

6

Datenvisualisierung – die relevanten Daten vor Augen

Roland Zimmermann



Wenn wir Daten kompetent vermitteln wollen, bedeutet dies insbesondere, dass wir die Ergebnisse aus Datenanalysen in eine visuelle Form bringen müssen, die wir als Menschen gut verstehen können. Aber was heißt „gut verstehen“ eigentlich in diesem Kontext genau?

In diesem Beitrag erfahren Sie,

- wie unser Gehirn die Informationen der Augen aufnimmt,
- warum das Konzept visueller Ebenen Ihnen dabei hilft, Informationen so darzustellen, dass sie möglichst schnell erfasst werden können,
- wie Sie die Planung visueller Analysen in die Lage versetzt, die Wahrnehmung zu beeinflussen,
- wie Sie verschiedene Zielgruppen sowohl über statische als auch über interaktive Medien gezielt ansprechen.

■ 6.1 Können wir unseren Augen trauen?

Sogenannte „Faktenchecks“, Charts und Analysen, datengetriebene Entscheidungen, aber auch Fake News und verzerrte Wahrnehmungen markieren Pole, wie unterschiedlich Informationen uns täglich begegnen. Dabei spielt in vielen Fällen die visuelle Wahrnehmung eine bedeutende Rolle. Dass wir uns inzwischen bei vielen Fotos und Videos fragen, ob sie noch die Realität widerspiegeln, ist zunächst eher eine Frage des Blickwinkels („Was ist nicht im Bild?“) oder auch der technischen Nachbearbeitung („Photoshop? Deep Fake?“). Darüber hinaus lohnt es sich, zu verstehen, dass unsere Augen nicht immer so vertrauenswürdig sind, wie wir gerne meinen.

Flächen schätzen

Bitte beurteilen Sie ganz rasch und intuitiv – bevor Sie weiterlesen – für einen Moment, wie groß die drei Flächen A, B und C sind. Welche ist die größte? Ändert sich Ihre Einschätzung, wenn Sie länger darüber nachdenken (Bild 6.1)?

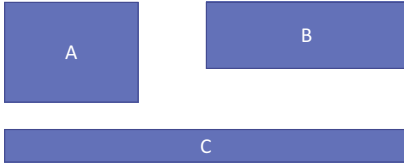


Bild 6.1

Welche Fläche ist die größte?

Die Aufgabenstellung ist typisch für Darstellungen von Zahlenwerten: Mehrere quantitative Werte werden flächenproportional im Vergleich dargestellt. Sind Sie im Beispiel intuitiv davon ausgegangen, dass B oder C besonders groß sind? Tatsächlich sind alle drei Flächen gleich groß. Können Sie das mit Sicherheit sagen, ohne dass Sie durch bewusstes Nachdenken Teilflächen „im Kopf“ verschieben und so zu einem Vergleich kommen? Wären Sie sich bei Ihrem Ergebnis so sicher, dass Sie darauf wetten würden?

Unser Auge-Hirn-System ist nicht gut in der Lage, die Größe von Flächen einzuschätzen. Und noch schwieriger wird es bei Volumen: Haben Sie sich auch schon einmal gefragt, wie viel Liter Wasser in einer Regentonne oder in einem Aquarium tatsächlich enthalten sind?



Problem 1: Wir können die Größe von Flächen und Volumen schlecht einschätzen.

Muster erkennen

Stellen Sie sich nun vor, dass Sie jeweils nur eine der beiden Grafiken (Bild 6.2) hinsichtlich Ihres privaten Stromverbrauches (oder Ihrer geschäftlichen Umsatzzahlen) in einer E-Mail auf Ihr Smartphone erhalten. Welche Emotionen weckt die obere Grafik im Vergleich zur unteren Grafik? Wie schätzen Sie die Entwicklung intuitiv ein?

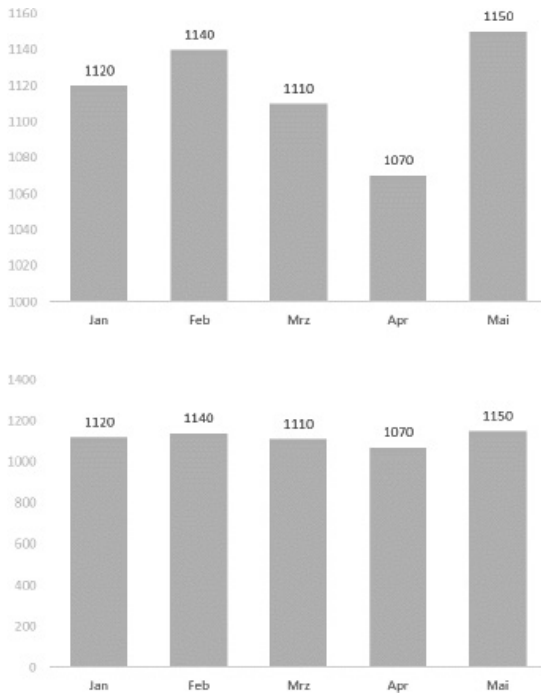


Bild 6.2 Entwicklung Ihres Stromverbrauches (oder alternativ Ihrer geschäftlichen Umsatzzahlen), wie unterscheiden sich die Entwicklungen im Zeitverlauf?

Vermutlich sehen Sie eine sehr starke Schwankung in der oberen Grafik, die Ihnen suggeriert, dass die Zahlenwerte sich stark ändern. Das liegt daran, dass wir die Länge der Säulen nicht einzeln beurteilen, sondern als ein Muster, d.h. eine Abfolge von Säulen, erkennen. Zumeist haben wir schon lange gelernt, dass Zeitreihen in dieser Form dargestellt werden. Daher vergleichen wir diese Muster mühe-los und sehr schnell visuell. Erst deutlich langsamer entdecken wir die verzerrte Achse im oberen Beispiel: Wir müssen uns dann erst mühsam bewusstmachen, dass unser Auge hier eine Entwicklung sieht (oben), die es in dieser Dramaturgie (ca. 50 % auf und ab) gar nicht in den tatsächlichen Zahlen gibt.



Problem 2: Unser Auge-Hirn-System erkennt bekannte Muster sehr schnell, aber diese können auch in die Irre führen.

Aufmerksamkeit lenken

Für die folgende Aufgabe decken Sie bitte mit einer Hand zunächst die beiden rechten Bilder (Bild 6.3) ab, decken Sie dann rasch das mittlere Bild auf und rutschen zuletzt sehr schnell nach links, sodass Sie nur noch das rechte Bild („Bild nachher“) sehen. Damit simulieren Sie einen Bildschnitt, es könnte auch ein Flackern oder das Auftauchen der schattierten Flächen im mittleren Bild sein.



Bild 6.3 Decken Sie die beiden rechten Bilder mit der Hand ab, dann das mittlere Bild freigeben und dann ganz rasch nach links die Hand ziehen, sodass nur das ganz rechte Bild sichtbar ist (Darstellung basierend auf animiertem GIF von J. Kevin O'Regan¹)

Ist Ihnen aufgefallen, dass Sie im linken Bild eine durchgezogene Linie haben und somit die Fahrspur nicht wechseln dürfen, während Sie im rechten Bild jederzeit die Fahrspur wechseln könnten, weil die Linie gestrichelt ist? Im Vergleich der beiden Bilder fällt uns dies sehr leicht, zumal, wenn wir den Unterschied einmal erkannt haben.

Wenn Sie das Foto jedoch noch nie gesehen haben und die animierte Sequenz anschauen, so sehen Sie immer nur ein Foto und dazwischen die Störobjekte.² Den meisten Menschen fällt die Änderung in dem Foto dann nicht auf, weil ihre Aufmerksamkeit und damit ihr Blickfokus von den Störobjekten abgelenkt ist. Viele Zaubertricks basieren auf einem ähnlichen Prinzip. Es wird in der Literatur als „Change Blindness“ bezeichnet.

Unser Gehirn ist sehr gut darin, uns glauben zu machen, dass wir Bilder sehen, obwohl diese gar nicht existieren. Das ist nicht beruhigend, wenn wir z.B. daran denken, dass in der Überwachung von industriellen Anlagen relevante Parameteränderungen von Mitarbeitenden übersehen werden könnten.

¹ Bildquelle: J. Kevin O'Regan <http://nivea.psychology.univ-paris5.fr/CBMovies/StreetMudsplashesMovie.gif>

² Weitere Beispiele finden Sie bei J. Kevin O'Regan unter <http://nivea.psychology.univ-paris5.fr/>



Problem 3: Unsere visuelle Aufmerksamkeit lässt sich leicht ablenken, und dadurch verpassen wir eventuell Änderungen in bildhaften Szenen.

Unser Auge-Hirn-System führt ein Eigenleben jenseits unseres „bewussten Sehens“. Mithilfe eines Drei-Stufen-Modells der visuellen Wahrnehmung können einige dieser Probleme besser verstanden werden. Und es lassen sich daraus Regeln ableiten, um Daten so darzustellen, dass sie leichter interpretiert werden können.

■ 6.2 Analytische Aufgaben in visuelle Abfragen übersetzen

Bevor wir uns mit dem Drei-Stufen-Modell des Sehens beschäftigen, lohnt es sich, zu verstehen, warum wir überhaupt „Daten visualisieren“. Schon in dem ersten Beispiel haben Sie vermutlich gespürt, dass Sie sehr schnell ein visuelles „Gefühl“ haben für die Größe der Flächen (auch wenn das eher zu einer Falscheinschätzung geführt hat). Verallgemeinert können wir mit den Augen sehr schnell und sehr gezielt nach Informationen suchen. Wir müssen uns lediglich bewusst werden, nach was wir suchen. In der Natur ist das eventuell ein Weg, eine Pflanze oder ein Tier, das wir suchen. Genauso suchen wir nach Signalen in der Mimik unserer Mitmenschen. Und wir können nach Signalen in Daten suchen. Hierbei kann es sich um quantitative Größen handeln, aber auch z.B. um Beziehungen zwischen Menschen, die wir beispielsweise in einem sozialen Netzwerk kennen.

Wir müssen dabei eine inhaltliche – in unserem Kontext zumeist eine datenanalytische – Fragestellung in eine visuelle Abfrage übersetzen (Ware 2021, S. 394). Im ersten Beispiel oben (Bild 6.4) wird der „Output pro Stunde“ von verschiedenen Maschinen längenproportional in die Balken übertragen. Dadurch kann die Frage nach dem minimalen Output in die visuelle Abfrage an die Grafik: „Welcher Balken ist der kürzeste?“ übersetzt werden. Probieren Sie es selber aus und suchen Sie die minimale (oder maximale) Zahl in der Tabelle und dann in der Grafik. Wie gehen Sie vor, beobachten Sie sich selber bei der Suche. Wie viel schneller geht die visuelle Suche?

Analytische Aufgabe

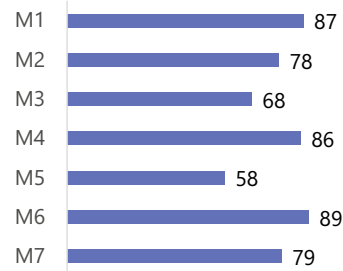
Welche Maschine hat am meisten bzw. am wenigsten Output pro Stunde?

Maschine	Output pro Stunde
M1	87
M2	78
M3	68
M4	86
M5	58
M6	89
M7	79

Visuelle Abfrage

Welcher Balken ist am längsten oder am kürzesten?

Output pro Stunde



Gregor möchte Valentina kennenlernen, über wen kann er den Kontakt knüpfen?

Person X kennt	Person Y
Julian	Marie
Marie	Valentina
Peter	Valentina
Gregor	Peter
Julian	Gregor

Welches ist die kürzeste Verbindung zwischen Gregor und Valentina?

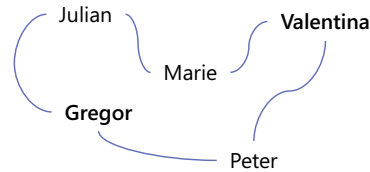


Bild 6.4 Übersetzung einer analytischen Aufgabe in eine visuelle Abfrage

Daten können auch in zahlreiche weitere visuelle Formen übersetzt werden. Ein sehr bekanntes Beispiel stammt aus dem London des 18. Jahrhunderts, als der Arzt Dr. John Snow zur Aufklärung der Cholera-Epidemie beitrug. Er übertrug die Todesfälle in Soho aus einer Liste sehr exakt nach Adressen in eine Karte und konnte damit Häufungen in der Nähe einer Wasserpumpe entdecken.³ Sie war mit hoher Wahrscheinlichkeit die Quelle für den Cholera-Ausbruch.

Das in Bild 6.4 unten dargestellte Beispiel zeigt ein kleines soziales Netzwerk. Die analytische Frage an die Tabelle lässt sich nur schwer beantworten. Dies wird durch die Visualisierung der Beziehungen „X kennt Y“ deutlich vereinfacht: Sehr leicht finden wir den kürzesten Pfad zwischen Gregor und Valentina, er verläuft direkt über Peter. Derartige Fragestellungen könnten auch mathematisch berechnet werden, aber eine dazu passende Visualisierung hilft uns zu verstehen, wie nah oder entfernt z. B. eine Person mit uns bekannt ist.

³ Neben sehr umfangreichen Wikipedia-Einträgen und zahlreichen Büchern zu John Snow existieren auch zahlreiche Quellen, die Originaldaten bereitstellen, z. B. <https://geodacenter.github.io/data-and-lab/snow/>

Nicht jede visuelle Abfrage ist derart leicht formuliert. Eine visuelle Abfrage kann das Auge-Hirn-System auch unnötig stark belasten: Ein dafür typisches Beispiel in Organisationen sind Vergleiche zu Zielgrößen, wie z.B. Budget-, Benchmark- oder auch Branchenmittelwerte. Sicherlich haben Sie derartige Darstellungen (vgl. ① in Bild 6.5) auch schon einmal nutzen dürfen. Was wird von Ihnen dabei erwartet?

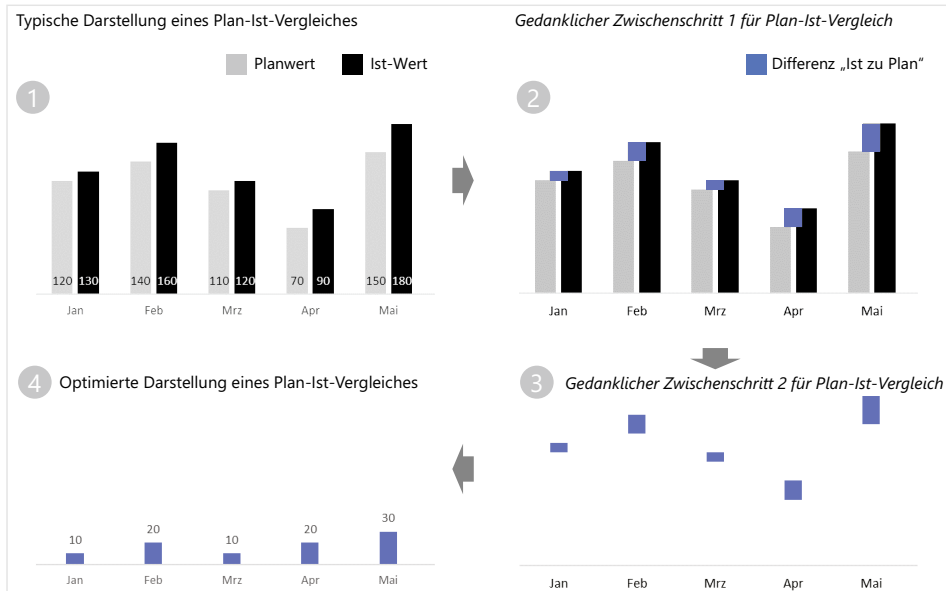


Bild 6.5 Komplexe visuelle Abfragen durch Vorberechnungen vereinfachen

Sie sollen beurteilen, wie viel größer oder kleiner die Ist-Werte (dunkle Säulen) als die heller dargestellten Planwerte sind. Im Normalfall hätten Sie nur die Grafik ① vorliegen, um diesen Vergleich zu leisten: Sie müssten dann in ① alle Differenzen vor Ihrem inneren Auge bestimmen. Hier im Beispiel hilft Ihnen die Grafik ②, in der die blauen Balkenabschnitte diese Differenzen bereits andeuten. Im Idealfall käme vor Ihrem inneren Auge etwas heraus, das wie die hüpfenden blauen Differenzbalken in ③ aussieht. Entscheiden Sie nun im Kopf (am besten anhand von ①), welcher der gedanklich berechneten blauen Balken der größte ist! Und, einfach?

Gedanklich müssen Sie für diesen Vergleich alle blauen Differenzbalken paarweise miteinander vergleichen. Oder Sie versuchen, die blauen Differenzbalken auf eine imaginäre Nulllinie zu ziehen, was im Kopf sehr schwierig ist. Daher sollten Sie die Differenzen tatsächlich ausrechnen und dann erst anhand einer einheitlichen Differenzlinie visuell vergleichen, so wie es in ④ dargestellt ist. Nun müssen Sie nur noch die einfache visuelle Abfrage lösen: „Welches ist der längste Differenzbalken?“ Und? Das geht deutlich leichter, als den Vergleich in ① im Kopf zu lösen, richtig?

Sie sehen, die visuelle Abfrage in einer Abbildung des Typs ① ist sehr viel komplexer als die visuelle Abfrage in Typ ④. Wir können feststellen, dass der Aufwand, den wir für die Lösung der visuellen Abfrage aufbringen müssen, sehr unterschiedlich ist. Wir sagen auch: *„Die kognitiven Kosten in ① sind deutlich höher als in ④.“* Also ist die untere Darstellung deutlich effizienter hinsichtlich der Beantwortung der visuellen Abfrage nach den größten (oder kleinsten) Plan-Ist-Abweichungen, da sie die Produktivität der Wahrnehmung deutlich erhöht: Es werden mehr relevante Informationen in kürzerer Zeit wahrgenommen. Welche Hinweise wir beachten sollten, um analytische Aufgaben in geeignete visuelle Abfragen zu übersetzen, klären wir, sobald wir genauer verstehen, wie visuelle Reize unserer Augen in unserem Gehirn zu Wahrnehmungen zusammengesetzt werden.

■ 6.3 Drei-Stufen-Modell für effiziente visuelle Suchen

Im dem in Bild 6.5 dargestellten Beispiel haben wir gesehen, dass wir je nach Darstellung einer analytischen Fragestellung (① vs. ④) schneller ans Ziel unserer visuellen Suche gelangen können. Wenn wir ein Erklärungsmodell finden, das uns hilft, zu verstehen, warum wir manchmal schneller und manchmal langsamer sind, dann können wir daraus Regeln ableiten, um Darstellungen für effiziente visuelle Suchen zu optimieren. Wenn wir dann auch noch die wirklich relevanten Signale in unseren Daten mithilfe solch effizienter Visualisierungen transportieren, machen wir unsere Analysen effektiver, weil nutzenstiftender.

Die Verarbeitung von Sinneseindrücken in unserem Auge-Hirn-System ist höchst komplex, und viele Teilsysteme sind daran beteiligt, bis wir ein Bild bewusst in seiner Gesamtheit wahrnehmen. Ein ausreichend differenziertes und zugleich sehr praktisches Theoriemodell stellt Colin Ware vor (Ware 2021, S. 20 ff.), das auf drei Stufen der Verarbeitung von visuellen Sinneseindrücken aufbaut. Doch welche bzw. wie viele Informationen nimmt unser Auge überhaupt auf, die dann in den drei Stufen verarbeitet werden?

Das Auge-Hirn-System nimmt ein Bild bzw. eine Szene nicht „als Ganzes“ wahr, sondern jedes Bild, das ein Mensch „sieht“, ist eine Konstruktion, die sich aus zahlreichen Detailwahrnehmungen sowie aus Erinnerungen zusammensetzt. Das Auge tastet beim Sehen innerhalb einer Sekunde verschiedenste Blickpunkte ab (typischerweise zwei bis fünf pro Sekunde, (vgl. Ware 2021, S. 145)). Die Abtastung ist nötig, da das menschliche Auge nur einen sehr kleinen Bereich (etwa daumennagelgroß bei ausgestrecktem Arm) scharf und mit hoher Auflösung sehen kann (über die sogenannte Fovea centralis). Daher muss das Auge immer wieder

neue Punkte fixieren (sogenannte Fixationen), die Sprünge zwischen den Fixationen werden als Sakkaden (lat.: ruckartig, stoßartig) bezeichnet. Während des Blicksprungs werden keine bzw. nur sehr wenige Informationen aufgenommen (vgl. schematische Abbildung in Bild 6.6).

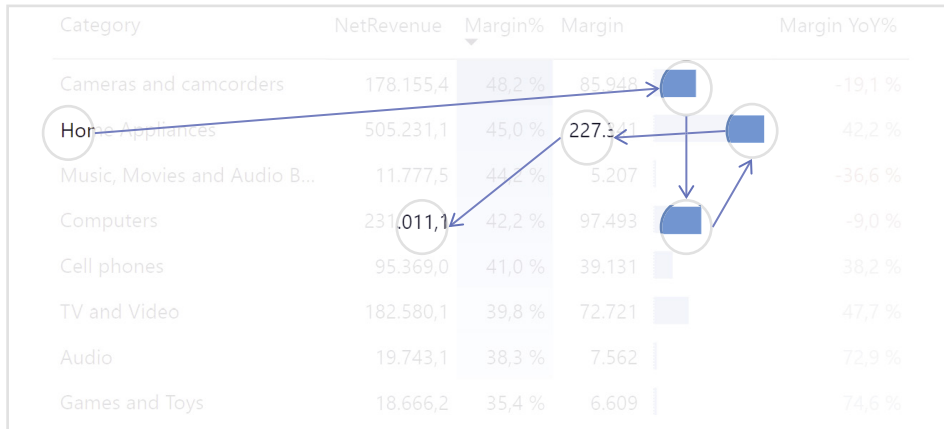


Bild 6.6 Schematische Darstellung möglicher Fixationen und Sakkaden bei der Betrachtung einer Datenvisualisierung

Welche Blickpunkte eine Person erfasst, steuert sie über ihre Aufmerksamkeit, die wiederum von der jeweiligen visuellen Abfrage beeinflusst wird. Die einzelnen Ausschnitte werden danach erst vom Gehirn zusammengesetzt: Dies ist auch der Punkt, an dem das Drei-Stufen-Modell von Colin Ware ansetzt (Ware 2021, S. 20 – 22), vgl. hierzu das Bild 6.7.

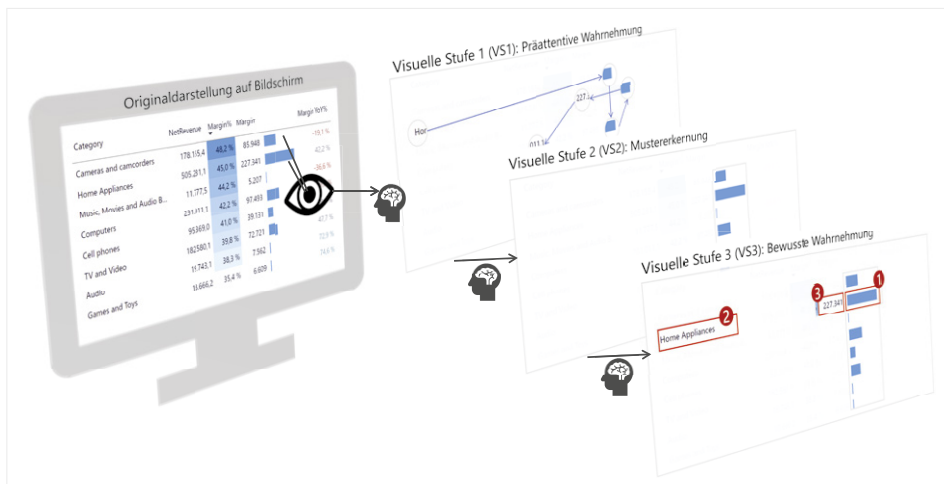


Bild 6.7 Drei Stufen der visuellen Wahrnehmung (VS1 bis VS3)

Visuelle Stufe 1 (VS1): Präattentive Wahrnehmung

Hier erfolgt die Wahrnehmung sehr kleiner Ausschnitte sehr schnell und ohne die Notwendigkeit bewusster Aufmerksamkeit. Daher auch der Begriff „präattentiv“, der andeutet, dass diese Wahrnehmung schneller erfolgt, als unser Bewusstsein dies realisiert. Diese Verarbeitung erfolgt massiv parallel und das Gehirn kann im visuell erfassten Feld sehr viele Informationen gleichzeitig verarbeiten, um wichtige grundlegende Eigenschaften grafischer Elemente zu erfassen, wie z.B. Form, Größe, Farbe und insbesondere auch Bewegung. Diese Informationsverarbeitung verläuft bottom-up, d. h., sie wird nicht (bzw. nur sehr geringfügig) durch Aufmerksamkeit gesteuert.

ABER: Die Aufmerksamkeit eines Betrachters hat zuvor die Fixationen und Sakkaden gesteuert und damit die Auswahl der kleinen Bildausschnitte beeinflusst.

In Bild 6.7 werden beispielhaft kleine Ausschnitte der Balkengrafik erfasst und die Größenunterschiede wahrgenommen.

Visuelle Stufe 2 (VS2): Mustererkennung

Auf Basis der Teilinformationen aus VS1 wird das visuell erfasste Feld sehr schnell (wenn auch nicht mehr völlig parallel) in Bereiche und einfache Muster aufgeteilt. So werden beispielsweise einfache Konturen, Regionen ähnlicher Farbe oder Bewegungsverläufe erkannt. Das Zusammensetzen zu Mustern und das Abgrenzen von Regionen wird top-down durch die jeweilige visuelle Abfrage gesteuert, die die Aufmerksamkeit im Hinblick auf gesuchte Muster beeinflusst. Im Bild 6.7 wird die Verteilung der Balken als zusammengehörige Region mit einem Muster unterschiedlicher Längen erkannt.

Entscheidend ist, dass auf VS2 neue Muster erlernt werden können, was aus der Evolution heraus plausibel klingt, da sich damit eine Anpassung an verschiedene Umweltumgebungen und Problemlagen realisieren lässt. Entsprechend kann die Mustersuche aktiv beeinflusst werden. Der Vorteil gelernter Muster ist, dass sie nach der Lernphase sehr schnell erkannt werden und damit schnelle Reaktionen auszulösen vermögen. Wir kennen Ähnliches aus Sportarten, die nach intensivem Training sehr schnelle Reaktionen z. B. auf heranfliegende Bälle erlauben.

Visuelle Stufe 3 (VS3): Bewusste Wahrnehmung

Auf dieser Stufe werden die identifizierten Objekte bewusst in Verbindung mit dem visuellen Arbeitsgedächtnis gesetzt. Dies hat nur wenige Objekte als Ergebnisse aus vorherigen visuellen Abfragen eingelagert. Zugleich wird das Langzeitgedächtnis herangezogen, das ältere Informationen aus Erinnerungen zur Lösung der aktuellen Aufgabenstellung (z. B. einer analytischen Fragestellung) bereitstellt.

Auf VS3 kann nur noch eine sequenzielle Bearbeitung erfolgen, wie z.B. das Lesen eines Textes. Damit wird deutlich, dass VS3 eher langsam im Vergleich zu den visu-

ellen Stufen VS1 und VS2 agiert. In Bezug auf die beschriebenen visuellen Abfragen versucht VS3 mithilfe der erkannten Objekte die jeweils aktuelle visuelle Abfrage zu beantworten und gegebenenfalls die Suchstrategie anzupassen. Diese aktive Anpassung führt zu einer Änderung der Aufmerksamkeit. Der Begriff der „Aufmerksamkeit“ in Bezug auf das Auge-Hirn-System wird von Colin Ware daher auch als ein Mechanismus beschrieben, der eine ständige Feinjustierung des Auges im Hinblick auf die aktuell zu lösenden visuellen Abfragen verstanden werden kann.⁴

Im Beispiel von Bild 6.7 würde die bewusste Lösung der visuellen Abfrage „Welcher ist der längste Balken?“ zuerst beantwortet (①). Die nächste, daraus abgeleitete visuelle Detailabfrage könnte sich dann auf die Identifikation der Zeilenbeschriftung (②) beziehen. Abschließend wird der konkrete Zahlenwert (③) gesucht, der eine exakte Einschätzung der Balkenlänge und eine Bewertung der Kennziffer (im Zusammenspiel mit Wissen über ähnliche Kennziffernwerte der Vergangenheit aus dem Langzeitgedächtnis) ermöglicht. Eine derartige Folge von verbundenen visuellen Abfragen wird auch als „visuelles Denken“ bezeichnet.

Bereits jetzt ist ersichtlich, dass es vorteilhaft sein dürfte, wenn wir unsere zu visualisierenden Informationen möglichst schon auf den Stufen VS1 und VS2 leicht zugänglich machen, um die Engpassressource VS3 und damit verbunden die Verschwendung von Aufmerksamkeit zu vermeiden. Wir ermöglichen dann effiziente visuelle Suchen und effektive Nutzung analytischer Informationen. Was aber können wir tun, damit VS1 und VS2 möglichst effizient genutzt werden?

■ 6.4 VS1 – quasi-unbewusste Wahrnehmung maximieren

Die erste *visuelle Stufe* VS1 verarbeitet die Bildinformationen, die das Auge liefert, sehr schnell und parallel. Wir können uns das in etwa so vorstellen, dass verschiedene Informationsrezeptoren parallel Grundinformationen aus dem Strom visueller Informationen extrahieren.

⁴ Tatsächlich kann Aufmerksamkeit wohl auch die *visuelle Ebene* VS1 beeinflussen, indem bestimmte Formen, Farben, Längen, Oberflächen oder Bewegungen gezielt stärker gesucht und präattentiv hervorgehoben werden. Von daher ist der Begriff „präattentiv“ nicht ganz exakt, wird aber weiterhin verwendet, da er die zentralen Merkmale der visuellen Ebene VS1 gut greifbar macht.

6.4.1 Visuelle Kanäle

Das Konzept „visueller Kanäle“ (vgl. Bild 6.8, Ware 2021, S. 149 f.) konkretisiert diese extrahierbaren Informationen mithilfe von vier Kanälen: Helligkeit, Form/Oberfläche, Bewegung und Farbunterschiede. Es erscheint naheliegend, dass mithilfe der Aufmerksamkeitssteuerung der Fokus auf einzelne visuelle Kanäle verstärkt werden kann, sofern dies vom Gehirn zur Beantwortung visueller Abfragen als notwendig eingestuft wird.

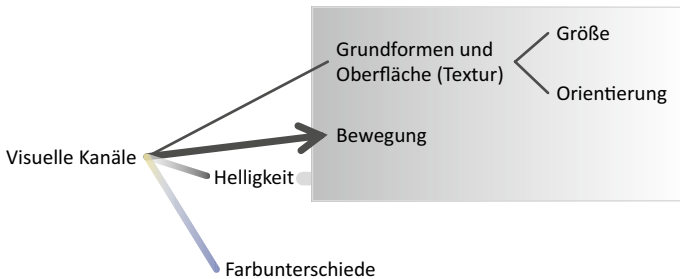


Bild 6.8 Visuelle Kanäle (in Anlehnung an Ware 2021, S. 149)

Die Helligkeitswahrnehmung hat eine besondere Qualität, da sie als Basis zur Erfassung der Grundformen und der Bewegung dient. Farbunterschiede hingegen helfen nicht (bzw. vernachlässigbar) bei dem Erkennen von Formen und Bewegungen, aber sie unterstützen Kategorisierungen. Dies wird in dem Fotobeispiel in Bild 6.9 deutlich: Sämtliche Strukturen des Gesteins sowie Größenunterschiede sind auch bereits in einer Schwarz-Weiß-Darstellung deutlich erkennbar, obwohl die Darstellung nur auf der Unterscheidung zwischen Hell und Dunkel basiert. Die zusätzliche Farbe im rechten Bild hilft jedoch unserem Gehirn, um zwischen Steinen und Pflanze zu differenzieren. Diese Erkenntnis können wir für eine erste Regel nutzen:



Farbe sollten wir primär für die Unterscheidung von Kategorien nutzen. Der Farbeinsatz erfolgt erst möglichst spät. Zunächst nutzen wir eher nur Formen ohne Farbe für die initiale Informationsgestaltung.

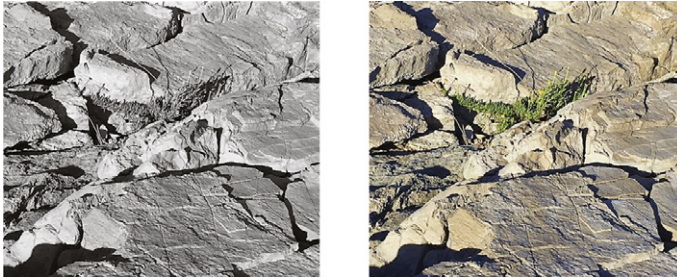
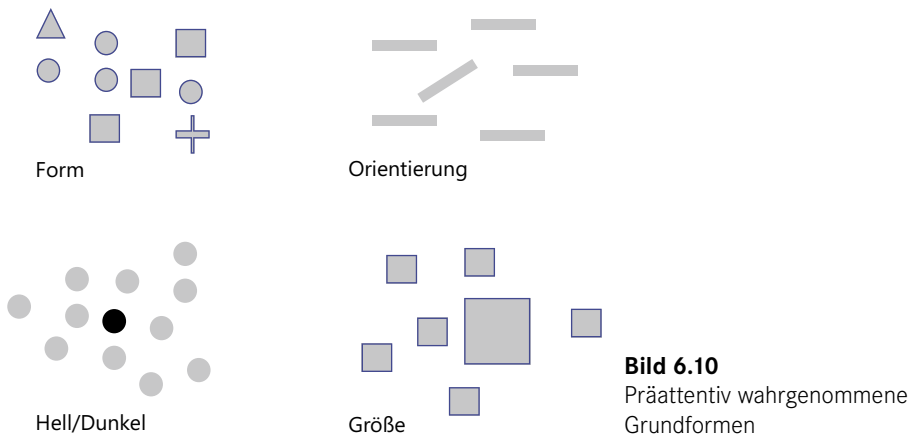


Bild 6.9 Farbe hilft bei dem Erkennen von Kategorien, nicht jedoch für die Formwahrnehmung

6.4.2 Präattentiv wahrzunehmende Grundformen

Der wichtigste Kanal für die Darstellung von Daten, insbesondere wenn diese quantitativer Natur sind, ist der visuelle Kanal für die Erkennung von Grundformen und deren Oberflächenstruktur. Grundsätzlich bedeutet der Begriff einer „Grundform“, dass sich Punkte und Linien zu einfachen Flächen mit möglichst wenig Kanten zusammensetzen. In der Literatur (z.B. Wolfe/Horowitz 2004; Ware 2021, S. 158) ist unzweifelhaft, dass die Merkmale „Größe“ und „Orientierung“ bei einfachen Formen präattentiv wahrgenommen werden können. Einige Beispiele für weitere präattentiv wahrgenommene Merkmale von Grundformen sind in Bild 6.10 dargestellt.



An diesem Punkt müssen wir zwei Aufgaben unterscheiden, die wir eventuell mit diesen Grundformen lösen möchten, wenn wir Informationen visualisieren:

- Möchten wir Kategorien bzw. Typen von Daten visuell unterscheidbar machen?
- Oder möchten wir die Größe von quantitativen Informationen mithilfe visueller Formen möglichst genau kommunizieren?

Für den Fall a) der Kategorisierung können wir alle präattentiv wahrgenommenen Eigenschaften nutzen, sofern wir genügend deutliche Unterschiede z.B. in der Größe, der Orientierung, der Formen und der Helligkeit einsetzen. Zusätzlich können wir hier auch noch Farbe einsetzen, was die Fähigkeit zur Unterscheidung von Kategorien bzw. Gruppen oder Klassen noch einmal verbessern kann, wie das Beispiel in Bild 6.11 zeigt.



Bild 6.11 Kategorien visuell unterscheiden – mehr Wahrnehmungskanäle (rechts) vereinfachen das visuelle Erkennen verschiedener Gruppen

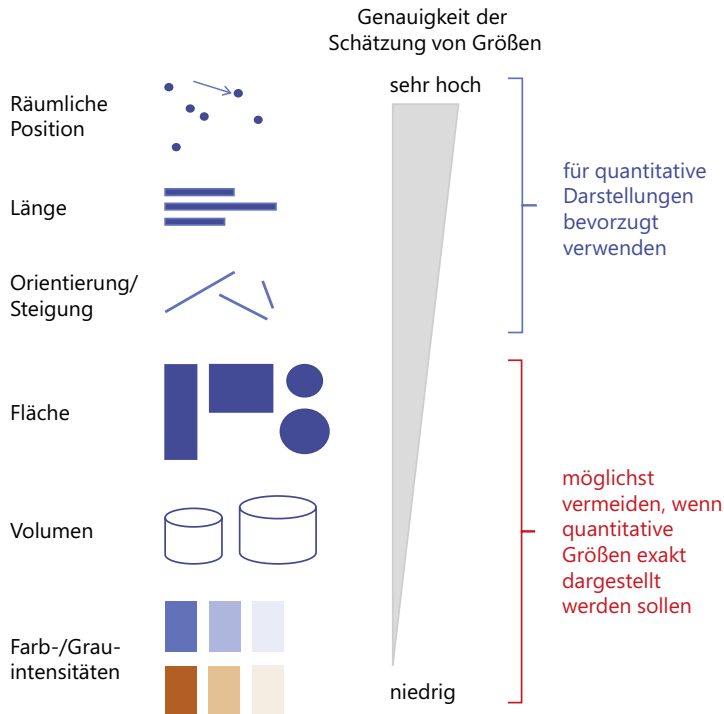


Um verschiedene Kategorien oder Gruppen visuell sicher zu unterscheiden, sollten wir mehrere visuelle Kanäle gleichzeitig ansprechen und dabei auf möglichst große Unterschiede z. B. in Form und Farbe achten.

In vielen Fällen benötigen wir jedoch eine Codierung, die nicht nur eine grobe Rangfolge von Größen enthält, sondern sogar eine sehr genaue proportionale Umrechnung von quantitativen Werten in visuelle Größen erlaubt, also Fall b). Wir haben bereits zu Beginn im *Problem 1* festgestellt, dass unser Auge-Hirn-System nicht gut darin ist, Flächeninhalte in ihrer Größe exakt miteinander zu vergleichen. Dies hat auch die Forschung nachgewiesen, sodass wir für unsere Zwecke feststellen können, dass die räumliche Position (also Distanzen zwischen Punkten), die Länge und auch die Steigung ziemlich gut geschätzt und mit jeweils einer weiteren Vergleichsgröße auch zuverlässig verglichen werden können (vgl. Bild 6.12). Auf Flächen und Volumen bzw. Farbtintensitäten zur Codierung von Zahlenwerten verzichten wir besser, weil wir diese zunehmend schlecht einschätzen können in ihren Größenverhältnissen. Das führt uns zu einer weiteren Regel:



Um Zahlenwerte verlässlich visuell schätzbar zu machen, verwenden wir lediglich die räumliche Position, Längendarstellungen und die Steigung von Linien. Hingegen werden Flächen, Volumen und Farbtintensitäten vermieden und nur für grobe Klassifizierungen (vgl. Fall a) verwendet.



Quelle: präattentivwahrgenommene Elemente bzgl. menschlicher Fähigkeit, ihre Größe abzuschätzen angelehnt an Spence, Robert: *Information Visualization – An Introduction*, 2014, Springer, S. 57

Bild 6.12 Abnehmende Genauigkeit bei der Schätzung von Größen für verschiedene visuelle Grundformen (in Anlehnung an Spence 2014, S. 57)

6.4.3 Useful Field of View (UFOV) beachten

Aber nicht nur die Art der zu erkennenden Grundformen ist von Bedeutung, sondern auch die Anzahl und Verteilung der Objekte in einer visuell zu erfassenden Region (z.B. einem Bildschirm oder auf einem Mobilgerät). Wir können pro Fixation zwischen drei und sechs etwas komplexere Objekte sequenziell mit unseren Augen scannen, in manchen Fällen scheinen sogar bis zu 40 pro Sekunde realistisch (Ware 2021, S. 177). Tendenziell erlaubt uns dies, eine relativ große Zahl von Objekten rasch zu erkennen. Das bedeutet aber auch im Umkehrschluss: Wir können (und sollten) unseren Augen in einer Informationsdarstellung lieber mehr als zu wenige interessante Objekte anbieten.

Wobei für die Erkennung auch von Bedeutung ist, ob wir unsere Augen oder sogar unseren Kopf intensiv bewegen müssen (Letzteres ist nachteilig) oder ob wir quasi „alles im Blickfeld“ haben. Hierzu hilft das Konzept des *Useful Field of View (UFOV)*: Dies ist der Bereich (oder auch *Sichtwinkel*), aus dem wir sehr schnell visuelle Infor-

mation aufnehmen können. Gerne wird ein Vergleich zu einem Suchscheinwerfer verwendet: Dieser kann stärker fokussiert (also einen kleineren Bereich stark erhellen) oder erweitert werden. Wobei das Gehirn versucht, den Bereich so zu adaptieren, dass immer eine ähnliche Anzahl von möglicherweise interessanten Zielobjekten in diesem Bereich gefunden werden kann. Bei einer hohen Zielobjektdichte kann dieser Lichtstrahl zwischen 1° und 4° Sichtwinkel umfassen, er erweitert sich aber auf bis zu 15° , wenn wenige Objekte stärker verteilt sind. Vereinfacht gesagt, wird der *UFOV* so definiert, dass keinerlei Augen- und Kopfbewegungen nötig sind, um eine Region visuell zu erfassen (Wickens 1992; Drury/Clement 1978; zitiert in Ware 2021, S. 178).

Aus den Überlegungen zum *UFOV* und der Vielzahl präattentiv schnell erfassbarer Objekte können wir eine weitere Regel ableiten. Diese baut auf dem Konzept der „Informationsdichte“ auf: Die Informationsdichte (*data density*) bezeichnet die Anzahl verschiedener Informationen in einer Darstellung in Relation zu ihrer Fläche (vgl. Tuft 2001, S. 161 ff.).

$$\text{Data density of a graphic} = \frac{\text{number of entries in data matrix}}{\text{area of data graphic}}$$

Die Informationsdichte wird beispielsweise durch das Prinzip der *Small Multiples* stark erhöht, deren Ziel es ist, besonders viele visuelle Vergleiche zu ermöglichen. Dieses Prinzip wurde schon zu Zeiten von Galileo Galilei genutzt (vgl. Bild 6.13), um die Verteilung und Entwicklung der Sonnenflecken über einen längeren Zeitraum vergleichbar darzustellen. Galilei hat dabei vermutlich intuitiv bereits das Prinzip des *UFOV* erkannt und angewendet.

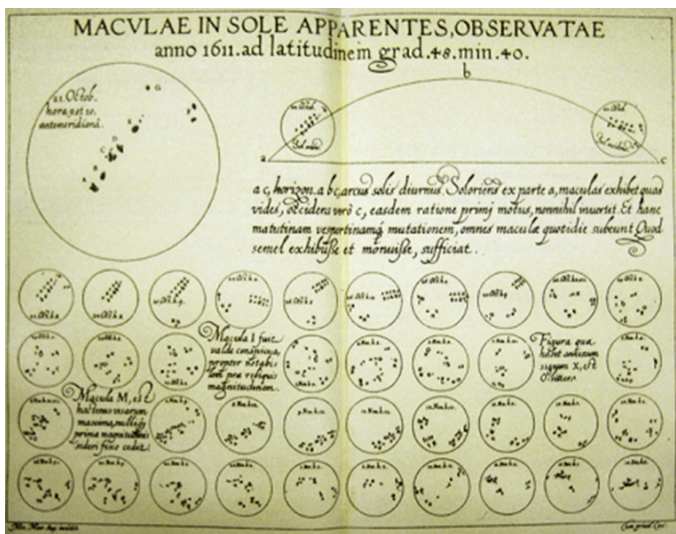


Bild 6.13 Small-Multiple-Darstellung von Sonnenflecken, die durch Galileo Galilei beobachtet und aufgezeichnet wurden (Quelle: http://galileo.rice.edu/images/things/tres_epistolae.gif)

Allerdings sollten wir die Informationsdichte mit Bedacht erhöhen: Wenn wir zu viele Objekte darstellen, die gegebenenfalls auch noch über eine Vielzahl der visuellen Kanäle variieren (z. B. durch zu viele Farbvarianten), werden wir die *visuelle Stufe VS1* der präattentiven Wahrnehmung überfordern. Daher formulieren wir die Regel wie folgt:



Wir erhöhen die Informationsdichte von Darstellungen im Bereich des Useful Field of View (UFOV) mithilfe von präattentiv leicht wahrzunehmenden Grundformen. Dabei vermeiden wir zu viele verschiedene Grundformen und nutzen die visuellen Kanäle abgewogen.

6.4.4 Bewegung zieht Aufmerksamkeit stark an

Der visuelle Kanal der *Bewegung* ist für Informationsdarstellungen sehr interessant, wenn sie in Medien genutzt werden, die Bewegung darstellen können. Dazu zählen interaktive Softwareanwendungen, die für die Analyse genutzt werden, um Darstellungen dynamisch anzupassen.

Bewegung nehmen wir auch außerhalb des Bereichs des scharfen Sehens, also in der Peripherie des Sehens, präattentiv wahr. So können Sie z. B. Ihre Arme seitlich von sich strecken und beim Blick geradeaus nach vorne noch ziemlich gut erkennen, wenn Sie mit den Händen wackeln. Sobald diese zur Ruhe kommen, ist die Wahrnehmung deutlich schwächer. Diesen Effekt können wir uns in Computerdarstellungen zunutze machen, um Aufmerksamkeit zu erregen und den Fokus der Wahrnehmung hin zu dem „sich bewegenden“ Objekt zu verschieben. So kann z. B. eine Änderung in einer Darstellung deutlich gemacht werden, um das Problem 3 aus der Einleitung (Change Blindness) gezielt zu verringern. In der *visuellen Stufe VS3* kommen wir darauf noch einmal zu sprechen.

6.4.5 Unverzerrte Darstellungen: Nicht lügen!

Eigentlich sollte es selbstverständlich sein, aber in der konkreten Anwendung ist es dann doch manchmal schwierig: Unsere Darstellungen dürfen nicht verzerrt sein bzw. unser Gehirn nicht auf falsche Wahrnehmungen leiten. „Du sollst nicht lügen!“ Dies war im *Problem 2* durch die abgeschnittenen Achsen aufgetreten. Ganz generell gilt: Säulen oder Balken dürfen nicht abgeschnitten werden – denn hier versuchen wir eigentlich immer, ein Längenverhältnis wahrzunehmen. Von daher gilt es, die relevante „Nulllinie“ in der Abbildung mitzuführen.

Bei Small-Multiple-Darstellungen muss zudem entschieden werden, ob die y-Achsen über alle „Multiples“ identisch sein sollen oder das Maximum bei Balkengrafiken sich an der jeweiligen Zahlenreihe eines jeden „Multiples“ orientieren soll. Letzteres ist legitim, um Größenniveauunterschiede zu berücksichtigen.

Ein wenig anders sieht es bei Liniendiagrammen aus, hier geht es eher um deren Steigungswinkel, und diffizil wird es, wenn mehrere z.B. zeitliche Entwicklungen für mehrere Indikatoren oder Kategorien verglichen werden sollen und diese auf unterschiedlichen Größenniveaus vorliegen (gegebenenfalls in einem Small Multiple). Sehr sinnvoll ist dann eine logarithmische Skalierung, denn diese stellt bei gleichen prozentualen Änderungen auch optisch die gleichen Steigungswinkel sicher. Zugleich kann es sinnvoll sein, die Nulllinie nicht anzuzeigen, wenn es sich z.B. um sehr große Zahlen handelt und durch die Achsenanpassung die Steigungswinkel leichter zu bewerten und zu vergleichen sind.

■ 6.5 VS2 – Mustererkennung optimieren, Gestaltungsoptionen frei halten

Auf der *zweiten visuellen Stufe (VS2)* der Wahrnehmung ist es entscheidend, dass unser Gehirn verschiedene Regionen einer Darstellung abgrenzen und unterscheiden kann, um Muster zu erkennen (und diese im Idealfall auch zu erlernen).

Aus der Gestaltpsychologie (ursprünglich Koffka 1935, Verbundenheit z.B. Palmer/Rock 1994) sind Prinzipien bekannt, die uns bei der Wahrnehmung von Mustern unterstützen. Diese werden auch als „(psychologische) Gestaltgesetze“ bezeichnet. Drei besonders wesentliche Prinzipien, die noch dazu eine aufsteigende visuelle Dominanz aufweisen, sind für die Darstellung von Daten besonders relevant: Nähe, Ähnlichkeit und Verbundenheit (vgl. Bild 6.14).

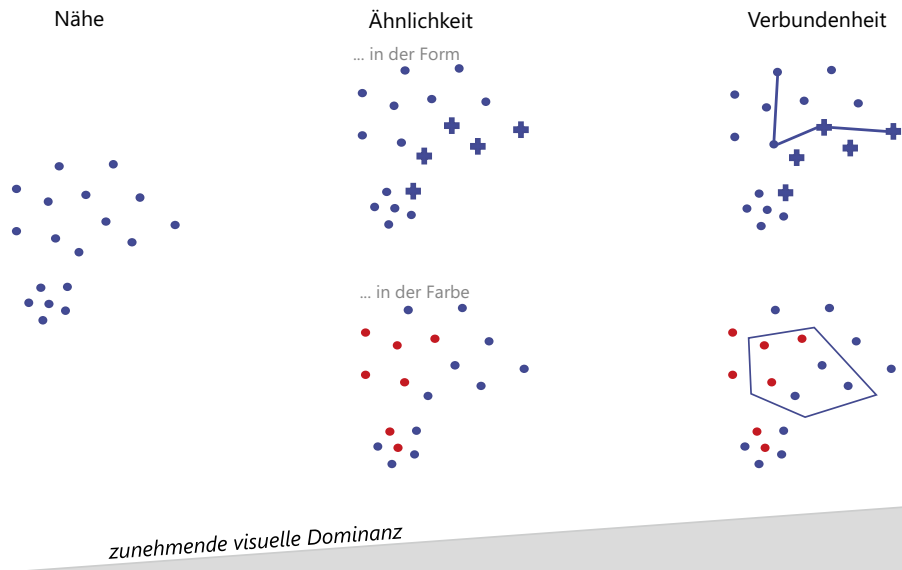


Bild 6.14 Unterschiedliche Stärke bzw. visuelle Dominanz von Gestaltprinzipien, die die Mustererkennung auf VS2 beeinflussen

6.5.1 Visuelle Dominanz

Mit *visueller Dominanz* ist gemeint, dass ein dominierendes Prinzip die Aufmerksamkeit stärker auf Muster lenkt, die durch ein solch dominantes Prinzip erzeugt werden, als ein gleichzeitig verwendetes schwächeres Prinzip. Konkret bedeutet dies, dass wir durch *Nähe* zwar bereits z. B. sehr gut Gruppen unterscheiden können, wir aber diese „Gruppen der Nähe“ kaum noch erkennen, wenn Elemente durch Form und/oder Farbe, also über das Prinzip der *Ähnlichkeit* hervorgehoben und damit andere Muster erzeugt werden. Im Beispiel von Bild 6.14 links sehen Sie aufgrund der Nähe zunächst eine kleine Gruppe von Punkten unten links, die dichter beieinander liegt. Sowohl die Ähnlichkeit der Kreuze (Form) und der roten Punkte (Farbe) im mittleren Bereich der Abbildung lassen uns dann aber jeweils zwei andere Gruppen erkennen, die immer auch einzelne Punkte der bisherigen „Nähe-Gruppe“ umfassen.

Noch stärker als Ähnlichkeit und erst recht als Nähe ist das Prinzip der *Verbundenheit*. Linien, die Bereiche miteinander verbinden bzw. voneinander abgrenzen, nehmen wir noch schneller wahr. So erscheint oben rechts im Bild 6.14 eine Zickzacklinie und unten rechts ein von einem Vieleck eingrahmter Bereich hervorgehoben.

Nutzen wir in einer Datenvisualisierung von Beginn an Linien zur Erzeugung von Verbundenheit, wie z. B. starke Rasterlinien oder Unterstreichungen, so berauben wir uns der Gestaltungsräume, die Nähe und Ähnlichkeit bieten könnten, denn sie werden immer von der Verbundenheit dominiert werden.

Daraus können wir neue Regeln ableiten:



Wir beachten die Rangfolge der Gestaltgesetze, d. h., „Nähe“ ist schwächer als „Ähnlichkeit“ ist schwächer als „Verbundenheit“.

1. Wir bewahren möglichst viele Gestaltungsräume, indem wir zunächst durch „Nähe“ verschiedene Bereiche in unserer Visualisierung abgrenzen. Dafür nutzen wir gezielt z. B. Abstände und Leerbereiche zwischen Objekten in der Hintergrundfarbe.
2. „Ähnlichkeit“ setzen wir nur dann ein, wenn wir Gruppen oder Bereiche nicht durch Nähe genügend abgrenzen können. Dies kann durch Formen, aber auch Farben erfolgen, die gegebenenfalls auch als Hintergrundbereiche ausgestaltet sein können.
3. Linien, Kästen, Pfeile und Unterstreichungen setzen wir sehr sparsam ein und heben damit möglichst nur ganz besondere Regionen (z. B. Auffälligkeiten oder Hinweise) hervor. Je weniger, desto besser.

Im Beispiel Bild 6.15 ist eine Tabelle mit grafischen Elementen zur Unterstützung visueller Abfragen angereichert. Links ist die Default-Darstellung der Analytiksoftware abgebildet: Sie setzt zu stark auf *Verbundenheit* und ignoriert das *Prinzip der Nähe*. Die verbesserte Version rechts verschiebt die Strukturierung der Grafik auf die weniger dominanten Ränge der Gestaltprinzipien und reserviert *Verbundenheit* nur noch für den speziellen Hinweis auf einen bestimmten Wert.

Prüfen Sie selber, auf welcher der Tabellen Sie sich leichter zurechtfinden. Bewerten Sie auch für sich selber, ob die leichter lesbare Variante Sie mehr motiviert, sich mit den Inhalten zu beschäftigen? Das ist nicht zu unterschätzen. Denn Informationen, auf die niemand Lust hat, werden sehr schnell auch gar nicht erst aufgenommen und sind damit völlig wertlos. Anders gesagt: Wenn eine Person Datenanalysen empfängt und dann entmutigt von schlechten Darstellungen die Informationen nicht aufnimmt, war auch alle analytische Arbeit davor (zumeist 90 % der Gesamtarbeit) quasi wertlos, weil die Analyse dann keine Wirkung erzielt – die Effektivität der Analyse ist in dem Fall also null.

Category	NetRevenue	Margin%	Interessanter Wert		Margin YoY%
			Margin		
Cameras and camcorders	178.155,4	48,2 %	85.948		-19,1 %
Home Appliances	505.231,1	45,0 %	227.341		42,2 %
Music, Movies and Audio B...	11.777,5	44,2 %	5.207		-36,6 %
Computers	231.011,1	42,2 %	97.493		-9,0 %
Cell phones	95.369,0	41,0 %	39.131		38,2 %
TV and Video	182.580,1	39,8 %	72.721		47,7 %
Audio	19.743,1	38,3 %	7.562		72,9 %
Games and Toys	18.666,2	35,4 %	6.609		74,6 %

„Default-Style“ in Microsoft Power BI

Zu dominante Gestaltprinzipien genutzt:

„Nähe“ → Option bleibt ungenutzt

„Ähnlichkeit“ → mehrfach genutzt

- Zeilen sind durch „Ähnlichkeit“ codiert = grauer Balken
→ alternierendes Muster ohne Bedeutung, aber im Fokus
- Farbcodierungen der Spalte im Konflikt mit Streifenmuster

„Verbundenheit“ → mehrfach genutzt

- senkrechte Linien nach Zeilenköpfen sind optisch dominant
- Hervorhebung des „interessanten Wertes“ steht im Konflikt mit Linien und grauen Balken

Bessere Nutzung weniger dominanter Gestaltprinzipien:

„Nähe“ → zur grundlegenden Strukturierung genutzt

- Zeilen sind durch mehr Abstand getrennt = „Nähe“ als primäres Prinzip
→ es bleibt Freiheit für Struktur/Farbe und Verbundenheit

„Ähnlichkeit“ → gezielt genutzt

- Farbcodierungen der Spalte gut erkennbar (Sortierung wird verstärkt)
- Balkengrößen relativ gut ablesbar (Zahlenüberschnedungen suboptimal)

„Verbundenheit“ → gezielt genutzt

- Hervorhebung des „interessanten Wertes“ sehr gut erkennbar

Bild 6.15 Verbesserung der Mustererkennbarkeit durch wenig dominante Gestaltprinzipien

6.5.2 Data-Ink-Ratio maximieren und Chartjunk minimieren

Als ergänzende Regeln für die *visuelle Stufe VS2* können wir zwei weitere Prinzipien heranziehen (vgl. auch das Beispiel in Bild 6.16):

■ Data-Ink-Ratio maximieren

Der Hintergrund dieses Prinzips liegt in der Überzeugung, dass eine Datengrafik vor allem anderen nur eines zeigen sollte: Daten. Das Verhältnis von Farbe (*ink*) in einer Visualisierung, die explizit verwendet wird, um Daten darzustellen (*data-ink*) im Verhältnis zur Farbe, die für die Darstellung bzw. den Druck der gesamten Grafik benötigt wird (*total ink*), soll möglichst nahe eins (1) sein. Im Extremfall wäre jeder Darstellungspunkt (Pixel auf einem Bildschirm oder Druckpunkt auf einem Ausdruck) eine Darstellung eines Datenpunktes. Die Relation kann auch als Differenz von eins (1) interpretiert werden: Der Anteil an der Visualisierung, der gelöscht werden kann, ohne dass Daten bzw. Informationen verloren gehen, ist der Subtrahend (Tuftte 2001, S. 93).

$$\text{Data-ink ratio} = \frac{\text{data-ink}}{\text{total ink used to print the graphic}}$$

= proportion of a graphic's ink devoted to the non-redundant display of data-information

= 1-proportion of a graphic that can be erased without loss of data-information

■ Chartjunk minimieren

Aus dem Prinzip der *maximalen Data-Ink-Ratio* folgt, dass überflüssige Elemente einer Darstellung zu löschen sind. Aber auch eine relativ hohe Data-Ink-Ratio kann noch Darstellungsdetails enthalten, die das Auge ablenken und damit die Informationsaufnahme verhindern. So können z.B. durch Muster in Flächen ungewollte Moiré-Effekte entstehen, die dazu führen, dass Darstellungen in der menschlichen Wahrnehmung flimmern und nur mit Anstrengung zu lesen sind (vgl. Bild 6.16 ②). Auch Logos oder dekorative Elemente etc. sind zumeist ablenkend. Edward Tufte hat für diese Art von unnötigen grafischen Elementen den Begriff des *Chartjunk* geprägt (Tufte 2021).

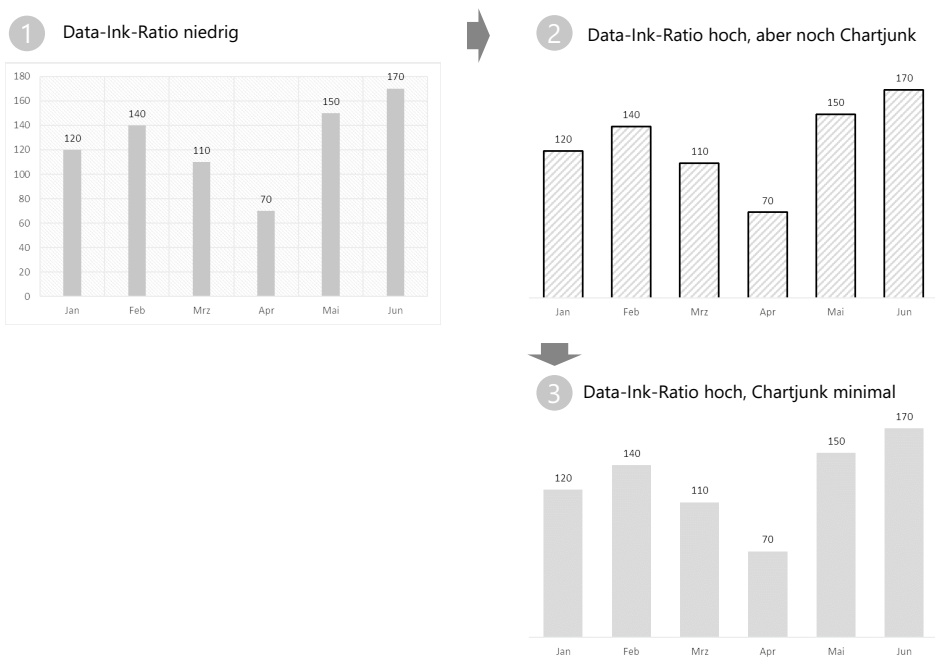


Bild 6.16 Verbesserung der Mustererkennbarkeit durch Erhöhung der Data-Ink-Ratio und Verringerung des Chartjunk

Maximale Data-Ink-Ratio und minimaler Chartjunk stellen sicher, dass grafische Elemente nur zur Darstellung von Daten verwendet werden. Damit wird sichergestellt, dass zumindest die Aufmerksamkeit nicht auf unwichtige, d. h. nicht mit den Daten zusammenhängende Muster gelenkt wird. Das Gestaltprinzip der *Nähe* wird also in den Vordergrund gerückt und sowohl *Ähnlichkeit* als auch insbesondere *Verbundenheit* (= die Rasterlinien) werden weniger eingesetzt, sodass wir auf der *visuellen Stufe VS2* die Muster leichter erkennen können.

Dass die Aufmerksamkeit auf die inhaltlich wichtigen Muster in den Daten gelenkt wird, stellten wir ja bereits vorab durch unsere Definition der geeigneten visuellen Abfrage (vgl. Details dazu im folgenden Abschnitt zu *visueller Stufe VS3*) und durch die Gestaltung für die präattentive *visuelle Stufe VS1* sicher.

■ 6.6 VS3 – Wahrnehmung durch Planung antizipieren

In der *visuellen Stufe VS3* beantworten wir unsere visuellen Abfragen, justieren unsere visuelle Suchstrategie, leiten aus Erkenntnissen visuelle Folgefragen ab und interpretieren die gefundenen visuellen Informationen im Kontext unseres Wissens aus dem Langzeitgedächtnis.

Um die langsame, weil sequenzielle Bearbeitung auf *VS3* zu unterstützen, müssen wir das visuelle Denken in möglichst geeignete Bahnen lenken (vgl. Ware 2021, S. 393 bzw. Pirolli/Card 1995). Denn wir dürfen nicht davon ausgehen, dass eine gut gemachte Visualisierung sich „völlig von selbst erklärt“. Die emotionale Reaktion auf eine Erkenntnis wird erst entstehen, wenn auch eine bewusste Wahrnehmung der Information einsetzt. Dies hängt wiederum davon ab, mit welcher visuellen Abfrage tatsächlich eine Visualisierung betrachtet wird.

Wir können versuchen (und sollten dies auch tun!), uns gedanklich in die Lage der Person, die betrachtet, zu versetzen. Dies fällt relativ leicht, wenn wir die Auswertungen für uns selber entwerfen, z. B. weil wir als Data Scientist gerade einen völlig neuen Datensatz mit einer bislang unbeantworteten Fragestellung untersuchen. In dem Falle konzentrieren wir uns darauf, unsere Visualisierungsideen möglichst auf den *visuellen Stufen VS1* und *VS2* zu realisieren.

Was aber, wenn unsere Visualisierungen für andere Personen als uns selber bestimmt sind? Vermutlich trifft das sogar auf die Vielzahl der Situationen zu, die wir im betrieblichen Umfeld antreffen. In diesem Falle müssen wir antizipieren, wie eine Person eventuell eine bestimmte Fragestellung in eine visuelle Abfrage übersetzen könnte und welche Folgeabfragen sich daraus ergeben könnten. In anderen Worten: Wir müssen planen, wie eine Nutzung erfolgen könnte bzw. sollte. Dabei verstehen wir Planung im Sinne von „... gedankliche[r] Vorwegnahme zukünftigen Handelns durch Abwägen verschiedener Handlungsalternativen und Entscheidungen für den günstigsten Weg“ (Wöhe 2013).

Der „günstigste Weg“ bedeutet für uns, dass wir eine bewusste Wahrnehmung der relevanten Signale in unserer Datenvisualisierung mit möglichst geringen kognitiven Kosten anbieten sollten.

Das **Vorgehen zur Planung der bewussten Wahrnehmung auf VS3** gliedern wir in drei Planungsschritte:

P1) Analytische Aufgabe(n) in visuelle Abfragen übersetzen

P2) Darstellung(en) für VS1 und VS2 optimiert gestalten

P3) Aufmerksamkeit lenken: Mehrstufige analytische Gedanken visuell unterstützen

6.6.1 P1 – visuelle Abfrage(n) antizipieren, Grundformen auswählen

Zu Beginn des Visualisierungs-Kapitels in Abschnitt 6.2 hatten wir bereits Beispiele kennengelernt, wie analytische Aufgaben in visuelle Abfragen überführt werden können. Im *Planungsschritt P1* müssen wir nun sehr konkret festlegen, welche analytische Fragestellung mit unserer Visualisierung beantwortet werden soll. Oftmals werden wir feststellen, dass es einer Folge von aufeinander aufbauenden Fragen bedarf, um einen Sachverhalt zu analysieren. In dem Fall planen wir gegebenenfalls mehrere Grafiken, deren Verbindung oder Sequenz wir dann im *Planungsschritt P3* genauer bestimmen werden.

Bild 6.17 bietet eine Auswahl besonders typischer analytischer Aufgaben (*A1 bis A7*), weitere Aufgabenstellungen sind möglich, eine abschließende Aufzählung hingegen ist unmöglich. Um eine geeignete Visualisierung zu finden, müssen wir eine passende analytische Aufgabe auswählen, die davon abhängt, welche Daten wir vorliegen haben. Haben wir beispielsweise nur einen zahlenbasierten Indikator, kommen die Varianten *A1 bis A5* infrage, wobei z.B. *A4* nur sinnvoll ist, wenn wir einen Indikator gleichzeitig für zwei Dimensionen (quasi „Einflussfaktoren“) bewerten möchten, und *A5* benötigt räumliche Informationen (z.B. Längen-/Breitengrade).



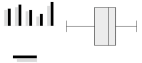




Analytische Aufgabe	Benötigte Daten (Beispiele)	Visuelle Abfrage	VS1-kompatible Visuelle Form(en)
A1) Wie groß ist ein Zahlenwert X (im Vergleich zu den Ausprägungen einer Kategorie K)?	Absolute Werte eines Indikators, z. B. Output, Buchungen, Fehler, Besuche, Umsatz, Kosten Kategorie z. B. Maschinen, Buchungsklassen, Produkttypen	Welches ist die längste Säule bzw. der längste Balken?	Balken, Säulen 
A2) Wie ändert sich ein Zahlenwert X im Zeitverlauf?	Gleicher Indikator für verschiedene Zeitpunkte, z. B. Output je Stunde, Besucher pro Tag, Kosten pro Monat	Wie ändert sich die Steigung zwischen Zeitpunkten t_1 und t_2 ?	Linien 
A3) Welche Zahlenwerte X werden beobachtet und wie verteilen sie sich?	Rohdaten innerhalb von Klassen gruppiert (A3.1) und/oder Verteilungsmaße für einen Indikator (A3.2 und A3.3), z. B. Mittelwert, Median, Standardabweichung, (Quartile/Perzentile), z. B. Verteilung der „Bearbeitungszeit je Kunde“	A3.1) Rohdaten nach Klassen = A1 A3.2) Ein Verteilungsmaß für z. B. verschiedene Gruppen = A1 A3.3) Mehrere Verteilungsmaße: Wie groß ist die Distanz zwischen den Verteilungsmaßgrößen?	A3.1) Balken, Säulen A3.2) Balken, Säulen A3.3) Boxplots (= setzen auf Längendarstellungen für Verteilungsvisualisierung) 
A4) Wie groß ist ein Zahlenwert X, wenn dieser gleichzeitig für Kategorie K und Kategorie L betrachtet wird?	Mehrere Merkmale für einen Indikator, möglichst feingranular, z. B. Buchungen je Alter (Kategorie K) und Wohnort (Kategorie L)	Finden sich in der Kreuztabelle besonders große Balken/ Säulen/Kreissegmente/Flächen oder Farbtintensitäten?	Kreuztabellen mit grafischen Elementen oder Einfärbung (Heatmaps) → relativ schwierig zu gestalten für leichte prägnante Wahrnehmung auf VS1 
A5) Wie verteilt sich ein Zahlenwert X auf mehrere Standorte in einem geografischen Raum G?	Geografische Informationen wie Längen-/Breitengrad, Regionen (z. B. Städte/Länder), aber auch kleinräumig z. B. Lagerplätze, Räume	Finden sich regionale Ballungen von Werten (große/kleine)?	Kartendarstellungen, wobei kleinräumige Vergleiche oft aussagenstärker als Länderebene 
A6) Wie korrelieren Zahlenwerte des Indikators X mit Zahlenwerten des Indikators Y?	Quantitative Daten zweier Indikatoren für die gleiche Beobachtungseinheit, z. B. „Besuchsdauer eines Kunden“ und „Umsatz eines Kunden“ für jeden Kunden	Ergeben sich Gruppen oder Zusammenhänge (linear, nicht-linear) in der Punktwolke?	Scatterplot, Porfollio-Darstellung 
A7) Wie steht ein Objekt M mit einem Objekt N oder Objekt Q in Verbindung?	Beziehungsinformationen oder Vorgänger-/Nachfolgerbeziehungen, z. B. „M kennt N“ oder „N folgt auf Q“	Wie viele Objekte stehen in Verbindung zu Objekt M? Wie weit sind Objekte M und Q voneinander entfernt? Gibt es eine Verbindung von Objekt Q zu N?	Graphdarstellungen basierend auf Knoten und Kanten → relativ schwierig für VS2 zu gestalten, wenn Graphen komplexer 

Bild 6.17 Übersetzung von analytischen Basisaufgaben in geeignete visuelle Abfragen und VS1-kompatible visuelle Formen

Wir haben auch bereits festgestellt, dass sich visuelle Abfragen in manchen Fällen vereinfachen lassen, wenn wir zunächst weitere Berechnungen auf unseren Basis-kennzahlen durchführen. Einige häufige Berechnungen, die wir anwenden sollten, bevor wir die passende visuelle Grundform auswählen, sind beispielsweise die folgenden:



Berechnungsbeispiele

- Stehen Differenzvergleiche (Deltas) eines Indikators im Fokus, z. B. Plan-Ist-Vergleiche oder Vergleiche mit einem Benchmark oder einem typischen (Mittel-)Wert, dann berechnen wir zunächst die Abweichung und visualisieren dann diese Abweichungskennzahl.
- Zeitliche Vergleiche (sogenannte „Periodenvergleiche“) sind ebenfalls sehr häufig. Berechnen Sie daher die Differenz Ihres Indikators für die aktuell betrachtete Periode abzüglich des Wertes für die relevante Vorperiode (z. B. Vorjahr/-monat), wahlweise als absolute oder relative Abweichung. Diese Abweichungskennzahlen sind besonders in ihrer Höhe interessant, nutzen Sie daher z. B. A1, wohingegen die Steigungsänderungen (vgl. A2) für diese Differenzwerte oft weniger aussagekräftig sind.
- Bei zeitreihenbehaftete Daten sind häufig kumulierte Betrachtungen nach festen Zeitscheiben (z. B. Jahreskumulationen) oder aber auch rollierend (z. B. Sechs-Monats-Durchschnitte) für eine Einschätzung der längerfristigen „Leistung“ hilfreich.
- Stehen Größenverhältnisse zweier Kennzahlen im Fokus, so sollten Sie überlegen, die Größen in eine Beziehung zu setzen, d. h., relativieren Sie die beiden Werte z. B. durch Berechnung eines Quotienten.
- Wollen Sie für mehrere Kategorien oder auch Zeitpunkte eine einheitliche Vergleichsgröße verwenden, so können Sie Ihre Werte zunächst normieren oder auch einen Indexwert berechnen.

6.6.2 P2 – Darstellung auf VS1 und VS2 optimieren

Das Ergebnis des *Planungsschrittes P1* ist ein Rohkonzept einer Visualisierung, also z. B. welche Grafikform mit welchen Daten verwendet werden soll. Der *Planungsschritt P2* umfasst dann den Entwurf der Grafik gemäß den Regeln zur optimierten Nutzung der *Ebenen VS1* und *VS2*.

Sofern wir öfter Grafiken für die gleichen Nutzergruppen entwerfen, lohnt sich die Definition von Standardbausteinen bzw. Formatvorlagen. Dadurch wird zum einen der Erstellungsprozess beschleunigt, aber vor allem können sich User an bestimmte Darstellungsformen gewöhnen und damit die Mustererkennung (*visuelle Ebene VS2*) beschleunigen. Wir sollten daher dem Grundsatz folgen:



Gleiches immer gleich darstellen und Wiederverwendung stärken.

6.6.3 P3 – Aufmerksamkeit in analytische Sequenzen lenken

Im *Planungsschritt P1* hat sich gezeigt, dass wir oftmals nicht nur eine einzige Grafik benötigen, sondern bei einer logischen Folge bzw. Gruppe von analytischen Fragen auch mehrere Grafiken nötig sind, die miteinander in Beziehung stehen. Damit ergibt sich für *Planungsschritt P3* die Aufgabe, wie sowohl einzelne Grafiken als auch ein Arrangement mehrerer Grafiken gestaltet werden können, um die Aufmerksamkeit auf die wesentlichen Inhalte zu lenken. Sind die Grafiken sehr gleichartig, entsteht ein *Small Multiple*, wohingegen die Kombination verschiedener Darstellungen zu einem sogenannten *Dashboard* führt.

In der Umsetzung des letzten *Planungsschrittes P3* müssen wir dazu zwei Aspekte unterscheiden, die in Kombination die *Planung P3* zum Lenken der Aufmerksamkeit determinieren:

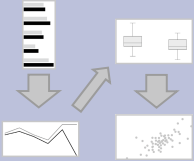



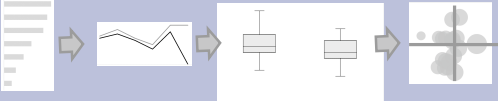
1. Ist die Visualisierung lediglich für einen statischen Kommunikationskanal gedacht oder für eine interaktiv-dynamische Präsentationsumgebung?
2. In welcher Situation wird die Visualisierung verwendet und damit verbunden: Welche spezifische Zielgruppe wird adressiert?

Der erste Aspekt im *Planungsschritt P3* unterteilt die Gestaltungsoptionen zur Lenkung der Aufmerksamkeit in statische und interaktive Varianten (vgl. Tabelle 6.1 und Tabelle 6.2). Statische Gestaltungselemente sind auch in Offline-Medien (z.B. Ausdrucken, PDF-Dateien oder Folienpräsentationen) nutzbar, wohingegen interaktive Optionen eine dynamische (Bildschirm-)Darstellung benötigen und zu meist Ad-hoc-Berechnungen auf den zugrunde liegenden Daten auslösen. Dabei hat sich bei interaktiven (also dynamischen) Anwendungen das Vorgehen bewährt, zunächst auf einem hohen Aggregationsniveau sich einen Überblick zu verschaffen (*Overview first*) und dann nach Bedarf durch Aktivitäten wie Zoomen, Herausfiltern oder Detailabrufe sich den Ursachen von interessanten bzw. auffälligen Mustern zu nähern. Dieses Prinzip ist auch als *Shneiderman's Mantra* bekannt:



Overview first, zoom and filter, then details-on-demand (Shneiderman 1996).

Tabelle 6.1 Statische Darstellungsoptionen für seitenbasierte Gestaltung von analytischen Ergebnisberichten

ST1	<p>Leserichtung beachten: Start links oben, dann spaltenorientiertes Denken bevorzugen, Zeilen erst nachrangig unterstützen</p>  <p>Relevant für mehrere Grafiken (Dashboard und Small Multiples)</p>
ST2	<p>Sortierung gezielt verwenden, um fachliche Bedeutung eines Indikators zu betonen, z. B. Performance-Kennzahl absteigend sortieren. Alphabetische Sortierung vermeiden!</p>  <p>In einzelnen Grafiken und Tabellen</p>
ST3	<p>Inhaltlichen Kontext anbieten (zeitlich, z. B. Historie und verschiedene Kategorien und/oder Ebenen) → Kontext auch räumlich möglichst nah, im Ideal im UFOV anbieten</p>  <p>Sparklines für Zeit Dashboards</p>
ST4	<p>Hervorhebung/Betonung ausgewählter Signale, Besonderheiten (Max/Min, Limitüberschreitung etc.) oder konkreter Botschaft der Analyse mit Farbe, Form (Pfeil, Umrandung) und gegebenenfalls Text</p>  <p>max</p>
ST5	<p>(Potenzielle) Analyseketten als mehrere aufeinanderfolgende Darstellungen nebeneinander, gegebenenfalls auch auf mehreren Seiten, konzipieren</p> 

Die Aufzählung der Gestaltungsoptionen (statisch und dynamisch) bleibt exemplarisch, da verschiedene Softwarehersteller hier kontinuierlich Weiterentwicklungen auf den Markt bringen.

Tabelle 6.2 Dynamisch-interaktive Erweiterungsoptionen (in Anlehnung an Shneiderman's Mantra: „Overview first, zoom and filter, then details-on-demand“)

D1	Filtern von Analyseergebnissen inklusive flexibler Suche (gegebenenfalls autofill bei Eingabe erster Buchstaben), Kombination von Filterkriterien (= mehrere Filter parallel), gegebenenfalls Vorschau der Filterwirkung.
D2	Drill-Down: Wechsel von Ansichten (z. B. von Produkten zu Produktfarben = ebenenbasiert) oder auf einzelne Kategorieelemente (z. B. nur Produkt X wählen und dazu dann Produktfarben als Details), selektive Erweiterung z. B. in Tabellen durch Plus/Minus-Symbole (auf-/zuklappen).
D3	Cross-Filtering/Cross-Highlighting zwischen analytischen Darstellungen: in Dashboard-Darstellung z. B. in Grafik 1 auf ein Produkt zeigen und Grafik 2 automatisch für dieses Produkt filtern, dies zeigt Beziehungen zwischen Analyseelementen.
D4	Drill-Through zu Detailanalysen mit Filterübernahme, d. h. auf ein Element einer Grafik/Tabelle zeigen und dieses als Filter für eine Detailseite mit anderen Analysen übernehmen.
D5	Analytische Vorschauen auf zu erwartende Ergebnisse, z. B. als Thumbnails, d. h. miniaturisierte Ergebnisvorschauen z. B. beim Zeigen auf ein Objekt in einer Grafik. Ebenfalls: Mouseover zeigt weitere Detaildaten.
D6	Benutzerindividuelle Sichten: Filteraktivitäten einzelner User speicherbar machen, z. B. via Bookmarks. Support für Storytelling: Notizen zu Bookmarks oder erläuternde Kommentare zu Werten/Objekten speichern, die z. B. via Mouseover (vgl. D5) gezeigt werden.
D7	Animationen, dynamische Zeiger heben Änderungen oder Auffälligkeiten (vgl. D8) automatisch durch animierte Bewegungen oder Farbänderungen hervor. Sofern speicherbar, können animierte (Film-)Sequenzen abgerufen werden.
D8	Auffälligkeiten berechnen und bei Bedarf automatisch vorschlagen. Stark ungleiche Verteilungen in Kategorien oder deutliche Änderungen im Zeitablauf können vielfach automatisch berechnet und als Auffälligkeiten vorgeschlagen werden.
D9	Natürlichsprachliche Anfragen erlauben die automatische Generierung (einfacher) Auswertungen durch Formulierung von Fragen, z. B. „Wie hat sich die Ausschussquote in den letzten Wochen entwickelt?“ – Tool generiert dazu ein einfaches Zeitreihendiagramm.
D10	Automatische natürlichsprachliche Interpretationen mithilfe von Sprachgeneratoren erlauben, konkrete Datenkonstellationen zu erläutern und gegebenenfalls im betrieblichen Kontext zu interpretieren: von einfachen Standardtextbausteinen bis hin zu komplexen, fallspezifischen Regelwerken.

Der zweite Aspekt im *Planungsschritt P3* – in welcher Situation und für welche Zielgruppe ist die Visualisierung bestimmt? – lässt sich in drei typische Analysesituationen und damit assoziiert auch Zielgruppen untergliedern (vgl. auch Bild 6.18):

S1 *Explorative Suche*: In Daten, die bislang nicht analysiert wurden, werden erstmals Auffälligkeiten, Muster, Beziehungen etc. gesucht. Hier ist der Suchraum sehr offen und es bedarf einer relativ hohen analytischen Datenkompetenz, um erste Erkenntnisse aus den Daten zu extrahieren. Gute Datenvisualisierung kann hier lediglich das „Aufnehmen einer Witterung“ erleichtern, wobei oft noch nicht klar ist, nach welcher Art von „Datengeruch“ gesucht werden sollte.

S2 *Gelenkte Suche*: Datenbestände, die bereits hinreichend gut in ihren Strukturen und Beziehungen bekannt sind, werden hinsichtlich aktueller Auffälligkeiten und Signale durchsucht. Einige Personen kennen bereits typische Bereiche, in denen gesucht werden sollte, und können so „Fährten auslegen“ für andere User. Dies ist typisch für Unternehmensberichte, die von Business-Analyse- und Controlling-Abteilungen für größere Gruppen bereitgestellt werden.

S3 *Erklärung und Storytelling*: Analyseergebnisse sind bereits aus den Daten herausgearbeitet und müssen nun für einen Empfängerkreis aufbereitet werden. Es gilt, die Herleitung, Erklärung und Interpretation der Ergebnisse möglichst selbsterklärend zu präsentieren. Wir müssen eine „Straße pflastern“, der die Empfänger leicht folgen können und von der sie möglichst nicht abweichen sollten. Im Idealfall kann darauf basierend eine interessante Geschichte erzählt werden, weshalb hier auch Ansätze des sogenannten „Storytellings“ angewandt werden können.

Bild 6.18 zeigt schematisch die Häufigkeit der *Situationen S1* bis *S3* im unternehmerischen Alltag. Für breite Anwenderschichten werden heute viele Berichte und Analysen bereitgestellt, die häufig aktualisiert werden und deren Detailkenntnisse selbst erschlossen werden müssen. Diese gehören zum *Situationstyp S2* und werden durch Business-Intelligence-Berichtssysteme realisiert. Ebenfalls relativ häufig müssen wichtige Ergebnisse interpretiert, bewertet und z.B. dem Management als Entscheidungsvorlage präsentiert sowie erläutert werden (*S3*). Eher wenige Personen beschäftigen sich dagegen mit völlig neuen Auswertungen auf gegebenenfalls auch noch (eher) unbekannten Daten (*S1*). Dabei handelt es sich dann häufig um Personen aus dem Controlling oder aus Data-Science-Bereichen.

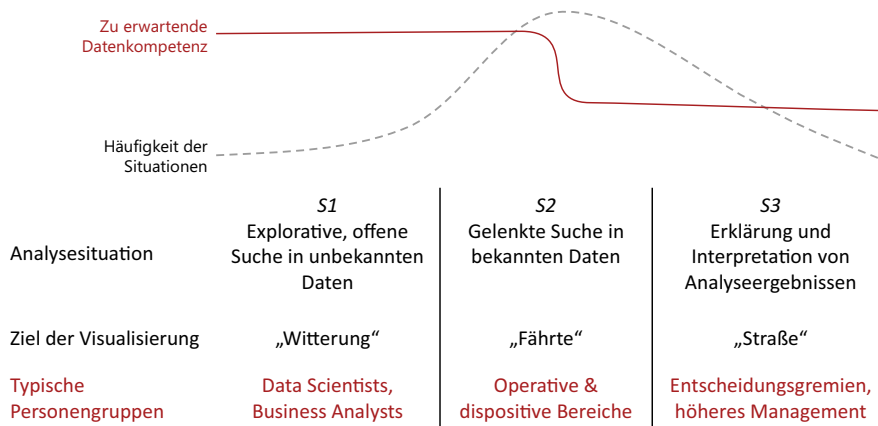


Bild 6.18 Analysesituationen und Zielgruppen

Der Häufigkeit der Situationen (rechtsschiefe Verteilung der gestrichelten Kurve) steht eine Hypothese über die zu erwartende Datenkompetenz der jeweiligen Personengruppen gegenüber: Im Allgemeinen werden Personen, die Daten explorativ auswerten, über eine höhere analytische Datenkompetenz verfügen (müssen) als beispielsweise die Gruppe von Personen, die Erklärungen und Interpretationen „konsumieren“ dürfen. Im mittleren Situationsbereich S2 ist die zu erwartende Datenkompetenz gemischter ausgeprägt. Vereinfacht können wir eine schematische Formel für den *Bedarf nach Aufmerksamkeitslenkung* ableiten:

$$\text{Lenkungsbedarf}_{\text{Aufmerksamkeit}} = \frac{\text{Häufigkeit Situationstyp}}{\text{erwartete Datenkompetenz}}$$

Daraus wird rasch ersichtlich, dass wir uns insbesondere in der *Situation S2* um die Lenkung der Aufmerksamkeit sorgfältig kümmern müssen, da hier die Häufigkeit am höchsten ist und zugleich die Datenkompetenz der User absinken kann, was zu einem hohen Lenkungsbedarf führt.

Kombination der Aspekte: Situationsadäquat die Aufmerksamkeit lenken

Sobald wir uns über die jeweilige Analysesituation für unsere Darstellung klar geworden sind, nutzen wir die Tabelle 6.3, in der sinnvolle Kombinationen der *Analyse-situationen (S1 bis S3)* mit den Mechanismen zur Lenkung der Aufmerksamkeit (*ST1 bis D10*) dargestellt sind. Dadurch erhalten wir eine Form von Checkliste, welche Lenkungsoptionen wir für unsere spezifische Visualisierungsaufgabe bedenken können.

Tabelle 6.3 Auswahl geeigneter Lenkungsoptionen abhängig von der Analysesituation

			Explorative Suche („Witterung“)	Gelenkte Suche („Fährte“)	Erklärung und Storytelling („Straße“)
Statisch	ST1	Leserichtung beachten		X	X
	ST2	Sortierung gezielt verwenden	X	X	X
	ST3	Inhaltlichen Kontext anbieten	X	X	X
	ST4	Hervorhebung aus- gewählter Signale		X	X
	ST5	Analyseketten auf- einanderfolgender Darstellungen			X
Dyna- misch	D1	Filtern inklusive flexib- ler Suche und Filter- vorschau	X	X	(x)
	D2	Drill-Down und selek- tive Erweiterung	X	X	(x)
	D3	Cross-Filter /Cross- Highlight zwischen Darstellungen	X	X	(x)
	D4	Drill-Through zu Detail- analysen inklusive Filter		X	(x)
	D5	Analytische Vor- schauen inklusive Thumbnails		X	(x)
	D6	Benutzerindividuelle Bookmarks, Kommen- tare			X
	D7	Animationen und dyna- mische Zeiger, Zoom			X
	D8	Auffälligkeiten automa- tisch vorschlagen	X	X	X
	D9	Natürlichsprachliche Anfragen	X	X	
	D10	Automatische natür- lichsprachliche Inter- pretation	(x)	X	X

■ 6.7 Vorgehensmodell zur Datenvisualisierung

Nun sind wir in der Lage, unsere Erkenntnisse zu einem integrierten Vorgehensmodell zusammenzuführen. Mit dessen Hilfe definieren wir geeignete Visualisierungsformen für analytische Aufgaben und agieren zugleich wahrnehmungsgerecht. Im Ergebnis verursachen wir möglichst geringe kognitive Kosten bei der Kommunikation unserer analytischen Ergebnisinformationen.

6.7.1 Prozess zur Definition wahrnehmungsgerechter Visualisierungen

Der Ablauf orientiert sich an den drei *Planungsschritten P1 bis P3*, die jeweils in Teilschritte untergliedert sind. Im *Schritt P2* kommen sämtliche Erkenntnisse zum Tragen, die wir uns in den vorherigen Abschnitten zu den *visuellen Stufen VS1 und VS2* erarbeitet haben.

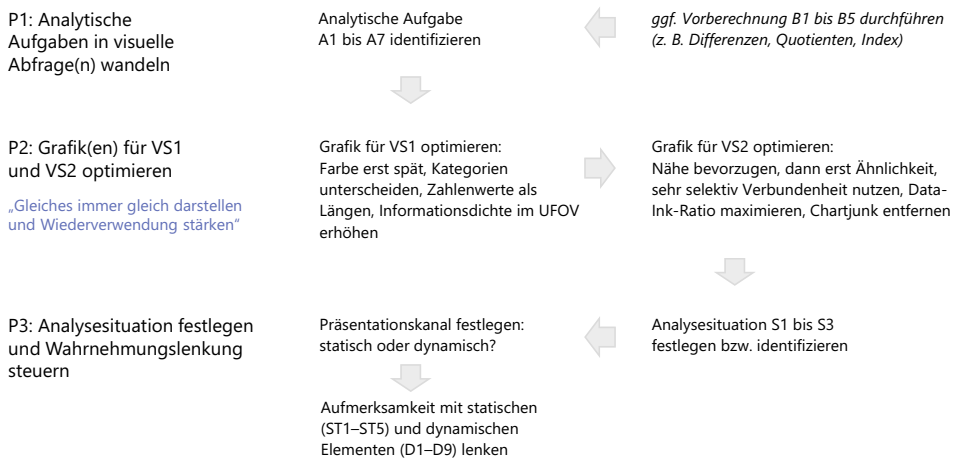


Bild 6.19 Vorgehensmodell für die Erstellung wahrnehmungsgerechter Visualisierungen

6.7.2 Anwendungsfall zur Gestaltung wahrnehmungsgerechter Visualisierungen

Um das Vorgehensmodell zu illustrieren, wird ein Szenario genutzt, in dessen Mittelpunkt eine Pizzeria steht, die sehr genaue Daten über ihre Herstellungs- und Verkaufsprozesse in einem Data Warehouse erfasst:⁵

So liegen z. B. die Durchlaufzeiten für jede Pizzabestellung, gemessen in „Minuten“, vor. In *P1* wird dazu die analytische Aufgabe „Wie verteilt sich die Durchlaufzeit über sämtliche Bestellungen?“ dem *Aufgabentyp A3* und speziell der Variante *A3.1 „Rohdaten nach Klassen“* zugeordnet. Es müssen also gegebenenfalls noch Klassengrenzen definiert und dann sämtliche Durchlaufzeitmessungen der jeweils passenden Klasse zugeordnet werden. Die geeignete Darstellung entspricht dem *Aufgabentyp A1* mit der visuellen Abfrage „Welches ist der längste Balken?“.

In *P2* wird zunächst eine Basisgrafik erstellt (vgl. Bild 6.20 links) und dann mithilfe der Regeln für *VS1* und *VS2* optimiert. Im Beispiel sind unnötige Gitternetzlinien gelöscht worden (Chartjunk reduziert, Data-Ink-Ratio erhöht). Zudem wird das Gestaltprinzip der Ähnlichkeit genutzt, um gute (blaue) und schlechte (rote) Durchlaufzeitklassen zu unterscheiden. Im Hinblick auf die Lenkung der Aufmerksamkeit auf *VS3*, wird die Orientierung erleichtert, indem die Sortierung so abgeändert wird, dass die kürzeste (und damit beste) Durchlaufzeitklasse ganz oben steht (vgl. rechter Teil von Bild 6.20).

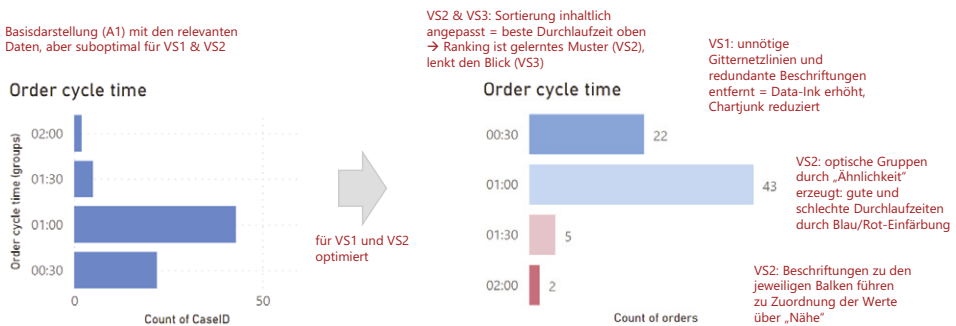


Bild 6.20 Beispiel für die Optimierung einer Basisdarstellung für die Ebenen *VS1*, *VS2* und *VS3*

In ähnlicher Form sind für das Szenario der Pizzeria vier weitere analytische Aufgaben formuliert und in visuelle Abfragen übersetzt (vgl. Bild 6.21). Daraus entstehen im *Planungsschritt P2* weitere Einzelgrafiken, die dann zu einem Dashboard

⁵ Wir gehen in diesem Kapitel zur Datenvisualisierung davon aus, dass alle notwendigen Daten in einem strukturierten Format in einem geeigneten Datenmodell vorliegen. Dies ist naturgemäß eine weitreichende Annahme, und in der Realität wird immer wieder das Datenmodell zu Einschränkungen der Visualisierungs- und Interaktionsoptionen führen.

zusammengesetzt werden in *P3*. Die Zielsituation für diese Anwendung ist eine *gelenkte Suche (S2)*, denn die Adressaten (z. B. das verantwortliche Personal) sollen sich regelmäßig selbständig über die Leistung der Pizzeria in einer interaktiven Umgebung informieren. Daraus sollen sie dann Ideen für einen verbesserten Pizzaservice generieren.

So können im Zusammenspiel der Grafiken des Dashboards in jeder der Grafiken einzelne Elemente oder auch Gruppen von Elementen markiert werden. Dies führt zu einer Filterung der umliegenden Grafiken auf diese Auswahl und entspricht dem dynamischen Prinzip *D3 „Cross-Filtering“*. Eine interaktive Version des Dashboards kann über den QR-Code in Bild 6.21 über jeden Browser aufgerufen werden.

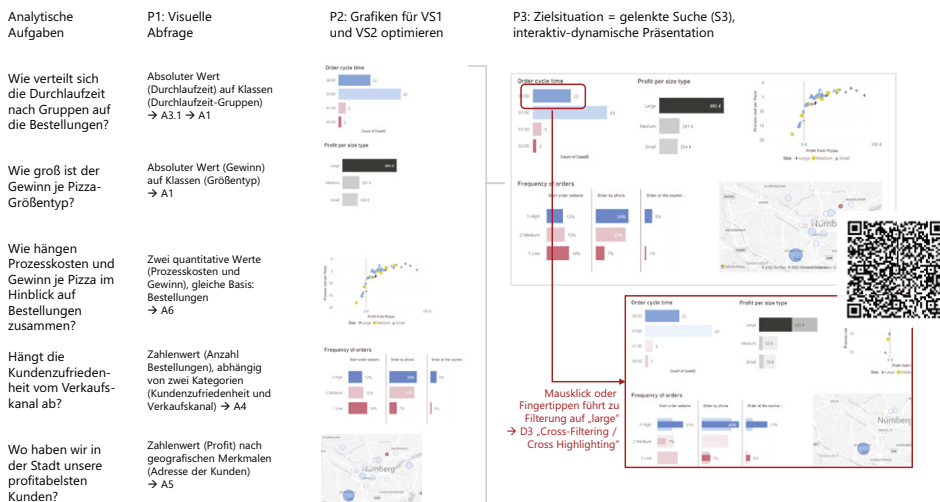


Bild 6.21 Beispiel für die Herleitung eines Dashboards und Aufmerksamkeitssteuerung durch interaktive Konzepte

■ 6.8 Die wichtigsten Punkte in Kürze

- Unser Auge-Hirn-System kann uns täuschen, daher müssen wir seine Stärken und Schwächen kennen, um Visualisierungen zu entwickeln, die schnell und unmissverständlich ihre Informationen preisgeben.
- Drei visuelle Stufen (VS) beeinflussen, wie wir visuelle Detailinformationen unserer Augen wahrnehmen: die präattentive Ebene (VS1, sehr schnell), die Mustererkennung (VS2, schnell) und die bewusste Wahrnehmung (VS3, eher langsam).

- Ziel guter Visualisierung muss es sein, möglichst viele Informationen bereits auf den schnellen Ebenen VS1 und VS2 bereitzustellen.
- Unsere Aufmerksamkeit lenkt unsere visuelle Wahrnehmung, deshalb müssen wir gezielt planen, wie wir die Aufmerksamkeit unserer Darstellungen auf die wesentlichen Informationen lenken wollen.
- Ein integriertes Vorgehensmodell hilft uns, systematisch aus einer analytischen Aufgabe die passenden visuellen Abfragen (A1 bis A7) abzuleiten und dafür gegebenenfalls noch Vorberechnungen (siehe Berechnungsbeispiele) durchzuführen.
- Die Lenkung der Aufmerksamkeit kann sowohl statisch (ST) als auch dynamisch-interaktiv (D) erfolgen.
- Über allem steht das Ziel, die nötigen Visualisierungen für schnelle Wahrnehmung zu optimieren und die kognitiven Kosten für die Informationsgewinnung auf Empfängerseite möglichst gering zu halten.

Literatur

- Drury, Colin G.; Clement, Matthew R. (1978): „The effect of area, density, and number of background characters in visual search“, in: *Human Factors* 20, S. 597 – 602, <https://doi.org/10.1177/001872087802000509>
- Koffka, Kurt (1935): *Principles Of Gestalt Psychology*. Abingdon, Oxfordshire
- Palmer, Stephen; Rock, Irvin (1994): „Rethinking perceptual organization: The role of uniform connectedness“, in: *Psychonomic Bulletin & Review* 1, S. 29 – 55, <https://doi.org/10.3758/BF03200760>
- Pirolli, Peter; Card, Stuart (1995): „Information foraging in information access environments“, in: *Proceedings of CHI* Vol. 95, S. 51 – 58
- Shneiderman, Ben (1996): „The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations“, in: *Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages*. Washington, <https://www.cs.umd.edu/~ben/papers/Shneiderman1996eyes.pdf>, S. 336 – 343
- Spence, Robert (2014): *Information Visualization. An Introduction*. Cham
- Tufte, Edward R. (2001): *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, S. 107 ff. und https://www.edwardtufte.com/bboard/q-and-a-fetch-msg?msg_id=00040Z
- Ware, Colin (2021): *Information Visualization. Perception for Design*. Fourth Edition, San Francisco, S. 20 – 22
- Wickens, Christopher D. (1992): *Engineering Psychology and Human Performance*. 2nd ed., New York
- Wöhe, Günter (2013): *Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. München, S. 140
- Wolfe, Jeremy M.; Horowitz, Todd S. (2004): „Opinion: What attributes guide the deployment of visual attention and how do they do it?“, in: *Nature Reviews Neuroscience* 5(6), S. 495