

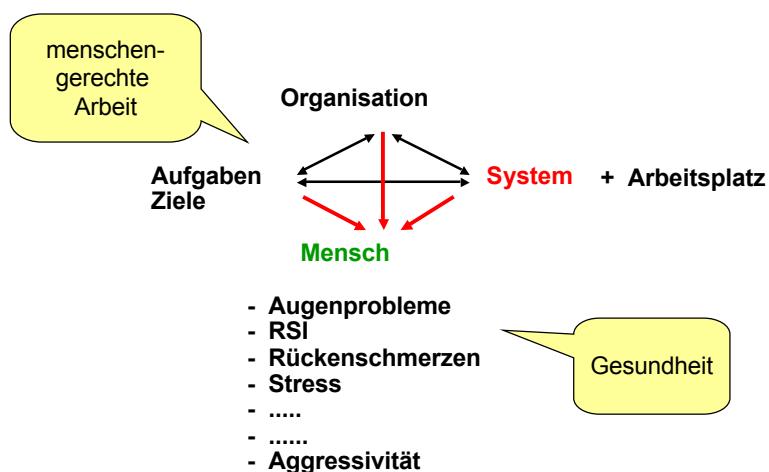
Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion

4. Kapitel

4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

- Interaktive Systeme im Einsatz sind ganz häufig Teil von Arbeitssystemen.
- Informatiker müssen die Einbettung in Arbeitskontexte verstehen, um Wirkungen einordnen zu können und negative Wirkungen durch veränderte Gestaltung zu vermeiden.
- Arbeitskontexte beinhalten auch Vorschriften, die bei der Gestaltung computergestützter Arbeit zu beachten sind.
- Grundlage für die Gestaltung sind ergonomische Kenntnisse.

Arbeitskontext



Wirkungen von Bildschirmarbeit

- Bildschirmarbeit kann durch starke Belastung zu unnötiger Beanspruchung und Beeinträchtigung führen, im Extremfall krank machen.
- Aber was ist Gesundheit, Beanspruchung, Belastung ?

Gesundheit (WHO = World Health Organization)

- WHO's objective, as set out in its constitution, is the attainment by all peoples of the **highest possible level of health**.
- **Health** is defined in WHO's constitution as a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.

Wenn Bildschirmarbeit nicht krank machen soll, sollte dieser weit gefasste Gesundheitsbegriff zugrunde gelegt werden.

Folgen physischer Belastungen

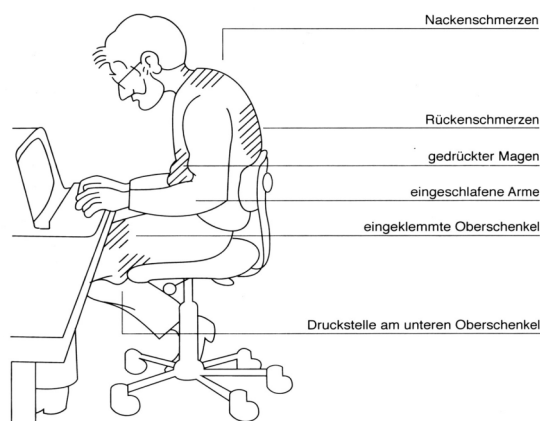


Bild 23: Folgen physischer Beanspruchung durch Fehlhaltung (Bechmann/Ganz/Landerer 1991, S.31)

Belastungen bei Bildschirmarbeit

körperliche Belastungen

- von Nacken, Schulter, Rücken durch Körperhaltung beim Sitzen
- der Hände und Arme durch intensive Benutzung der Eingabegeräte
- des Sehvermögens durch lange anhaltende Betrachtung von Bildschirmen, insb. auch durch ungünstige Darstellungen
- des Hörvermögens durch akustische Ausgaben und Störgeräusche
- weitgehend unbekannte Wirkungen durch elektrostatische Felder und elektromagnetische Strahlung ("Elektrosmog")

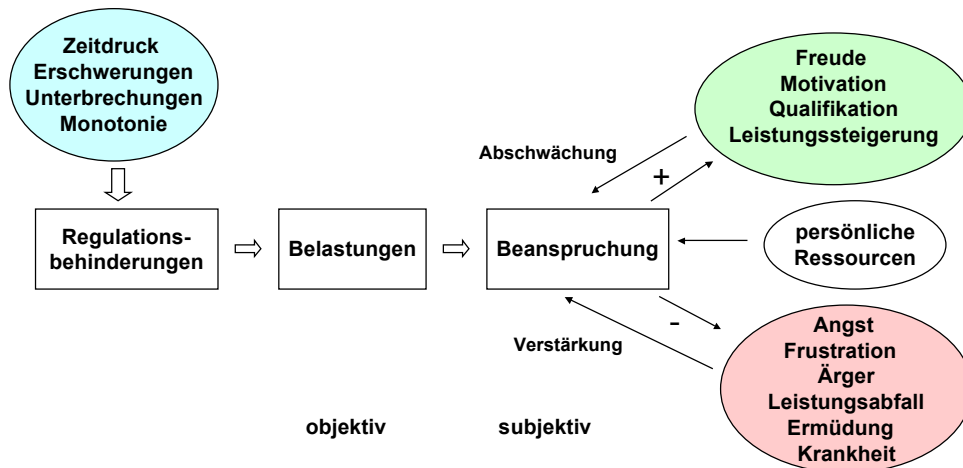
psychische Belastungen

- Gedächtnisüberforderung
- Aufmerksamkeit und Konzentration
- Suche und Neuorientierung durch unklare und sich ändernde Informations- und Funktionsstrukturen
- mühevollen Lösung neuer Aufgaben und Probleme

Psychische Belastung und Beanspruchung

- **Psychische Belastung**
Gesamtheit der erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und auf ihn psychisch einwirken
- **Psychische Beanspruchung**
die individuelle, zeitlich unmittelbare und nicht langfristige Auswirkung der psychischen Belastung im Menschen in Abhängigkeit von seinen individuellen Voraussetzungen und seinem Zustand

psychische Belastung / Beanspruchung



H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 61
WS 2011/12

Psychische Wirkungen von Arbeit

- Ermüdung
- Monotonie
- Stress
- Langeweile
- Psychische Sättigung
- Herabgesetzte Vigilanz

H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 62
WS 2011/12

Ermüdung (1)

reversible Minderung der Leistungsfähigkeit eines Organismus als Folge von Tätigkeiten

- lokal: eines Organs
- zentral: des Gesamtorganismus

- Indikatoren:
 - Pulsbeschleunigung
 - Flachere Atmung
 - Abnahme der Konzentration
 - Kognitive Störungen
- Subjektives Müdigkeitsempfinden kann auch durch -> Monotonie oder -> Langeweile entstehen !
- Ermüdung -> Erholungsbedürftigkeit !

Ermüdung (2)

- Ermüdung nimmt mit Fortsetzung der Tätigkeit stärker zu.
- Der erste Abschnitt einer Pause ist erholungswirksamer als spätere Abschnitte.
- Deshalb: Kurzpausen sind besonders wirksam !
- Selbst gewählte Pausen sind weniger wirksam, da meist zu spät eingelegt.

Regelmäßige kurze Pausen sind als Teil der Arbeitsorganisation wichtig.

Monotonie

Zustand herabgesetzter psychischer Aktiviertheit in reizarmen Situationen bei länger andauernder Ausführung sich häufig wiederholender und gleichförmiger Arbeiten

- Dämmerzustand
- zu geringe psychische Beanspruchung
- eingeengte Aufmerksamkeit
- wenige erleichternde Nebentätigkeiten
- inhaltliche Gleichförmigkeit belastet, zeitliche Gleichförmigkeit entlastet eher.

-> Mischttätigkeiten, Tätigkeitswechsel, Aufgabenerweiterung, ganzheitliche Aufgaben

Stress (1)

subjektiver Zustand, der aus der Befürchtung entsteht, dass eine stark aversive, zeitlich nahe und subjektiv lang andauernde Situation nicht vermieden werden kann. Dabei erwartet die Person, dass sie nicht in der Lage ist (oder sein wird), die Situation zu beeinflussen oder durch Einsatz von Ressourcen zu bewältigen.

- Auslösung durch Stressoren, wie Zeitdruck, Lärm, soziale Konflikte
- angstbedingt erregte Gespanntheit, die durch erlebte Bedrohung durch Beanspruchung entsteht
- Kontrollverlust in Verbindung mit Gefühl der Bedrohung, des Ausgeliefertseins, der Hilflosigkeit und der Abhängigkeit

Stress (2)

kurzfristige Auswirkungen

- Übersteuerung von sensumotorischen Handlungen durch Hast
- Überzogener Kraftaufwand
- Aufmerksamkeitsspaltung
- Desorganisation, Konfusion
- Wahrnehmungsverzerrung
- Hilflosigkeit
- Gereiztheit und Nervosität
- unspezifische neuroendokrine Überaktivierung
- erhöhter Genussmittelverbrauch

langfristige Auswirkungen

- Anspruchsreduktion
- Verschiebung von Wertmaßstäben
- dauernde Gereiztheit und Nervosität
- psychosomatische Beschwerden
- Herzinfarkt

Stress (3)

Mögliche Stressauslöser bei Computereinsatz

- Zeittakt durch Programm
- intransparente Systeme
- Angst vor Datenverlusten

Stressvermeidung

- individuelle und kollektive Selbstregulation
- Qualifikation und Training (insb. für Sondersituationen)
- Soziale Unterstützung (Hilfe, Teamarbeit)
- technische Unterstützung (Werkzeuge, Hilfsmittel für Information und Fehlerbehebung)

Weitere Wirkungen

- **Langeweile**
quantitative oder qualitative Unterforderung
- **Psychische Sättigung**
Widerwillen gegen die Aufnahme oder Fortführung von Tätigkeiten
- **Herabgesetzte Vigilanz**
Bei abwechslungsarmen Beobachtungstätigkeiten langsam entstehender Zustand herabgesetzter Signalentdeckungsleistung (z.B. bei Radarschirm- und Instrumentenbeobachtungen)

Arbeitsgestaltung

- Stellen und Aufgaben, Arbeitsteilung
- Funktionsteilung Mensch - Computer
- Prozessgestaltung
- Arbeitsumgebung
- Arbeitsmittel / Werkzeuge
- Arbeitsgegenstände

Kriterien der Arbeitswissenschaft

- | | |
|---------------------------------|--|
| ❶ Ausführbarkeit | Das Arbeitsplatzsystem soll die Durchführbarkeit aller gestellten Aufgaben gewährleisten. |
| ❷ Schädigungslosigkeit | Gesundheitsschäden sollen ausgeschlossen sein. |
| ❸ Beeinträchtigungsfreiheit | Befindlichkeitsstörungen, z.B. durch Monotonie, Ermüdung, Stress u.a., sollen ausgeschlossen sein. |
| ❹ Persönlichkeitsförderlichkeit | Es sollen Möglichkeiten zur Weiterentwicklung der Persönlichkeit, z.B. durch Qualifizierung oder Anforderungsvielfalt, gegeben sein. |
| ❺ Sozialverträglichkeit | Sozialer Austausch (Kommunikation, Kooperation) soll gegeben sein. |

Merkmale und Gestaltungsziele

Dunkel, H., Volpert, W. et al.: Kontrastive Aufgabenanalyse im Büro (KABA), 1993

<u>Merkmal</u>	<u>Humankriterien</u>
Zielgerichtetheit	<ul style="list-style-type: none"> • Entscheidungsspielraum • Zeitspielraum • Strukturierbarkeit • Belastungen minimieren
Gegenständlichkeit	<ul style="list-style-type: none"> • körperliche Aktivität ermöglichen • Kontakt zu materiellen und sozialen Bedingungen des Arbeitshandelns • Variabilität von Aufgaben und Aufträgen
Soziale Eingebundenheit	<ul style="list-style-type: none"> • Kooperation und unmittelbar zwischenmenschliche Kontakte

Ergonomie

Die Wissenschaft von der **Anpassung der Arbeit an den Menschen**

Optimierungsproblem:

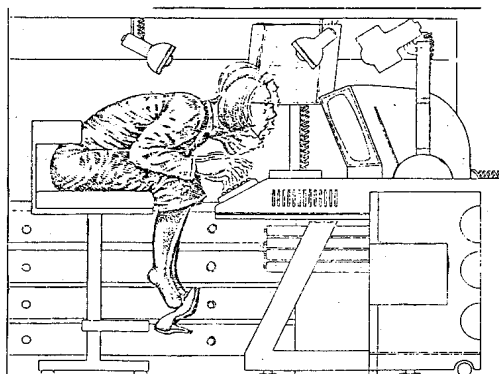
- | | | |
|----------------------------------|-----|--|
| - geringste Gefährdung | --> | Gesundheit und Unversehrtheit |
| - noch vertretbare Beanspruchung | --> | Arbeitsproduktivität und Arbeitsqualität |
| - Spielräume für das Lernen | --> | Persönlichkeitsförderlichkeit |
| - Flow-Erlebnis | --> | Zufriedenheit --> Motivation |
| - soziale Kontakte | --> | Eingebundenheit, Solidarität |

- **korrektive** Ergonomie: nachträgliche Beseitigung von Problemen
- **prospektive** Ergonomie: vorausschauende Gestaltung

Aspekte der Ergonomie

- Was macht die Hardware mit unserem Körper ? ---->

**Hardware-
Ergonomie**



Bildschirmarbeitsplatz

- Tisch, Stuhl
- Bildschirm
- Aufstellung
- Ablageflächen
- Sehraum, Greifraum

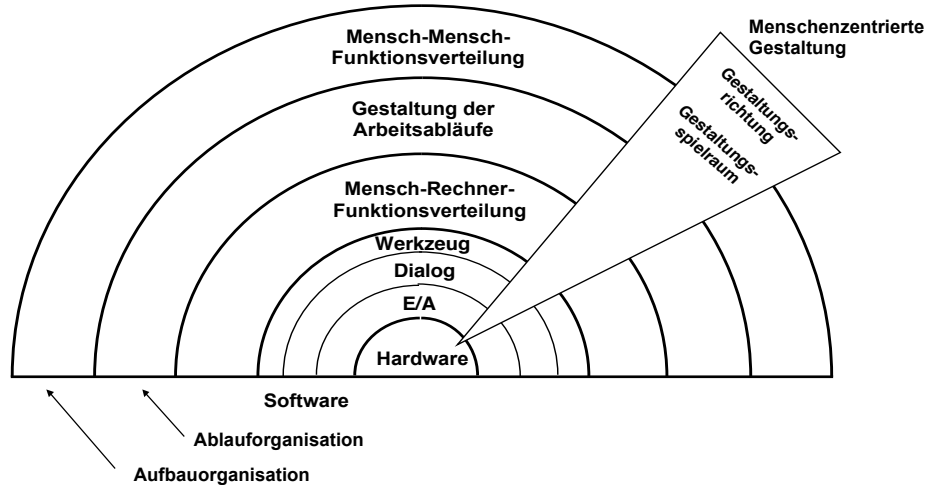
- Licht
- Klima
- Lärm

- Raum

- Was macht die Software mit unserem Kopf ? ---->

**Software-
Ergonomie**

System-Gestaltung als Arbeitsgestaltung



H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 75
WS 2011/12

Rechtlicher Rahmen

- | | |
|----------------|----------------------------------|
| ▪ EG/EU: | Richtlinie |
| | ↓ |
| ▪ D: | Gesetz / Verordnung |
| | ↕ |
| ▪ Normen | als gesichertes (Mindest-)Wissen |
| | ↑ |
| ▪ Empfehlungen | als Ergänzungen |
| ▪ Styleguides | als Umsetzungshilfen |

H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 76
WS 2011/12

Übliche rechtliche Vorschriften für das Arbeitsleben

- **Betriebsverfassungsgesetz**
 - Informationsrechte des Betriebsrats bei Einführung neuer Arbeitssysteme
 - Mitbestimmungsrechte bei bestimmten Eingriffen, z.B. bei Systemen mit Kontrollpotenzial
 - Usability: Fehlanzeige !
- **Personalvertretungsgesetze des Bundes und der Länder**
 - analoge Vorschriften

Bildschirmrichtlinie der EG von 1990 (90/270/EWG)

Sozialvorschrift nach Artikel 118a des EWG-Vertrages

- **Mindestvorschrift**

Inhalt: **Pflichten des Arbeitgebers** (!), nicht des Software-Herstellers

- Pflicht zur Arbeitsplatzanalyse, Pflicht, zweckdienliche Maßnahmen zu ergreifen
- für alle Arbeitsplätze gültig (seit 2000)

Gestaltungshinweise / Mindestvorschriften zu:

- **Unterrichtung und Unterweisung der Arbeitnehmer**
- **Anhörung und Beteiligung**
- **Pausen und Mischarbeit**
- **Schutz der Augen und des Sehvermögens**
- **Geräte (Bildschirm, Tastatur, Tisch, Stuhl)**
- **Umgebung (Platz, Licht, Reflexe...)**
- **Mensch-Maschine-Schnittstelle** (--> ISO 9241, Teil 110 in Kurzform!)

Bildschirmarbeitsverordnung - BildscharbV

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten

vom 4. Dezember 1996 (Basis: EG-Richtlinie von 1990, Mindestschutz !)

im Rahmen des **Arbeitsschutzgesetzes**

.....

§ 3 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

Bei der Beurteilung der Arbeitsbedingungen nach § 5 des Arbeitsschutzgesetzes hat der **Arbeitgeber** bei Bildschirmarbeitsplätzen die Sicherheits- und Gesundheitsbedingungen insbesondere hinsichtlich einer möglichen Gefährdung des Sehvermögens sowie körperlicher Probleme und psychischer Belastungen zu ermitteln und zu beurteilen.

§ 4 Anforderungen an die Gestaltung

(1) Der **Arbeitgeber** hat geeignete Maßnahmen zu treffen, damit die Bildschirmarbeitsplätze den Anforderungen des **Anhangs** und sonstiger Rechtsvorschriften entsprechen.

.....

Anhang: Anforderungen an Bildschirmarbeitsplätze

- **Bildschirmgerät und Tastatur**
1. - 9. Lesbarkeit, Kontrast, Reflexionsfreiheit,
- **Sonstige Arbeitsmittel**
10. - 13. Tisch, Stuhl, Vorlagenhalter, Fußstütze
- **Arbeitsumgebung**
14. - 19. Bewegungsraum, Beleuchtung, Blendung, Lärm, Wärme, Strahlung
- **Zusammenwirken Mensch - Arbeitsmittel**
20. Die **Grundsätze der Ergonomie** sind insbesondere auf die Verarbeitung von Informationen durch den Menschen anzuwenden.

*Arbeitsplatz/
Hardware-
Ergonomie !*

*Software-
Ergonomie !*

21. Bei Entwicklung, Auswahl, Erwerb und Änderung von Software sowie bei der Gestaltung der Tätigkeit an Bildschirmgeräten hat der Arbeitgeber den folgenden Grundsätzen insbesondere im Hinblick auf die **Benutzerfreundlichkeit** Rechnung zu tragen:
- 21.1 Die Software muss an die auszuführende Aufgabe angepasst sein.
 - 21.2 Die Systeme müssen den Benutzern Angaben über die jeweiligen Dialogabläufe unmittelbar oder auf Verlangen machen.
 - 21.3 Die Systeme müssen den Benutzern die Beeinflussung der jeweiligen Dialogabläufe ermöglichen sowie eventuelle Fehler bei der Handhabung beschreiben und deren Beseitigung mit begrenztem Arbeitsaufwand erlauben.
 - 21.4 Die Software muss entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der Benutzer im Hinblick auf die auszuführende Aufgabe angepasst werden können.
22. Ohne Wissen der Benutzer darf keine Vorrichtung zur qualitativen oder quantitativen **Kontrolle** verwendet werden.

Die Rolle von Normen

Normungsgremien

- Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN)
- European Norm EN
- American National Standards Institute (ANSI)
- International Standards Organisation (ISO)

- DIN/EN/ISO -Normen haben **keine Rechtsverbindlichkeit**.
- Ergonomie-Normen werden meist als **Mindestanforderungen** betrachtet.
- Normen können als **gesichertes Wissen** gelten, das zur Konkretisierung von gesetzlichen Vorschriften herangezogen werden kann.
- **Normenkonformität** kann aber zum Gegenstand von Verträgen gemacht werden.

ISO 9241 (= DIN/EN 29241)

Bisher: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)

Ergonomie der Mensch-System-Interaktion (neue Bezeichnung seit 2006)

- Part 1: General introduction (Allgemeine Einführung)
- Part 2: Guidance on task requirements
(Anforderungen an die Arbeitsaufgaben - Leitsätze)
- Part 3: Visual display requirements (Anforderungen an visuelle Anzeigen)
- Part 4: Keyboard requirements (Anforderungen an Tastaturen)
- Part 5: Workstation layout and postural requirements (Anforderungen an die Arbeitsplatzgestaltung und Körperhaltung)
- Part 6: Guidance on the work environment
(Anforderungen an die Arbeitsumgebung)
- Part 7: Requirements for display with reflections
(Anforderungen an visuelle Anzeigen bzgl. Reflexionen)
- Part 8: Requirements for displayed colours (Anforderungen an Farbdarstellungen)

ISO 9241 (= DIN/EN 29241)

- Part 9: Requirements for non-keyboard input devices
(Anforderungen an Eingabegeräte außer Tastaturen)
- Part 110: Dialogue principles (Grundsätze der Dialoggestaltung) (neu 2006, ersetzt Teil 10 von 1996)
- Part 11: Guidance on usability
(Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze)
- Part 12: Presentation of information (Informationsdarstellung)
- Part 13: User guidance (Benutzerführung)
- Part 14: Menu dialogues (Dialogführung mittels Menüs)
- Part 15: Command dialogues (Dialogführung mittels Kommandosprachen)
- Part 16: Direct-manipulation dialogues (Dialogführung mittels direkter Manipulation)
- Part 17: Form filling dialogues (Dialogführung mittels Bildschirmformularen)

Gebrauchstauglichkeit (Usability)

ISO 9241 Teil 11:

Gebrauchstauglichkeit umfasst (in Kurzform):

- **Effektivität:** Man kann sein Ziel erreichen
- **Effizienz:** ohne unnötigen Aufwand
- **Zufriedenheit:** ohne Schaden zu nehmen, möglichst mit Freude

Andere Bezeichnungen:

- **Benutzerfreundlichkeit** - möglichst vermeiden !
- Benutzungsfreundlichkeit - nicht viel besser
- **Benutzergerechtigkeit** - angemessener !
- User Experience (UX)

Gebrauchstauglichkeit - ausführlich

- **Effektivität:**
Maß der Güte und Vollständigkeit, mit dem ein Ziel erreicht wird.
- **Effizienz:**
Maß der Güte und Vollständigkeit, mit dem ein Ziel erreicht wird, relativ zu den verfügbaren Ressourcen (z.B. Zeit, menschliche Anstrengung), die zur Zielerreichung nutzbar sind.
- **Zufriedenheit:**
Maß für den Komfort und die Akzeptanz des Arbeitssystems für den Benutzer und andere Personen, die von ihm betroffen sind.

neu: Emotionen, hedonische Qualität

Gestaltungs- hinweise: Einordnung

	Gesetze	Normen	Empfehlungen	Styleguides	Tools
Quelle	Gesetzes- texte und Verordnun- gen	öffentliche Dokumente	Bücher und Berichte	firmeninter- ne Doku- mente	Software- Produkte
Verfügbarkeit	öffentlich	frei käuflich	meist öffentlich	meist proprietär	öffentlich oder proprietär
Durchsetzung	Gesetzgeber	Vertrag	Absprache	Manage- ment	Technik
Spezifität	sehr allgemein	allgemein	allgemein bis anwendungs- spezifisch	produktions- spezifisch	technologie- spezifisch
Anpassung	praktisch nicht möglich	praktisch nicht möglich	generell möglich	im Einzelfall möglich	oft aufwän- dig oder nicht möglich
Abweichung	im Gesetz festgelegte Ausnahme- regelungen	formale Ausnahme- regelungen	informelle Absprache	mit Antrag und Review	keine
Vorteile	Mindest- standards zum allgemeinen Arbeitsschutz	allgemeine Standardisie- rung	flexibel und aktuell	Klarheit und verbesserte Qualität; einheitliche Produkte	einheitliche Produkte und Zeit- gewinn
Nachteile	unspezifisch	unspezifisch und oft veraltet	interpretations- bedürftig	unflexibel	unflexibel

H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 87
WS 2011/12

Barrierefreiheit / Accessibility

Definition von barrierefrei in:
Behindertengleichstellungsgesetz (BGG, Stand Mai 2002)
Artikel 1
Abschnitt 1
§ 4 Barrierefreiheit

Barrierefrei sind bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, technische Gebrauchsgegenstände, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sowie andere gestaltete Lebensbereiche, wenn sie für behinderte Menschen

- in der allgemein üblichen Weise,
 - ohne besondere Erschwernis und
 - grundsätzlich ohne fremde Hilfe
- zugänglich und nutzbar sind.**

H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 88
WS 2011/12

Weiter gefasste Definition:

ISO TS 16071

Accessibility: The usability of a product, service, environment or facility by people with the widest range of capabilities. The set of properties that allow a product, service, environment or facility to be used by people with a wide range of capabilities, **either directly or in conjunction with assistive technologies**. Although „accessibility“ typically addresses users who have a disability, the concept is not limited to disability issues.

13

Einbettung der verschiedenen Regelungen

- Sozialpolitische Rahmenbedingungen
WHO "Gesundheit", USA: Section 508 des Rehabilitation Act,
EU: Aktionsplan "eEurope 2002: Informationsgesellschaft für alle"
➡ **Behindertengleichstellungsgesetz (BGG)**
- nationale Standardisierung bzw. Regelung
ANSI / HFES 200, Nordic Guidelines, regionale Guidelines
Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV)
➡ gilt für alle öffentlichen Webangebote des Bundes ab 1.1.2006
<Ähnlich für Länder.>
- WWW Consortium (W3C)
 - Web Accessibility Initiative (WAI)
 - **Web Content Accessibility Guidelines (WCAG 2.0)**
- International Standards Organisation (ISO)
 - **ISO 9241 – 171 Guidance on software accessibility (Entwurf)**
breiterer Softwarebereich, aber noch „allgemeine Büroarbeit“ als Dach

Beispiele für Regeln in WCAG 1.0 (1)

- 1.1 Für jedes Nicht-Text-Element ist ein äquivalenter Text bereitzustellen.
- 1.5 Für jede aktive Region einer clientseitigen Imagemap sind redundante Texthyperlinks bereitzustellen.
.....
- 2.2 Bilder sind so zu gestalten, dass die Kombinationen aus Vordergrund- und Hintergrundfarbe auf einem Schwarz-Weiß-Bildschirm und bei Betrachtung durch Menschen mit Farbfehlsichtigkeiten ausreichend kontrastieren.
.....
- 3.5 Zur Darstellung der Struktur von mittels Markup-Sprachen geschaffenen Dokumenten sind Überschriften-Elemente zu verwenden.
.....
- 4.1 Wechsel und Änderung der vorherrschend verwendeten natürlichen Sprache sind kenntlich zu machen.
.....

Beispiele für Regeln in WCAG 1.0 (2)

- 13.1 Das Ziel jedes Hyperlinks muss auf eindeutige Weise identifizierbar sein (z.B. nicht „Klicken Sie hier“).
.....
- 13.4 Navigationsmechanismen müssen schlüssig und nachvollziehbar eingesetzt werden.
.....
- 14.1 Für jegliche Inhalte ist die klarste und einfachste Sprache zu verwenden, die angemessen ist.

Barrierefreiheit in der Praxis ?

Übergang:

- Alte Informationsangebote erweitern - manchmal schwierig.
- Websites der Uni, des Departments, der Arbeitsbereiche, ????
- Websites automatisch testen ? Z.B. mit Testsoftware Bobby ?

Nur sehr eingeschränkt möglich!

Testsoftware ist (noch) von schlechter Qualität.

Ziel:

- Know how bei Informatikern und Web-Designern aufbauen
- Informationsangebote sofort richtig gestalten

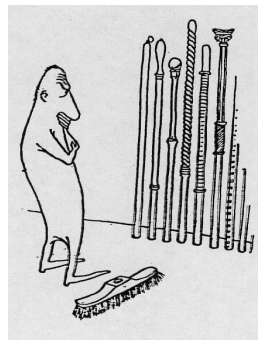
Ergebnis:

- **Accessibility bringt Vorteile für alle !**

H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 93
WS 2011/12

Ergonomische Gestaltung ist keine Kosmetik !



- **Benutzergerechte Gestaltung betrifft nicht nur die Oberfläche.**
- **Software-Gestaltung ist auch Arbeitsgestaltung.**

H. Oberquelle
4.2 Arbeitsgestaltung & Ergonomie

4 – 94
WS 2011/12