D für komplexe Animationen, im Webbereich Adobe Edge Animate CC, SketchUp (speziell für die Darstellung von Architektur- und Produktmodellen in der bekannten Suchmaschine Google) sowie Blender unter der GNU General Public License.

8.9 Linkverzeichnis

American Standard Code for Information Interchange <http://tools.ietf.org/html/rfc20>

Scalable Vector Graphics (SVG) Spezifikationen <http://www.w3.org/TR/SVG11>, für mobile Geräte
<http://www.w3.org/TR/SVGTiny12>

Cavas-Element

Beschreibung von Grafiken mit Hilfe von Scriptsprache <http://www.w3.org/TR/html5/embedded-content-0.html#the-canvas-element>

Übersicht über die Eigenschaften und unterstützten Methoden http://www.w3schools.com/tags/ref_canvas.asp

Tutorial in deutscher Sprache <http://www.ajaxschmiede.de/canvas/einfuehrung-in-canvas>

Tutorial in englischer Sprache https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas_API

Resource Interchange File Format (RIFF) Spezifikationen [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms713231\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms713231(VS.85).aspx)

Bild und Grafik

Portable Bitmap (PBM) Spezifikationen <http://netpbm.sourceforge.net/doc/pbm.html>

Portable Graymap File-Format (PGM) Spezifikationen <http://netpbm.sourceforge.net/doc/pgm.html>

Portable Pixmap File-Format (PPM) Spezifikationen <http://netpbm.sourceforge.net/doc/ppm.html>

Portable Arbitrary Map File-Format (PAM) Spezifikationen <http://netpbm.sourceforge.net/doc/pam.html>

Bitmapformat (BMP) Spezifikationen [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd183392\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd183392(VS.85).aspx)

Tag Image File Format (TIFF) Spezifikationen <http://partners.adobe.com/public/developer/tiff/index.html>

Graphics Interchange Format (GIF 87) Spezifikationen <http://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif87.txt>

Portable Network Graphic Format (PNG) Spezifikationen <http://www.w3.org/Graphics/PNG>

und <http://www.libpng.org/pub/png>

Multi-Image Network Graphic (MNG) Spezifikationen <http://www.libpng.org/pub/mng/spec>

Animated Portable Network Graphics Format (APNG) Spezifikationen https://wiki.mozilla.org/APNG_Specification

JPEG File Interchange Format (JFIF) Spezifikationen <http://jpeg.org/jpeg>, <http://www.itu.int/rec/T-REC-T.871/en>

JPEG 2000 Format Spezifikationen <http://www.jpeg.org/jpeg2000/index.html>, <http://www.itu.int/rec/T-REC-T.800-200208-I/en>

Bild- und Grafiksoftware

Adobe Photoshop <http://www.adobe.com/de/products/photoshop.html>

Corel Paint Shop Pro <http://www.paintshoppro.com/de/default.html>

GIMP <http://www.gimp.org>

Corel Draw <http://www.coreldraw.com/de>

Adobe Illustrator <http://www.adobe.com/de/products/illustrator>

Xara Designer Pro <http://www.xara.com/de>

Inkscape <https://inkscape.org/de>

Audio

Apple Lossless Audio Codec (ALAC) Spezifikationen <http://alac.macosforge.org>

Free Lossless Audio Codec (FLAC) Spezifikationen <https://xiph.org/flac>

Monkey's Audio-Format <http://monkeyaudio.com>

Musical Instrument Digital Interface (MIDI) Spezifikationen <http://www.midi.org/techspecs/index.php>

MPEG Audio Layer 3 (MP3) <http://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/amm/prod/audiocodec/audiocodес/mp3.html>

MP3Pro <http://mp3licensing.com/mp3/mp3pro.html>

MPEG-2 Advanced Audio Coding (AAC) Fraunhofer Institut <http://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/amm/prod/audiocodec.html>

Enhanced Low Delay Format (AAC-ELD) <http://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/amm/prod/kommunikation/komm/aaceld.html>, http://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/de/doc/ame/wp/FraunhoferIIS_Technical-Paper_AAC-ELD-family.pdf

Frei zugänglicher Nero AAC Codec <http://www.nero.com/eng/company/about-nero/nero-aac-codec.php>

Extended Adaptive Multi-Rate – Wideband, AMR-WB, Zu AMR-WB <http://www.vocal.com/speech-coders/g-722-2-amr>, zu AMR-WB+ <http://www.3gpp.org/DynaReport/26290.htm>

Windows Media Audio (WMA) Format Spezifikationen [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819498\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819498(v=vs.85).aspx)

Ogg <http://www.xiph.org/ogg>

Ogg Vorbis <http://www.vorbis.com>

Ogg Vorbis Spezifikationen http://xiph.org/vorbis/doc/Vorbis_I_spec.html

Musepack <http://www.musepack.net>

Opus <https://tools.ietf.org/html/rfc6716>, http://xiph.org/press/2013/Opus_1.1

Audio-Software

Steinberg Cubase Linie <http://www.steinberg.net/en/products/cubase/start.html>

Cakewalk Sonar <http://www.cakewalk.com/Products/SONAR>

Magix Samplitude Music Studio <http://www.magix.com/de/samplitude-music-studio>

Ableton Live <https://www.ableton.com/de/live>

Hörtest

Spezifikationen (Multi-Stimulus Test with Hidden Reference and Anchor) <http://www.itu.int/rec/R-REC-BS.1534>

Testergebnisse der Deutsche Telekom im Juni 2010 ftp://ftp.3gpp.org/tsg_sa/WG4_CODEC/TSGS4_59/Docs/S4-100479.zip

Video

Advanced System Format (ASF) Spezifikationen <https://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=14995>

Apples Quicktime (QT) bzw. Movie (MOV)-Format https://developer.apple.com/library/mac/documentation/QuickTime/RM/Fundamentals/QTOverview/QTOverview_AIntro/Introduction.html

Third Generation Partnership Project (3GPP), Container 3GP <http://www.3gpp.org/DynaReport/26244.htm>

Audio Video Interleave Format (AVI) Spezifikationen <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa451196.aspx>

Windows Media Video Format (WMV) Spezifikationen [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819505\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819505(v=vs.85).aspx)

Theora <https://wiki.xiph.org/Theora>

Matroska Format (MK) Spezifikationen <http://www.matroska.org/technical/specs/index.html>

x265 Codec <http://x265.org/index.html>

VP9 Codec <http://www.webmproject.org/vp9>, <https://tools.ietf.org/html/draft-grange-vp9-bitstream-00>

Video-Software

Autodesk Maya <http://www.autodesk.de/products/maya/overview>

Adobe Premiere Pro <http://www.adobe.com/de/products/premiere.html>

Pinnacle Studio <http://www.pinnaclesys.com/PublicSite/de/Products/studio>

Corel VideoStudio <http://www.videostudiopro.com/de/products/videostudio/ultimate>

Heroine Virtuals Cinelerra <http://heroinewarrior.com/cinelerra.php>

Maxon Cinema 4D <http://www.maxon.net/de/products/cinema-4d-studio.html>

Animation

Canvas – Beschreibung von Grafiken mit Hilfe von Scriptsprache <http://www.w3.org/TR/html5/embedded-content-0.html#the-canvas-element>

Canvas – Übersicht über die Eigenschaften und unterstützten Methoden http://www.w3schools.com/tags/ref_canvas.asp

Canvas – Tutorial in deutscher Sprache <http://www.ajaxschmiede.de/canvas/einfuehrung-in-canvas>

Canvas – Tutorial in englischer Sprache https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Canvas_API

Adobe Flash <http://www.adobe.com/de/products/flash.html>
 Gnash <http://www.gnu.org/software/gnash>
 Swfdec <http://swfdec.freedesktop.org/wiki>
 W3C Techniken für barrierearme Webseiten mit Adobe Flash <http://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/flash.html>
 FlashCookiesView http://www.chip.de/downloads/FlashCookiesView_41669844.html
 CCleaner <http://www.piriform.com/ccleaner>
 Adobe Shockwave Flash (SWF) Format Spezifikationen <http://wwwimages.adobe.com/content/dam/Adobe/en/devnet/swf/pdf/swf-file-format-spec.pdf>
 Adobe Flash Video (F4V/FLV) Format Spezifikationen http://download.macromedia.com/f4v/video_file_format_spec_v10_1.pdf
 Adobe Mobile Content Delivery Protocol (MCDP) Spezifikationen http://wwwimages.adobe.com/content/dam/Adobe/en/devnet/mobile_content_delivery/mcdp.pdf
 Adobe Action Message Format (AMF 3) Spezifikationen <http://wwwimages.adobe.com/www.adobe.com/content/dam/Adobe/en/devnet/amf/pdf/amf-file-format-spec.pdf>
 HTML5-Werkzeuge für Animationen <https://www.incomedia.eu/de/webanimator.html>, <http://tumult.com/hype>, <https://www.google.com/webdesigner>, <http://www.adobe.com/de/products/edge-animate.html>
 Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) Spezifikationen <http://www.w3.org/TR-SMIL3>

Animations-Software

Adobe Flash <http://www.adobe.com/de/products/flash.html>
 SketchUp <http://www.sketchup.com/de/products/sketchup-pro>
 Blender <http://www.blender.org>

Dokumentenbeschreibung

Adobe PostScript Format (PS) Spezifikationen http://partners.adobe.com/public/developer/ps/index_specs.html, <http://www.adobe.com/products/postscript/pdfs/PLRM.pdf>
 Adobe Portable Document File Format (PDF) Spezifikationen http://www.adobe.com/devnet/pdf/pdf_reference.html
 Open Office Writer <http://www.openoffice.org/de/product/writer.html>

Literatur

- AAC-ELD 2013. O. V., The AAC-ELD family for High Quality Communication Services, Technical Paper, Fraunhofer IIS (Hrsg.), http://www.iis.fraunhofer.de/content/dam/iis/de/doc/ame/wp/FraunhoferIIS_Technical-Paper_AAC-ELD-family.pdf, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- AACPlus 2008. O. V., AACPlus, Coding Technologies (Hrsg.), URL: <http://codtech.vhost.noris.net/products/aacPlus.htm>, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- ACELP 2012. O. V., G.729 : Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP), ITU (Hrsg.), URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.729/e>, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- ADPCM 1990. O. V., G.726 : 40, 32, 24, 16 kbit/s Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM), ITU (Hrsg.), URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.726/en>, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- Apple 2016. O. V., QuickTime for Developers, Apple Inc. (Hrsg.), URL: <https://developer.apple.com/quicktime>, letztmalig abgerufen am 14.02.2016.

- ASF 2016. O. V., Overview of the ASF Format, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd757562\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd757562(v=vs.85).aspx), letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- ASF 2012. O. V., Advanced Systems Format (ASF) Specification, Microsoft Corp. (Hrsg.), Revision 01.20.06, Microsoft Corporation January 2012, URL: http://download.microsoft.com/download/8/0/5/80506BEB-C95A-47AE-99CF-0D6D6D028ABA/ASF_Specification.pdf, letztmalig abgerufen am 14.01.2016.
- Assmann, R., Fiedler, M., Kreutel, R., Liebig, F., Wolf, A., Knauf, R., Dokumentenaustauschformate, URL: <http://www.tu-chemnitz.de/informatik/Medieninformatik/old/lehre/mg02/gr10/index.php?misc>Welcome-1>, letztmalig abgerufen am 30.07.2009.
- AVI 2016. O. V., AVI RIFF File Reference, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd318189\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd318189(v=vs.85).aspx), letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Baur/Mandau 2002. Baur, T., Mandau, M., Viel Musik auf wenig Platz, URL: http://www.chip.de/artikel/Vergleichstest-Audio-Encoder_12811206.html, letztmalig abgerufen am 21.01.2016.
- BMP 2015. O. V., Bitmap Reference, Bitmap Structures, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd183392\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd183392(VS.85).aspx), letztmalig abgerufen am 21.01.2016.
- Born 1995. Born, G., Noch mehr Dateiformate. Neue Dateiformate für Grafik, Text, Tabellenkalkulation, Datenbanken, Sound und Multimedia, Addison-Wesley, Bonn und Paris 1995.
- Born 1996. Born, G., Referenzbuch Dateiformate Grafik, Text, Datenbanken, Tabellenkalkulation, 4. Aufl., Addison-Wesley, Bonn und Paris 1996.
- Born 2001. Born, G., Dateiformate – Die Referenz, 1. Aufl., Galileo Press, Bonn 2001.
- Brandenburg/Popp 2000. Brandenburg, K., Popp, H., An introduction to MPEG Layer-3, EBU technical review 6 (2000).
- Brunn 2001. Brunn, M., MP3 gegen den Rest der Welt, URL: http://www.chip.de/artikel/uebersicht-Audioformate_12809105.html, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- CELP 2012. O. V., G.728 : Coding of speech at 16 kbit/s using low-delay code excited linear prediction, ITU (Hrsg.), URL: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.728-201206-I/en>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- DTAG 2010. O. V., Listening tests concerning reference codecs for EVS, Arbeitspapier Nr. Tdoc S4 (10)0479, Deutsche Telekom AG (Hrsg.), URL: ftp://ftp.3gpp.org/tsg_sa/WG4_CODEC/TSGS4_59/Docs/S4-100479.zip, letztmalig abgerufen am 28.01.2016
- EBU 2007. O. V., EBU Evaluations of Multichannel Audio Codecs, EBU Tech Report Nr. 3324 der Arbeitsgruppe D/MAE (Multichannel Audio Evaluations), European Broadcasting Union (Hrsg.), Geneva 2007, URL: <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3324.pdf>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Finlayson 2001. Finlayson, R., A More Loss-Tolerant RTP Payload Format for MP3 Audio, URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3119.txt>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Fischer 2001. Fischer, S., Grafikformate GE-PACKT, mitp, Bonn und Paris 2001.
- Flash 2012. O. V., Flash Techniques for WCAG 2.0, W3C (Hrsg.), URL: <http://www.w3.org/TR/WCAG20-TECHS/flash.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- GIF 1987. O. V., G I F (tm), Graphics Interchange Format (tm), A standard defining a mechanism for the storage and transmission of raster-based graphics information, W3C (Hrsg.), URL: <http://www.w3.org/Graphics/GIF/spec-gif87.txt>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Goncalves et al. 2008. Goncalves, I., Pfeiffer, S., Montgomery, C., Ogg Media Types, Request for Comments Nr. 5334 der IETF, URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc5334>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- H.265 2015. O. V., H.265 : High efficiency video coding, ITU (Hrsg.), URL: <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.265>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

- Hamilton 1992. Hamilton, E., JPEG File Interchange Format, Version 1.02, September 1, 1992, URL: <https://www.w3.org/Graphics/JPEG/jif13.pdf>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Hansen 2002. Hansen, S., Unerhört gut: MP3-Nachfolger im c't-Hörtest, c't (2002) 19, S. 94ff.
- Henning 2001. Henning, P. A., Taschenbuch Multimedia, 2. Auflage, Fachbuchverlag im Carl Hanser Verlag, München, Wien 2001.
- Heyna et al. 2003. Heyna, A., Briede, M., Schmidt, U., Datenformate im Medienbereich, 1. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München und Wien 2003.
- Holzinger 2000. Holzinger, A., Basiswissen Multimedia, 1. Aufl., Verlag Heinrich Vogel, Würzburg 2000.
- Holzinger 2001. Holzinger, A., Basiswissen Multimedia, Band 3: Design, 1. Aufl., Verlag Heinrich Vogel, Würzburg 2001.
- HTML5 2014. O. V., HTML5, A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML, W3C (Hrsg.), URL: <http://www.w3.org/TR/html5/embedded-content-0.html#the-canvas-element>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Hydrogenaudio 2011. O. V., Results of the public multiformat listening test @ 64 kbps (March/April 2011), Hydrogenaudion (Hrsg.), URL: <http://listening-tests.hydrogenaud.io/igorc/results.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- IDC 2014. O. V., The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things, April 2014, IDC Corp. (Hrsg.), URL: <http://www.emc.com/leadership/digital-universe/2014iview/index.htm>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 10918-1:1994. O. V., ISO 32000-1:2008, ISO/IEC 10918-1:1994, Information technology -- Digital compression and coding of continuous-tone still images: Requirements and guidelines, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=18902, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 11172-2:1993. O. V., ISO/IEC 11172-2:1993, Information technology -- Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s -- Part 2: Video, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=22411, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 13818-2:2013. O. V., ISO/IEC 13818-2:2013, Information technology -- Generic coding of moving pictures and associated audio information -- Part 2: Video, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=61152, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 13818-3:1998. O. V., ISO/IEC 13818-3:1998, Information technology -- Generic coding of moving pictures and associated audio information -- Part 3: Audio, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26797, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 13818-7:1997. O. V., ISO/IEC 13818-7:1997, Information technology -- Generic coding of moving pictures and associated audio information -- Part 7: Advanced Audio Coding (AAC), ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=25040, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 13818-7:2006. O. V., ISO/IEC 13818-7:2006, Information technology -- Generic coding of moving pictures and associated audio information -- Part 7: Advanced Audio Coding (AAC), ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43345, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 14496-2:2004. O. V., ISO/IEC 14496-2:2004, Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 2: Visual, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=39259, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 14496-3:2009. O. V., ISO/IEC 14496-3:2009, Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 3: Audio, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=53943, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

- ISO/IEC 14496–10:2014. O. V., ISO/IEC 14496–10:2014, Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 10: Advanced Video Coding, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=66069, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 14496–14:2003. O. V., ISO/IEC 14496–14:2003, Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 14: MP4 file format, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=38538, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 14496–15:2010. O. V., ISO/IEC 14496–15:2010, Information technology -- Coding of audio-visual objects -- Part 15: Advanced Video Coding (AVC) file format, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=55980, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 15444–1:2004. O. V., ISO/IEC 15444–1:2004, Information technology -- JPEG 2000 image coding system: Core coding system, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.%20htm?csnumber=37674, letztmalig abgerufen 22.01.2016.
- ISO/IEC 15938–1:2002. O. V., ISO/IEC 15938–1:2002, Information technology -- Multimedia content description interface -- Part 1: Systems, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=34228, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC TR 21000–1:2004. O. V., ISO/IEC TR 21000–1:2004, Information technology -- Multimedia framework (MPEG-21) -- Part 1: Vision, Technologies and Strategy, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=40611, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 23008–2:2013. O. V., ISO/IEC 23008–2:2013, Information technology -- High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments -- Part 2: High efficiency video coding, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=35424, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/IEC 23003–3:2012. O. V., ISO/IEC 23003–3:2012, Information technology -- MPEG audio technologies -- Part 3: Unified speech and audio coding, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=57464, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- ISO/ISO 32000–1:2008. O. V., ISO 32000–1:2008, Document management -- Portable document format -- Part 1: PDF 1.7, ISO (Hrsg.), URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.%20htm?csnumber=51502, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Issing/Klimsma 2002. Issing, J., Klimsma, P., Information und Lernen mit Multimedia und Internet, 2. Aufl, Julius Beltz Verlag, Weinheim 2002.
- JPEG 2015. O. V., Overview of JPEG 2000, JPEG (Hrsg.), URL: <http://www.jpeg.org/jpeg2000/index.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Koehn 1996. Köhn, C., Bildanalyse und Bilddatenkompression: Fraktale Verfahren und klassische Methoden im praktischen Einsatz, Carl Hanser Verlag, München und Wien 1996.
- Laue/Zota 2002. Laue, C., Zota, V., Klangkompressen MP3 und seine designierten Erben, c't (2002) 19, S. 102ff.
- Lipp 1997. Lipp, T., Grafikformate, Microsoft Press Deutschland, Unterschleißheim 1997.
- Lutzky/Rettelbach 2013. Lutzky, M., Rettelbach, N., Audiocodierung in MPEG: Aktueller Stand und Ausblick auf künftige Entwicklungen, Fraunhofer IRT Kolloquium, München 08. Juli 2013.
- Loviscach 2000. Loviscach, J., Filmkonserven, Analog-Video, DV und DVD archivieren, c't (2000) 21, S. 232ff.
- Matroska 2013. O. V., Specifications, Matroska (Hrsg.), URL: <http://www.matroska.org/technical/specs/index.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Microsoft 2008. O. V., Word 2007: Rich Text Format (RTF) Specification, version 1.9.1, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=10725>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Milde 1995. Milde, T., Videokompressionsverfahren im Vergleich, 1. Aufl., dpunkt Verlag, Heidelberg 1995.

- MMA 1996. O. V., Midi Manufacturers Association, Tech Specs & Info, URL: <http://www.midi.org/techspecs/midispec.php>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- MP3Pro 2009. O. V., About mp3PRO, Coding Technologies (Hrsg.), URL: <http://mp3licensing.com/mp3/mp3pro.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- MPEG 2015. O. V., Welcome to MPEG, MPEG (Hrsg.), URL: <http://mpeg.chiariglione.org>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- NETPBM 2014. O. V., Netpbm, Sourceforge (Hrsg.), URL: <http://netpbm.sourceforge.net/doc/index.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Nyquist 1928. Nyquist, H., Certain Topics in Telegraph Transmission Theory, Transactions of the American Institute of Electrical Engineers 47 (1928), S. 617ff., nachgedruckt in den Proceedings of the IEEE 90 (2002) 2.
- Ogg 2016. O. V., The Ogg container format, Xiph.Org Foundation (Hrsg.), URL: <http://www.xiph.org/ogg>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Ohm et al. 2012. Ohm, J.-R., Sullivan, G. J., Schwarz, H., Tan, T.K., Wiegand, T., Comparison of the Coding Efficiency of Video Coding Standards—Including High Efficiency Video Coding (HEVC), in: IEEE (Hrsg.), IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 22 (2012) 12, S. 1669ff.
- Opus 2014a. O. V., Downloads, Xiph.Org Foundation, URL: <http://opus-codec.org/downloads>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Opus 2014b. O. V., Codec Landscape, Xiph.Org Foundation, URL: <http://www.opus-codec.org/comparison>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- PCM 1990. O. V., G.711 : Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies, IITU (Hrsg.), URL: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-I/E>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- PDF 2008. O. V., Document management — Portable document format — Part 1: PDF 1.7, Adobe Systems Inc. (Hrsg.), URL: http://wwwimages.adobe.com/content/dam/Adobe/en/devnet/pdf/pdfs/PDF32000_2008.pdf, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- PNG 2003. O. V., Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition), Information technology — Computer graphics and image processing — Portable Network Graphics (PNG): Functional specification. ISO 15948:2003 (E), W3C Recommendation 10 November 2003, W3C (Hrsg.), URL: <http://www.w3.org/Graphics/PNG> und <http://www.libpng.org/pub/png>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Postscript 1999. O. V., PostScript® Language Reference, third edition, Adobe Systems Inc. (Hrsg.), URL: <http://www.adobe.com/products/postscript/pdfs/PLRM.pdf>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Quicktime 2005. O.V., Introduction To QuickTime Overview, Apple Inc. (Hrsg.), URL: https://developer.apple.com/library/mac/documentation/QuickTime/RM/Fundamentals/QTOOverview/QTOOverview_AIntro/Introduction.html, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Sayood 2003. Sayood, K., Lossless Compression Handbook, Elsevier Science & Tech, San Diego 2003.
- Sayood 2005. Sayood, K., Introduction to Data Compression, Third Edition, Elsevier Science & Tech, San Diego 2005.
- Shannon 1949. Shannon, C., E., Communication in the Presence of Noise; Proceedings of the Institutes of Radio Engineers 37 (1949) 1, nachgedruckt in den Proceedings of the IEEE 86 (1998) 2.
- Shmueli et al. 2004. Shmueli, R., Huber, R., Hadar, O., 2nd International Conference on Information Technology: Research and Education, London 2004, S. 49ff.
- SMIL 2008. O. V., Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 3.0), W3C Recommendation 01 December 2008, W3C (Hrsg.), URL: <http://www.w3.org/TR/SMIL3>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.

- Sonera 2004. O. V., Broadband streaming: Audio quality, Real vs. Windows Media, Sonera Medialab(Hrsg.), archiviert auf URL: <http://archive.today/link:www.medialab.sonera.fi>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Steinmetz 2000. Steinmetz, R., Multimedia-Technologie: Grundlagen, Komponenten und Systeme, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin u. a. 2000.
- SVG 2011. O. V., Scalable Vector Graphics (SVG), W3C (Hrsg.), URL: <https://www.w3.org/TR/SVG11>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Theora 2011. O. V., Theora.org documentation, Xiph.Org Foundation (Hrsg.), URL: <http://theora.org/doc>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- TIFF 2009. O. V., Tiff 6.0 Specifications and Supplements, Adobe Systems Inc. (Hrsg.), URL: <http://partners.adobe.com/public/developer/tiff/index.html>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- TUG 2016. O. V., TeX Users Group web site, Tex User Group (Hrsg.), URL: <http://www.tug.org>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Universität Wuppertal 2009. O. V., Die Psychoakustik, Universität Wuppertal, Fachbereich Digitale Audiosignalverarbeitung (Hrsg.), URL: <http://www.dasp.uni-wuppertal.de/forschung/simulationen/ars-auditus.html>, letztmalig abgerufen am 11.12.2014.
- Valin et al. 2012. Valin, JM., Vos, K., Terriberry, T., Definition of the Opus Audio Codec, Request for Comments Nr. 6716 der IETF, URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc6716>, letztmalig abgerufen am 22.09.2015.
- Vorbis 2015. O. V., Vorbis I specification, Xiph.Org Foundation (Hrsg.), February 27, 2015, URL: http://xiph.org/vorbis/doc/Vorbis_I_spec.html, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Vos et al. 2010. Vos, K., Jensen, S., Soerensen, K., SILK Speech Codec, URL: <http://tools.ietf.org/html/draft-vos-silk-01>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- WMA 2015. O. V., Windows Media Audio Encoder, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819498\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819498(v=vs.85).aspx), letztmalig abgerufen am 22.12.2015.
- WMV 2015. O. V., Windows Media Video 9 Encoder, Microsoft Corp. (Hrsg.), URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819505\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/ff819505(v=vs.85).aspx), letztmalig abgerufen am 22.12.2015.
- Woodard 2015. Woodard, J., Hybrid Codecs, Southampton Wireless Group (Hrsg.), URL: http://www-mobile.ecs.soton.ac.uk/speech_codecs/hybrid.html, letztmalig abgerufen am 22.12.2015.
- Woon et al. 2000. Woon, W. M., Ho, A. T. S., Yu, T., Tam. S. C., Tan, S. C., Yap, L. T., Achieving high data compression of self-similar satellite images using fractal, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2000, Proceedings, IGARSS 2000, IEEE 2000 International (Volume:2), URL: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/6913/18661/00861646.pdf?arnumber=861646>, letztmalig abgerufen am 28.01.2016.
- Ziegler et al. 2002. Ziegler, T., Ehret, A., Ekstrand, P., Lutzky, M., Enhancing mp3 with SBR: Features and Capabilities of the new mp3PRO Algorithm, Audio Engineering Society Convention Paper 5560, 112 th. Convention, Munich 2002.

Sachwortverzeichnis

A

AAC. Siehe Advanced Audio Coding
Absatzausrichtung, 335
Accessible Rich Internet Applications, 54, 94
Active Server Pages, 105, 118, 160, 332
Adobe Flash-Navigation, 120
Advanced Audio Coding, 455–456, 460, 511
Advanced Simple Profile (ASP), 509
Advanced Simple Profile, 105, 332, 511
Advanced System Format, 463, 468
Advanced Video Coding, 511
Advanced Video Coding, AVC, 510
Aktivierung, 5, 14–15, 23–25, 110, 308, 318, 349–350, 355
Akustische Benutzerführung, 353
A-Law-Codierung, 502
Alternativ-Tag, 56–57
Analog-Digital-Converter, 452
Analog/Digital-Wandlung, 479
Anbieterkennzeichnung, 410–413
Animated Portable Network Graphics, 447
Animation, 55, 359, 472, 518
Anordnung der Informationen, 261
Anordnung von Bildschirmelementen, 249
Anpassbarkeit, 67, 148
Anreißer, 335, 369
Anzeigebereich, 255, 260, 394
Apple Lossless Audio Codec, 455
Apple Quicktime Movie, 469
Application Service Provider, 105, 169, 332
Apps, Cross-Platform, 416
Apps, hybride, 416

Apps, mobile, 414
Apps, native, 415
Apps, responsive, 416
Arbeitsbereich, 254
Asset, 193, 213, 222, 224, 266–267, 275
Asynchronous JavaScript and XML, 118–119
AU. Siehe Audio Interchange File Format
Audio, 55, 352, 451, 481, 517
Audiodesign, formal, 356
Audiodesign, inhaltlich, 353
Audio Interchange File Format, 454, 457
Audio Video Interleave, 430, 465, 467
Audio-Visual Object, 509
Auditive Wahrnehmung, 20, 48
Aufbereitung von Text als Hypertext, 330
Aufgabenangemessenheit, 280–283, 294
Aufwand- und Nutzenschätzung, 188
Authoring Tool Accessibility Guidelines, 52
AVI. Siehe Audio Video Interleave

B

Bank Identifier Code, 343
Barrierefreie Informationstechnikverordnung, 43, 54
BCI. Siehe Brain-Computer-Interface
BDSG. Siehe Bundesdatenschutzgesetz
Bearbeitungsaufwand, 267
Bedarfs- und Marktanalyse, 185
Bedeutungstauschung, 327
Bedienbarkeit, 53, 85, 96, 149
Begrenzte Richtungserkennung, 501

- Behindertengleichstellungsgesetz, 43
Beiträge in Blogs Foren, 217
Bereitstellung ausreichender Zeit, 87
Bestimmung möglicher Inhalte, 201
Bewegungskompensation, 471, 508–512
Bewegungstäuschung, 326
BGB. *Siehe* Bürgerliches Gesetzbuch
BIC. *Siehe* Bank Identifier Code
Bildauflösung, 435, 437, 510, 519
Bilder, 346, 435, 481, 515
Bild, Ergänzung durch Text und Audio, 350
Bildgestaltung, formal, 350
Bildgestaltung, inhaltlich, 348
Bildkomposition, 348–349, 351
BildscharbV. *Siehe*
 Bildschirmarbeitsverordnung
Bildschirmarbeitsverordnung, 198
Bildschirmstruktur, 181, 193, 224, 259, 319
Binärbaum, 486
Bitmap, 223, 341, 437–442, 482
Bitmapgrafik, 435, 437
Bitmaporientiert, 515
BITV. *Siehe* Barrierefreie
 Informationstechnikverordnung
Blickreihenfolge. *Siehe* Blickverlauf
Blickverlauf, 241–244, 246–248, 321–322
Blog, 163, 217, 367, 369, 412
BMP. *Siehe* Bitmap
Bookmark, 401
Braillezeile, 47–48, 55–56, 61, 67, 103
Brain-Computer-Interface, 51
Breadcrumb-Navigation, 93, 101, 151, 231
Brightness, 303
Browserfunktionen, 117, 119, 370–371, 389,
 401, 403
Browserschaltflächen, 401
Buchstabenabstand, 342–343
Business-to-Consumer, 182
Button, 79, 109, 227, 240, 363, 366, 372,
 401, 403
- C**
CAPTCHA. *Siehe* Completely Automated
 Public Turing test to tell Computers and
 Humans Apart
Card-Based Layout, 394
Cascading Style Sheets, 52, 61
CC. *Siehe* Creative Commons
Checkbox, 108, 115, 408
Chunk, 34, 447, 467–468
Click-Dummy, 264
Clientbasiertes Tracking, 169
Completely Automated Public Turing test to tell
 Computers and Humans Apart, 59, 376
Conditiones sine qua non, 181, 188
Content Management System, 150, 413
CMS. *Siehe* Content Management System
Creative Commons, 215, 221
CSS. *Siehe* Cascading Style Sheets
CYMK. *Siehe* Cyan, Magenta, Yellow, Black
- D**
DAC. *Siehe* Digital-Analog-Converter
Dateiformat, 201, 220, 429–432, 440, 442, 450,
 465, 471, 477, 490, 495, 511, 514
Datenkompressionsverfahren, 479–480
Datenkomprimierung, 479
Datenraten, 476
Datenreduktion, 479
Datenübertragungsraten, 477–478
Datenvolumen, 193, 265, 473, 477
David Siegel, 24
DCT. *Siehe* Discrete Cosinus Transformation
Device Independent Bitmap, 438
DHTML. *Siehe* Dynamisches HTML
Diagramm, 207–208
Dialoggestaltung, 198, 280–281, 375, 414, 418
 Siehe auch
 Mensch-Computer-Dialog
DIB. *Siehe* Device Independent Bitmap
Differenz-Codierung, 497
Digital-Analog-Converter, 452
Digitalisierung, 356, 451, 502
Digital Theater Systems, 418
Digital Versatile Disc, 510
Discrete Cosinus Transformation, 493
DNS. *Siehe* Domain Name System
Document Object Model, 97, 153
Dokumentenbeschreibung, 475
DOM. *Siehe* Document Object Model
Domäne, 105, 142, 144
Domain Name System, 166
Downsampling, 492
DPCM. *Siehe* Differentielle PCM
Drehbuch, 4, 10, 276, 418, 421
Drittelregel, 350–351

- DRM. *Siehe* Digitales Rechtemanagement
DSP. *Siehe* Digital Sound Processor
DTD. *Siehe* Document Type Definition
DTS. *Siehe* Digital Theater Systems
DVD. *Siehe* Digital Versatile Disc
DWT. *Siehe* Discrete Wavelet Transformation
Dynamik, 26, 236, 303, 313, 321, 329, 351–352, 357, 364
Dynamisches HTML, 118
- E**
- EAX. *Siehe* Environmental Audio Extensions
EBML. *Siehe* Extensible Binary Meta Language
Eingangsseite, 23
Einschränkungen, 45
Emotionale Wirkung, 354
Empathy Map, 183
Entropiekodierung, 449, 467, 471, 480, 490, 494–495, 512
Entscheidungsprozesse, 27
Environmental Audio Extensions, 418
EPS. *Siehe* Encapsulated PostScript
Erfolgsfaktoren, 5, 8
Ergonomische Tastenbelegung, 401
Erwartungskonformität, 5, 280–281, 285–287
Exposé, 4, 10, 188, 190, 276
Extensible Binary Meta Language, 471
Extensible Markup Language, 52
Externe Verlinkung, 161
Eye-Catcher, 157, 241, 245–246, 335, 350
- F**
- Farbbe bedeutung, 313–314
Farbdimensionen, 303
Farbe, 299
Farbe-an-sich-Kontrast, 304–305
Farben, Dreidimensionalität, 313
Farben, emotionale Wirkung, 309
Farben, Hell-Dunkel-Kontrast, 315
Farben, Kalt-Warm-Kontrast, 313
Farben, Komplementär-Kontrast, 315
Farbenlehre, 301–303, 309
Farben, physiologische Wirkung, 307
Farben, Qualitäts-Kontrast, 315
Farben, Quantitäts-Kontrast, 316
Farben, Symbolik, 311
Farben, synästhetische Wirkung, 308
Farbe und Aktivierungsgrad, 308
- Farbkänge, 316, 319
Farbkodierung, 227, 297, 382, 389, 420
Farbkombination, 299, 311, 316, 345
Farbkreis, 301–303, 317–318
Farbmodell, 300–301, 317, 438, 448, 491–492, 510
Farbmodelle, 300
Farbschema, 317
Farbsinnstörung, 306–307
Farbsymbolik, 312
Farbtiefe, 435, 437
Farbton, 236, 301, 303–305, 313
Farb-und Audiokodierung, 381
Farbwahrnehmung, 16, 18, 77, 301–304, 306, 310
Farbwahrnehmung, technische Einflussfaktoren, 307
Farbwirkung, 305, 307, 309–310, 316
Feed, 216, 367, 369
Fehlererkennung, 112, 291
Fehleridentifizierung, 112
Fehlerkorrektur, 292–293, 337
Fehlermeldung, 152, 292, 405, 407–408
Fehlertoleranz, 152, 280–281, 287, 291–293
Fehlervermeidung, 111–112, 114, 116, 291, 376
Feinkonzeption, 4, 10, 277
F-/E-Kurve, 334
FDL. *Siehe* Free Documentation License
File Transfer Protocol, 160
Fingergesten, 401
Fixation, 128, 245
FLAC. *Siehe* Free Lossless Audio Codec
Flash Video, 473, 512
Flussdiagramm, 209, 295
FLV. *Siehe* Flash Video
Foren, 163, 181, 185, 187, 216–217
Formen, 319
Formen, Bewegung, 321
Formen, Dreidimensionalität, 329
Formen, Optische Mitte, 320
Formen, Richtung, 321
Formen, Symbolik, 327
Formtäuschung, 324
Formular, 68, 74, 108, 115, 132, 211, 268, 282, 292–293, 375
Formwahrnehmung, 319, 322
Fortschrittsindikatoren, 380
Fraktale Codierung, 496
Frame, 95, 449, 508

- Framework, 413
Free Documentation License, 414
Free Lossless Audio Codec, 455
F-Shaped Pattern, 242–244
FTP. *Siehe* File Transfer Protocol
- G**
Gedächtnisstufen, 37
Gebärdensprache, 45, 48, 65, 105, 148
GEMA. *Siehe* Ges. für musikalische Aufführungs- und mechanische Vervielfältigungsrechte
General Public License, 413, 513, 516, 518–519
Geometrische Mitte, 320
Gerätekasse, 254–255
Geräteunabhängigkeit, 45, 85
Gesetz der Ähnlichkeit, 225–227, 361
Gesetz der Erfahrung, 232–233
Gesetz der Geschlossenheit, 228–230
Gesetz der Kontinuität, 20, 230–231
Gesetz der Nähe, 18, 227–228, 391
Gesetz der Prägnanz, 233–235
Gesetz der Symmetrie, 231, 235
Gesetz des gemeinsamen Schicksals, 232
Gesetze und Regelwerke, 44, 52
Gesichtsfeld, 18, 384
Gestalt, 38, 51, 269, 319–320, 322
Gestaltgesetze, 225
Gesten, 401, 414
GIF. *Siehe* Graphics Interchange Format
GMC. *Siehe* Global Motion Compensation
GOP. *Siehe* Groups Of Pictures
GOV. *Siehe* Group Of VOP
Global Motion Compensation, 509, 511
Goldener Schnitt, 259
Goldenes Dreieck, 129
GPL. *Siehe* General Public License
Graphical User Interface, 4
Graphics Interchange Format, 438, 444
Grobkonzeption, 4, 266
Größentäuschung, 324–325
Großfeldtastatur, 50, 86
Groß- und Kleinschreibung, 154, 337
Group Of VOP, 510
Grundidee, 10, 140, 177–178, 190, 485
Gruppierungen, 375, 384–385
GUI. *Siehe* Graphical User Interface
- H**
Häufigkeit von Buchstaben, 482
HD. *Siehe* High Definition
HDTV. *Siehe* High-Definition-Television
HE. *Siehe* High Efficiency
Heatmap, 128, 242
Hell-Dunkel-Kontrast, 315–316
Hierarchie, 333, 385, 394, 509
Hierarchien, 385
High Definition, 510
High Efficiency, 455–456, 461
High Efficiency Video Coding (HEVC), 512
Hilfe, 115, 408
Hilfestellung bei der Eingabe, 111, 375
Hintergrundkontrast, 233, 306, 344
Hinweis, 68, 79, 182, 285, 292, 406–407
Hörgrenzen, 499
Hörvermögen, 21, 462, 501–502
Honeycomb, 8–9
Hotkeys, 398
Hotspots, 391
Hotwords, 389
HSB. *Siehe* Hue, Saturation, Brightness
HSI. *Siehe* Hue, Saturation, Intensity
HSL. *Siehe* Hue, Saturation, Lightness
HTML. *Siehe* Hypertext Markup Language
HTTP. *Siehe* Hypertext Transfer Protocol
Hue. *Siehe* Farbtön
Huffman-Codierung, 447, 449, 460, 481, 485–486, 495
Huffman-Kodierung, 486, 503
Hummingbird-Algorithmus, 140
Hybride Kompressionsverfahren, 481
Hyperlinks, 371
Hypertext Preprocessor, 118
Hypertext Transfer Protocol, 117, 466
- I**
IAB. *Siehe* Interactive Advertising Bureau
IBAN. *Siehe* International Bank Account Number
Icon, 285, 390–391, 409, 482
ID. *Siehe* Identifikator
IFD. *Siehe* Image File Directory
IFF. *Siehe* Interchange File Format
Imagemap, 98–99
InfoV. *Siehe* Informationspflichtenverordnung
Individualisierbarkeit, 280, 293–294

- Indizes, 216, 442, 445
Informationen und Beziehungen, 67, 100, 375
Informationsaufnahme, 25, 27, 30–31, 183, 309, 332–333, 349–350
Informationsbedarf, 13, 27–28, 36, 331, 378
Informationsbeschaffung, 13, 27–30, 132
Informationsmenge, 26, 31, 34, 36, 38, 494
Informationsspeicherung, 36
Informationsweitergabe, 27, 38
Inhalt, 331
Inhalte, Auswahl und Strukturierung, 207
Inhalte, Beschaffung, 210
Inhalte, Bestimmung, 201
Inhalte, Verwaltung, 222
Inhaltserschließung, 127, 132, 135, 153
Inhaltsverzeichnisse, 401
Integramouse, 50
Integrative Sicht, 276
Intellectual Property Management and Protection, 511, 513
Intensity, 481, 498
Interactive Advertising Bureau, 362
Interaktion, 370
Interaktionsdiagramm, 264, 268, 276–277, 280, 295, 419–421
Interchange File Format, 457
International Bank Account Number, 343
Internetnutzung, 251, 477
Internet Protocol, 134
Internet Service Provider, 164
Internetvideo, 358
IP. Siehe Internet Protocol
IPMP. Siehe Intellectual Property Management and Protection
ISO 9241–110 (2006), 281, 283, 285, 289
ISO 9241–210 (2010), 8
ISO 9241 Normenreihe, 198, 200, 344, 395, 400, 404
ISO/IEC 10918–1 (1994), 490
ISO/IEC 11172–2 (1993), 510
ISO/IEC 13818–2 (2013), 510
ISO/IEC 13818–3 (1998), 459
ISO/IEC 13818–7 (1997), 460
ISO/IEC 14496–2 (2004), 509, 511
ISO/IEC 14496–3 (2009), 511
ISO/IEC 14496–10 (2014), 511
ISO/IEC 14496–14 (2003), 510
ISO/IEC 14496–15 (2010), 511
ISO/IEC 15444–1 (2004), 450
ISO/IEC 15938–1 (2002), 513
ISO/IEC 23003–3 (2012), 462
ISO/IEC 23008–2 (2013), 512
ISO/IEC 25010 (2011), 7
ISO/IEC TR 21000–1 (2004), 513
ISP. Siehe Internet Service Provider
- J**
Jacob Nielsen, 24
Java Server Pages, 118
JFIF. Siehe JPEG File Format
Joint Photographic Experts Group, 442, 448, 490
JPEG. Siehe Lauflängenkodierung
JPEG, 450, 495, 2000
JPEG-Codierung, 489
JPEG File Format, 438
JPEG 2000-Kodierung, 495
JSP. Siehe Java Server Pages
- K**
Kachelnavigation, 394
Kalt-Warm-Kontrast, 315
Kanalkopplungsverfahren, 455, 497, 503
Karteikartennavigation, 392–394
Kaufentscheidungen, 35
Kippbild, 327
Klickpfadnavigation, 385, 398–399
Klickrate, 128
Kognitive Störung, 52
Kommentarfeld, 376
Kompatibilität, 117, 148, 449, 474, 515, 518
Komplementärfarbe, 305–306, 318
Komplementär-Kontrast, 304–305, 316
Kompressionsrate, 207, 450, 455, 459, 472, 481–482, 495–497, 499, 506–507, 511
Kompressionsverfahren, 477
Kompression, verlustbehaftet, 479
Kompression, verlustfrei, 479
Konsistenz, 106–107, 109, 286, 292, 299, 317, 331, 336, 348, 396, 404
Kontrast, 7, 44, 47, 77, 79, 80, 82, 93, 198, 225, 304–305, 306–307, 313, 315–316, 323, 344, 345, 392
Kontrastlehre, 20, 304
Konversionsrate, 130–131
Künstlerische Farbmodelle, 301

- L**
- Laufängenkodierung, 434, 442, 444, 479, 481, 495
 - LC. *Siehe* Low Complexity
 - LD. *Siehe* Low Delay
 - Lempel-Ziv, 447, 481, 488–489
 - Lempel-Ziv-Kodierung, 488
 - Lempel-Ziv-Welch, 481, 488
 - Lempel-Ziv-Welch-Kodierung, 488
 - Lernförderlichkeit, 281–282, 287–288, 294
 - Lesbarkeit, 84, 103, 106, 148, 159, 299, 331, 336–339, 341, 344
 - LGPL. *Siehe* Lesser General Public License
 - Lightness, 303
 - Linear Predictive Coding, 462, 464, 502
 - Lizenz, 219, 413–414, 464, 513
 - Local Shared Object, 171, 473
 - Lösung der Seite, 172
 - Logdatei, 167–168
 - Low Complexity, 461
 - Low Delay, 461
 - LPC. *Siehe* Linear Predictive Coding
 - LZW. *Siehe* Lempel-Ziv-Welch
- M**
- Machbarkeitsanalyse, 418
 - Makroblöcke, 508–509, 511
 - Makrotypografie, 330, 333
 - Map, 183, 445
 - Maskierung, 500–501, 503–504
 - Matrix, 319, 386, 493–494
 - Matrizen, 6, 386
 - Matroska, 471
 - MDStV. *Siehe* Mediendienste-Staatsvertrag
 - Media Queries, 255
 - Medienobjekt, 189
 - Meldung, 115, 183, 285–286, 404, 405–406, 408
 - Mensch-Computer-Dialog, 280
 - Menü, 240, 335, 391, 394–398
 - Metaphern, 282, 287, 353–354, 372, 381, 383, 390
 - Meta-Tag, 88–89, 138, 145, 147, 156, 165, 212, 214, 256, 259
 - Microsoft Media Server Protocol, 466
 - MIDI. *Siehe* Musical Instrument Digital Interface
 - Mikrotypografie, 336
 - MIME. *Siehe* Multipurpose Internet Mail Extension
 - Mind-Map, 106, 183, 201–203, 207, 209, 264, 269
 - Mithörschwelle, 500, 505
 - M-JPEG. *Siehe* Motion JPEG
 - MKA. *Siehe* Matroska Audioformat
 - MKV. *Siehe* Matroska Audio-/Videoformat
 - MMS. *Siehe* Microsoft Media Server Protocol
 - MNG. *Siehe* Multi-Image Network Graphic
 - Mobil, 253
 - Mobile Geräte, v
 - Mockup-Tools, 263
 - Moderator, 200, 379
 - Monitoring, 145, 163, 165
 - Motivauswahl, 204, 348–349
 - Motiv-orientiertes Wireframe, 249
 - Motorische Störung, 49
 - Movie-Atom, 470
 - Moving Picture Experts Group, 505
 - MP3. *Siehe* MPEG Audio Layer 3
 - MP4, 461, 465, 470
 - MPEG. *Siehe* Moving Picture Experts Group
 - MPEG-1, 453, 459, 470, 472, 507, 510
 - MPEG-2, 266–267, 459–460, 470, 472, 503, 507, 510–511, 513
 - MPEG-4, 332, 460, 462, 465–470, 472, 507, 509–513, 518
 - MPEG-7, 220–221, 513
 - MPEG-21, 513
 - MPEG Audio Layer 3, 455, 459
 - MPM. *Siehe* MetraPotential-Methode
 - MP3Pro, 462, 465
 - Multi-Image Network Graphic, 447
 - Multipurpose Internet Mail Extension, 69
 - Multi-Stimulus Test with Hidden Reference and Anchor, 455
 - Multi-Touch, 401
 - MUSHRA. *Siehe* Multi-Stimulus Test with Hidden Reference and Anchor
 - Musical Instrument Digital Interface, 454, 458
- N**
- Nachrichten, 34, 204, 206, 216, 246, 282, 307, 313, 369
 - Nachrichten und Zeitschriftenartikel, 216
 - Navigation, 93–94, 96, 99–101, 109, 120, 151, 153, 155, 181, 231, 237, 240, 242, 262, 264, 388
 - Navigationsbaum, 396
 - Navigationsmenü, 101, 385, 398

- Navigierbarkeit, 93
Necker Würfel, 322–323
NETPBM. *Siehe* Net Portable Bitmap
Net Portable Bitmap, 440
Netze, 479
Netzhaut. *Siehe* Retina
Netzwerk-Protokoll-Analyse, 165, 185
NeXT/Sun Format Audio File Format, 457
Nicht-Text-Inhalt, 55
NPA. *Siehe* Netzwerk-Protokoll-Analyse
Nutzererwartungen, 237
Nutzungskontext, 3, 8, 177, 179, 190, 198, 285
- O**
OCR. *Siehe* Optical Character Recognition
Off-Canvas, 254, 259, 394
Off-Canvas-Navigation, 394
Offpage-Oprimierung, 160
Ogg Theora, 470
Ogg Vorbis, 463
Ohr, 20, 22, 357, 501
Online-Kampagne, 129
Onpage-Optimierung, 148
Open Source, 188, 391, 413–414, 440, 463
Optical Character Recognition, 185, 477
Optische Täuschung, 324
Opus, 464
Orientierung, 27, 70, 72, 81, 93, 100–102, 109,
 111, 375, 377, 381, 396, 400
OVK. *Siehe* Online-Vermarkterkreis im BVDW
- P**
PageRank, 139–140, 142, 145, 148–149, 156,
 162–163, 372
PageRank-Verfahren, 139–140, 162
PAM. *Siehe* Portable Arbitrary Map
PAM. *Siehe* Pulsamplitudenmodulation
Parallax Scrolling, 263
Parametric Stereo, 501
PBM. *Siehe* Portable Bit Map
PCM. *Siehe* Pulscodemodulation
PDF. *Siehe* Portable Document File Format
Permalink, 368
Personas, 182–183, 276
Phasenorganisation, 194, 197, 419
PGM. *Siehe* Portable Graymap
PHP. *Siehe* Hypertext Preprocessor
- Pixeldichte, 80, 252, 256, 437
Pixelgrafik. *Siehe* Bitmapgrafik
Pixelgrafikformate, 439
Platform for Privacy Preferences, 171
Platzbedarf, 260, 266, 343, 390, 458
PNG. *Siehe* Portable Network Graphic
POI. *Siehe* Point of Interest
Point of Interest, 189
Point of Sale, 189
Pop-Up-Menü, 397–398
Portable Arbitrary Map, 441
Portable Document File Format, 476
Portable Graymap, 441
Portable Network Graphic, 438, 446, 449
PortablePixmap, 441
POS. *Siehe* Point of Sale
Positionierung, 58–59, 68, 98, 127–128, 145,
 148, 238, 245, 255, 516
Postscript, 132, 432, 475–476
P3P. *Siehe* Platform for Privacy Preferences
PPM. *Siehe* Portable Pixmap
Projektmanagement, 9, 189, 197, 418–419
Projektphase, 11
PS. *Siehe* Postscript
Psychoakustische Codierung, 498
Public Domain, 214, 414, 467, 471
- Q**
Qpel. *Siehe* Quarter Pixel Motion
 Compensation
Qualitätssicherung, 197, 264, 268
Quantisierung, 463, 490, 494–495, 497,
 502–504, 511
Quantitäts-Kontrast, 304–305, 316
Quelltextkodierung, 481
- R**
Rahmenbedingungen, 184
Ranking, 130, 132, 137, 139, 144, 149,
 164–165, 403
Rank-Monitoring, 163–164
Raster-orientiertes Wireframe, 261
RDD. *Siehe* Rights Data Dictionary
Really Simple Syndication, 370
Redaktion, 201, 216
Reiternavigation, 389, 393
REL. *Siehe* Rights Expression Language

- Responsive Webdesign, 251
 Retina, 16, 324, 326
 RF. *Siehe* Royalty Free
 Rich Text Format, 132
 Rights Data Dictionary, 514
 Rights Expression Language, 513
 Rights Managed, 215
 RGB. *Siehe* Rot, Grün, Blau
 RM. *Siehe* Rights Managed
 Robustheit, 53, 116
 Rohdatenformate, 454
 Rohdrehbuch, 4, 10, 270, 419
 Rohdrehbuch, Kernelemente, 269
 Rot, Grün, Blau, 302, 438
 Royalty Free, 214, 513
 RSS. *Siehe* Really Simple Syndication
 RStV. *Siehe* Rundfunkstaatsvertrag
 RTF. *Siehe* Rich Text Format
 Rubinsche Vase, 327
 Rückmeldung, 60, 85, 101, 353, 405,
 407–408
 Ruhehörschwelle, 499–500
 Rundfunkstaatsvertrag, 410
 RWD. *Siehe* Responsive Webdesign
- S**
 Samplingrate, 356, 452–454, 457, 459, 467, 479
 Samplingtiefe, 454
 SBR. *Siehe* Spektralband-Replikation
 Scalable Vector Graphics, 218, 436, 439
 Schaltfläche, 76, 108–110, 113, 115, 119,
 237–238, 240, 284, 286, 307, 362–363,
 372–373, 375, 398
 Schema, 14, 32–33, 156, 189, 266–268, 327,
 343, 370, 377, 381, 468, 488, 513
 Schieberegler, 4, 372–374
 Schlüsselwörter, 131, 145, 149–150, 156,
 158–159, 164, 168, 202, 223
 Schriftfarbe, 60–61, 344–345
 Schriftgrafiken, 80
 Schriftgröße, 68–69, 77, 80–81, 84, 181,
 341–342
 Schriftgrundlinie, 336
 Schriftklassifikation, 338
 Schriftparameter, 336
 Schriftschnitt, 80, 336, 340–341
 Schriftwahrnehmung, 336
 Schriftwirkung, 340
 Schutz- und Kennzeichenrecht, 212–213
 Search Engine Result Page, 128
 Sehvermögen, 18, 66, 492
 Seitenstruktur, 259
 Selbstbeschreibungsfähigkeit, 280–285, 287,
 354, 396, 409
 Semantische Kompressionsverfahren, 481
 SERP. *Siehe* Search Engine Result Page
 Server-Monitoring, 163–164
 Shortcuts, 398
 Signalverarbeitung, 19, 22
 Silo-Struktur, 252–253
 Simultankontrast, 305
 Sinus Milieus, 179
 S-I-R-Schema, 14
 Sitemap, 4, 45, 93, 98, 100–101, 110,
 151–152, 181, 253, 265, 371, 386,
 402
 Slidernavigation, 394
 SMIL. *Siehe* Synchronized Multimedia
 Integration Language
 Social Bookmark, 403
 Softwareentwicklung, 7
 Softwareentwicklungsmodell, 9–11
 Spaltenbreite, 260–261
 Speichermedien, 9, 418, 477
 Spektralband-Replikation, 460–461
 Spezialformate, 217
 SPIFF. *Siehe* Still Picture Interchange File
 Format
 Sprache, 49
 SQL. *Siehe* Structured Query Language
 SRE. *Siehe* Standard for Robots Exclusion
 Standard for Robots Exclusion, 154
 Statistische Methoden, 140
 Statusmeldungen, 404, 408
 Steuerbarkeit, 280, 289–290, 295, 388, 462
 Still Picture Interchange File Format, 448
 Storyboard, 264–265, 275–280, 295,
 418–421, 518
 Styleguide, 254, 270, 277, 297, 420–421
 Suchanfrage, 128, 137, 139, 142, 387
 Suche, 386
 Suchmaschinen, 131
 Suchmaschinenmarketing, 128–129
 Suchmaschinen-Nutzungsverhalten, 131
 Suchmaschinenoptimierung, 4, 5, 72, 129, 130,
 143, 149, 155, 156, 161, 168, 172,
 252–253, 263, 348, 352, 353, 371

Suchoptionen, 216–217, 219, 221
Sukzessiv-Kontrast, 304, 306
SVG. *Siehe* Scalable Vector Graphics
SWF. *Siehe* Shockwave File Format
Symbole, 47, 106, 112, 202, 205, 286,
 295–296, 390, 392, 406, 430, 485–486
Symbolik der Schriften, 339
Synchronized Multimedia Integration
 Language, 62, 107, 159, 220, 439, 474
Systemergonomie, 198

T
Tabellen, 70, 72–73, 76, 98, 102, 159, 208, 213,
 333, 486, 495
Tabellenaufbau, 73
Tag Cloud, 109, 383–384, 389, 393
Tag Image File Format, 438, 442
Tastaturbedienbarkeit, 85
TDDSG. *Siehe* Teledienstedatenschutzgesetz
TDG. *Siehe* Teledienstegesetz
Technische Farbmodelle, 300
Technische Umgebungen, 188
Telemediengesetz, 410
Testen, 264
Tetrale, 318
Text, 432, 515
Text-Alternativen, 55, 59, 61, 64, 67, 80, 122
 148, 159
Texte, 103, 330, 481
Textformat, 439, 433
Text-/Hintergrundkombinationen, 345–346
Textstruktur, 334
Thema, 27, 76, 96, 100, 105, 145, 147,
 162–163, 178, 185, 201–205, 210, 217,
 222, 229, 247, 313, 317, 360, 379,
 387–389
Themenbaum, 207, 209, 269–270, 276
TIFF. *Siehe* Tag Image File Format
TLD. *Siehe* Top-Level-Domain
TMG. *Siehe* Telemediengesetz
Top-Level-Domain, 149
Tortenmenü, 396–397
Trackback, 217, 367–368
Tracking, 165–166, 171, 185, 242, 245
Traffic, 6, 129, 251
Transformation, 22, 462, 491, 495, 503–504, 512
Trennung von Inhalt und Layout, 153
Triade, 318
Typografische Ressource, 217

U
Überblicksdiagramm, 264, 270, 276
Überschrift, 68, 72, 138, 144, 156, 159, 228,
 243, 333, 335, 369, 375, 384
UGC. *Siehe* User Generated Content
UML. *Siehe* Unified Modeling Language
Umwandlung des Farbmodells, 491
Unified Modeling Language, 209
Uniform Resource Locator, 119
Unique User, 169, 171
Unterabtastung. *Siehe* Downsampling
Unterscheidbarkeit, 77, 298, 331, 336
Untertitel, 59, 62, 64, 66, 159, 221, 330, 359,
 465–466, 470–471
UrhG. *Siehe* Gesetz über Urheberrecht und
 verwandte Schutzrechte
URL. *Siehe* Uniform Resource Locator
User Agent Accessibility Guidelines, 52
User-Agent-Monitoring, 163, 165
User Experience, v, 1, 3, 8–9, 182
User Generated Content, 367
User Interface Design, 2, 8, 45, 297

V
Vector Markup Language, 436
Vektorgrafik, 435–436
Vektororientiert, 516
Vererbung, 141
Verlustbehaftet komprimierte Formate, 455
Verlustfreie komprimierte Formate, 455
Vermeidung von Anfällen, 92
Verständlichkeit, 5, 53, 102, 280, 295, 299,
 331–332
Verweisstruktur, 143
Verwertungsgesellschaft, 213
Vexierbild, 327
VG. *Siehe* Verwertungsgesellschaft
Video, 357, 465, 481, 507, 518
Videoformat, 466, 469, 473, 512
Video Objekt Plane, 509
Videos, 55
Viewport, 251, 255–257, 259–260, 263,
 402, 414
Virtual Reality Modeling Language, 472
Visuelle Wahrnehmung, 15, 46
VML. *Siehe* Vector Markup Language
Volltextsuche, 268, 387
VOP. *Siehe* Video Objekt Plane

- Vorhersehbarkeit, 34, 107, 109
Vorkalkulation, 145, 266
Voruntersuchung, 4, 10
VRML. *Siehe* Virtual Reality Modeling Language
W
Wahrnehmbarkeit, 53, 55, 83
Wahrnehmung, 15
WAV. *Siehe* Wave File Format
Wave, 517
W3C. *Siehe* World Wide Web Consortium
W3C-Technologie, 117
Webanalyse. *Siehe* Web Controlling, 165
Web Accessibility Initiative, 52
Web Apps, 416
Web Content Accessibility Guidelines, 43, 52–53
Webhosting, 160–161
Werbewirkung, 356
Werbung, 24, 206, 212, 239, 242, 246, 350,
 358, 361–362, 364, 366, 368–369
What-You- See -Is-What-You-Get, 153
Whittaker-Kotelnikow-Shannon, 453
Windows Media Audio, 455, 462, 465, 468
Windows Media Video, 465, 468–469, 472–473
Wireframe, 247, 263, 265–266
Wissenschaftliche Informationen, 216
X
XHTML. *Siehe* Extensible Hypertext Markup Language
XML. *Siehe* Extensible Markup Language
XML Accessibility Guidelines, 52
Y
YCbCr. *Siehe* Luminanz, Chrominanz Blau,
 Chrominanz Rot
Z
Zeitbasierte Medien, 59, 148
Zeitraster, 187
Zeitschriftenartikel, 216
Zieldefinition, 177–178
Ziel des Webauftritts, 145
Zielgruppendefinition, 179