

Ergonomische Aspekte der Software-Gestaltung

Teil 2: Ansätze aus der Psychologie der visuellen Wahrnehmung

von Gert Zülch, Sascha Stowasser und Volker Keller

Die Software-Ergonomie beschäftigt sich mit der Analyse, Gestaltung und Bewertung von rechnerunterstützten, interaktiven Informations- und Kommunikationssystemen. Der erste Teil dieser Artikelserie erläuterte die Notwendigkeit und Bedeutung der ergonomischen Gestaltung von Softwareprodukten. Dazu wurden die Teilaspekte der Software-Ergonomie voneinander abgegrenzt und eine Definition für den weiteren Sprachgebrauch dieser Serie geschaffen. Die Risiken und Problemfelder unzureichender Software-Gestaltung wurden aufgezeigt. Darüber hinaus zielte die Darstellung des rechtlichen Rahmens daraufhin ab, dem Leser die Bildschirmarbeitsverordnung näherzubringen.

Der zweite Teil der Serie führt Ansätze aus der Physiologie und Psychologie der visuellen Wahrnehmung ein, die in die Entwicklung von Software eingebunden werden müssen. Die Notwendigkeit zur Beachtung der wahrnehmungsphysiologischen und -psychologischen Erkenntnissen läßt sich mit der Relevanz des visuellen Systems für die Arbeit am Rechner erklären: Der Bildschirm stellt die weitaus ausgeprägteste Schnittstelle zur Übergabe von Informationen des Rechners an den Menschen dar; auch die Ausgaben von Druckern beanspruchen das visuelle System des Menschen.

Physiologie der visuellen Informationsverarbeitung

Von den verschiedenen Sinnesorganen ist das Auge das wichtigste, da es ungefähr 80 Prozent aller vom Menschen verarbeiteten Informationen aufnimmt (HAUBNER 1977). Folglich ist eine adäquate Darstellung der optischen Informationen sowie eine möglichst gute Gestaltung der Sehbedingungen für jeden Arbeitsplatz unerlässlich. Bei Bildschirmarbeitsplätzen sind dabei völlig unterschiedliche Sehaufgaben aufeinander abzustimmen, die je nach Arbeitsplatztyp und Benutzergruppe in ihrer Gewichtung für die Gesamttätigkeit unterschiedlich ausfallen (BENZ, GROB, HAUBNER 1981). Beispielsweise haben Programmierer während der Ausführung ihrer Arbeitsaufgabe andere Sehaufgaben zu bewältigen als Datentypistinnen, bei denen häufige Blickwechsel zwischen Formular und Bildschirm auftreten.

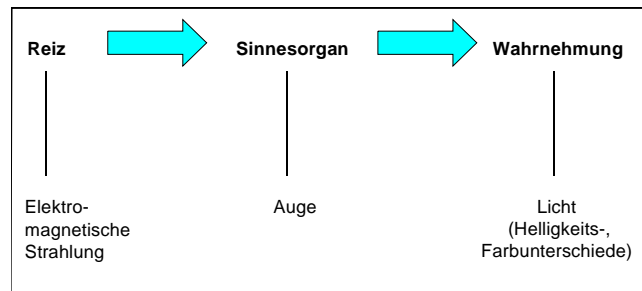


Bild 1: Visuelle Informationsverarbeitung
(BENZ, GROB, HAUBNER 1981)

Die Physiologie des Sehens ist ein Teilgebiet der Physiologie und widmet sich dem Erforschen der Funktionsweise aller Organe, die zur menschlichen Sehleistung eingesetzt werden. Die visuelle Informationsverarbeitung lässt sich anhand des in Bild 1 dargestellten Prozesses beschreiben. Eine elektromagnetische Strahlung im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 750 nm (Licht) löst einen Reiz aus, der vom Auge registriert werden kann (BIRBAUMER, SCHMIDT 1996). Allgemein nennt man dieses durch Sinnesorgane vollzogene Registrieren von Reizen Perzeption. Scharfes Sehen ist nur bei zentraler Betrachtung eines Objektes möglich. Der foveale Sehbereich ist der Teil der Netzhaut, welcher nur Zapfen enthält und die Stelle des schärfsten Sehens bietet; dahingegen befinden sich im peripheren Gesichtsfeld hauptsächlich Stäbchen und die Sehschärfe nimmt zum Rande des Gesichtsfeldes steil ab. Im Gesichtsfeld wird der Lichtreiz entdeckt; daraufhin wird, falls der Reiz im peripheren Gesichtsfeld liegt, ein ruckartiger Blicksprung (Sakkade) durchgeführt, um das Sehobjekt im fovealen Sehbereich zu erfassen. Die visuellen Reize dringen durch das optische System des Auges mit der Hornhaut, dem Kammerwasser, der Pupille, der Linse und dem Glaskörper und treffen auf die Empfängereinheiten des rezeptiven Systems auf der Netzhaut (Zäpfchen und Stäbchen) (siehe Bild 2). Jede dieser Empfängereinheiten (Sinneszellen) ist über Ganglionzellen mit einer Nervenfasern verbunden. Alle Nervenfasern werden im Sehnerv gebündelt, der die Nervenimpulse an das zentralnervöse System (Gehirn) weiterführt.

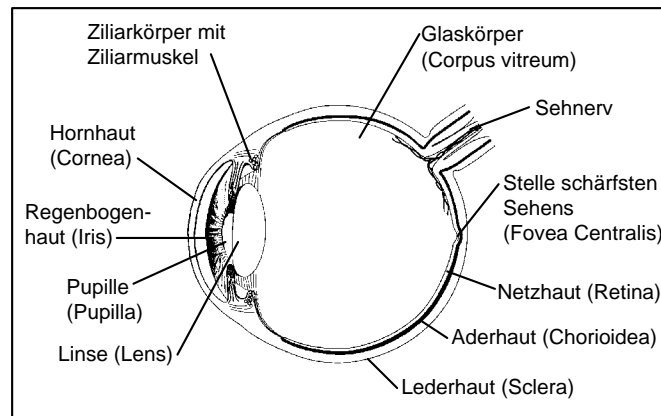


Bild 2: Augapfel im Schnittbild
(in Anlehnung an SPECKMANN, WITTKOWSKI 1994)

Die weitere Verarbeitung der visuellen Reizeinwirkung wird in der Großhirnrinde (cerebraler Cortex) vollzogen (WITTLING 1976). Signalverarbeitende Prozesse im Gehirn verhelfen zu einem Erkennen des Sehobjektes und zur Weiterverarbeitung und Speicherung der Informationen. Während das Kurzzeitgedächtnis des Gehirns als Ort kognitiver Prozesse gilt (Kognition bezeichnet den Prozeß des Erkennens, das heißt des HerauslöSENS einer "Gestalt" aus dem Reizmuster), wird im Langzeitgedächtnis deklaratives und prozedurales Wissen gespeichert und abgerufen. Das im Langzeitgedächtnis gespeicherte Wissen und die Daten der unmittelbaren Wahrnehmung werden in einem kognitiven Prozeß verarbeitet und resultieren schließlich in einem Handlungsmuster für eine Reaktion, wie zum Beispiel Sprechen oder Bewegen der Finger zu einer Tastatur.

Die Wahrnehmungspsychologie

Ein Mensch, der in früher Kindheit sein Augenlicht verliert und dieses später durch operativen Eingriff zurückgewinnt, hat in der Regel große Schwierigkeiten, das was er sieht, richtig zu deuten und zu interpretieren. Andererseits kann sich der Mensch im späteren Leben an eine langdauernde Veränderung anpassen, beispielsweise wenn durch das Tragen von sogenannten Umkehrbrillen das Abbild auf der Netzhaut umgekehrt wird. Nach einiger Zeit wird die "umgekehrte" Umwelt wieder "normal" gedeutet, so daß sie mit der Tageswelt übereinstimmt (BIRBAUMER, SCHMID 1996). Selbst bei voller Funktionsbereitschaft der Augen liefern diese kein eindeutiges Abbild der Umwelt an das Gehirn. Das Gehirn muß anhand von vorhandenen und gespeicherten Erfahrungen eine Deutung und Identifizierung der Reize vornehmen, die über die Sehnerven einströmen. Diese Deutung verhindert das sinnlose Erkennen irgendwelcher visuellen "Reizmuster" und führt zur Interpretation von bedeutungsvollen Objekten der Umwelt.

Die Anordnung von Informationen ist mitbestimmend für die Registrierung, die Deutung und das richtige Verständnis der visuellen Reize. Schon in den zwanziger Jahren wurden in Deutschland die Grundlagen zu einer Wahrnehmungspsychologie gelegt, die sich mit dem Erkennen von Gestalten befaßt (HASEBROOK 1995). Für die Wahrnehmungspsychologie besteht die zentrale Frage darin, wie es aufgrund der flächenhaften Helligkeitsverteilung des Netzhautbildes zur Wahrnehmung der vorhandenen dreidimensionalen Objekte kommt (GLASER 1994). Der entscheidende Prozeß der Deutung von Gestalten ist die Zerlegung der aufgenommenen Reize in die elementaren Bestandteile "Figur" und "Grund". Die Wahrnehmungspsychologie versucht zu erklären, wann ein visueller Reiz als Figur gedeutet wird, somit diese Figur als Ganzes erkannt wird, und was zum Hintergrund wird.

Die Gestaltgesetze

Nach eingehenden Untersuchungen dieser Figur-Grund-Beziehung und den Wirkungen von Anordnungen leitete Wertheimer im Jahre 1923 die sogenannten Gestaltgesetze ab (HERCZEG 1994). Bei ihnen geht es darum, daß visuelle Elemente nicht als Anhäufung von Einzelinformationen wahrgenommen werden, sondern nach bestimmten Prinzipien als Figuren erkannt werden (ZWERINA 1992). Diese Gestaltgesetze gelten für alle Individuen; das heißt, sie betreffen alle Menschen und variieren weder interindividuell (Abweichung zwischen verschiedenen Menschen) noch intraindividuell (Abweichung von Merkmalen eines Individuums mit der Situation oder Zeit) (CHARWAT 1992).

Im Bereich der Software-Ergonomie haben die Gestaltgesetze eine besondere Bedeutung: Gestaltgesetze müssen bei der Gestaltung und Bewertung von Bildschirmmasken berücksichtigt werden, um die Wahrnehmung zusammengehörender Informationen in Masken, Menüs, Bildern, Sequenzen oder anderen visuellen Ausdrucksformen als zusammenhängende Gestalt zu erleichtern. Die Erfüllung der Gestaltgesetze bei Bildschirmmasken kann anhand verschiedener Bewertungs- und Evaluationsmethoden nachgewiesen werden. Dies ist Thema eines folgenden Artikels dieser Serie.

Nachfolgend werden die wichtigsten Gestaltgesetze angesprochen, wobei die Numerierung keine Rangfolge bedeutet. Ergänzend wird auf die umfangreiche Literatur zu diesem Thema verwiesen (METZGER 1975; GEISER 1990; CHARWAT 1992; GLASER 1994; HERCZEG 1994; HASEBROOK 1995).

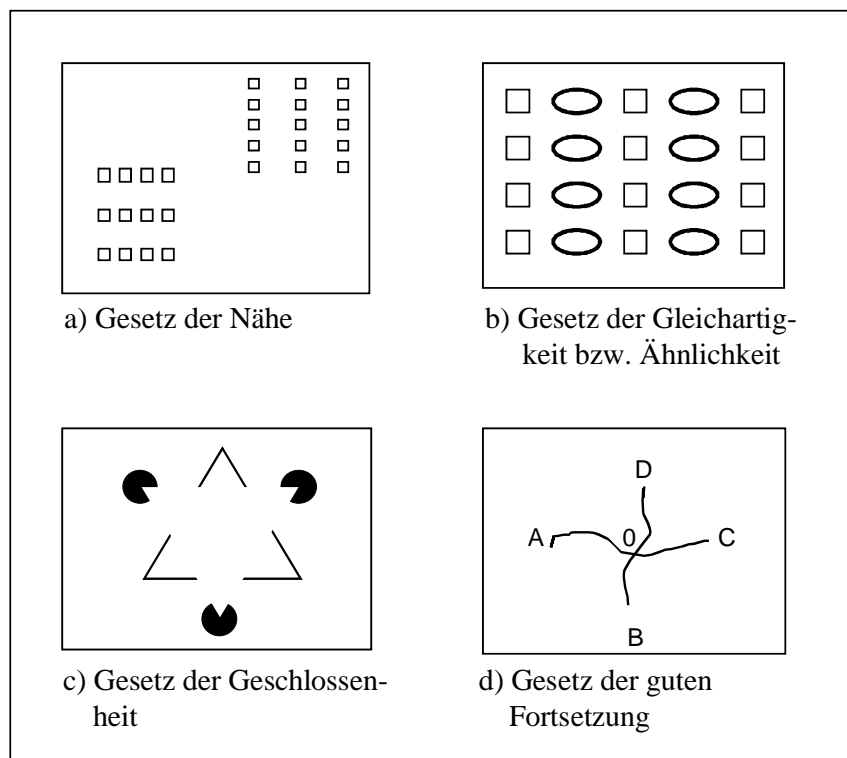


Bild 3: Gestaltgesetze der Wahrnehmungspsychologie
(nach CHARWAT 1992; GLASER 1994)

1. Gesetz der Nähe

Elemente in räumlicher Nähe werden gruppiert und als zusammenhängend erlebt. So wird im linken Muster des Bildes 3a) die Zeilenordnung und im rechten Muster die Spaltenordnung betont.

2. Gesetz der Gleichartigkeit bzw. Ähnlichkeit

Gleiche oder ähnliche Elemente des Wahrnehmungsfeldes werden zu einer Gestalt zusammengefaßt. Wie stark das Gesetz wirksam wird, bestimmt die Verschiedenheit der Elemente, so daß mit wachsender Ähnlichkeit bis hin zur Gleichheit von Elementen die Wirksamkeit steigt.

Das Muster in Bild 3b) enthält gleiche Zeilen- und Spaltenabstände zwischen den Elementen (das Gesetz der Nähe ist daher nicht wirksam). Jedoch bilden die Elemente nach dem Gesetz der Gleichartigkeit bzw. Ähnlichkeit ein spaltenweise zusammenhängendes Muster.

3. Gesetz der Geschlossenheit

Das Gesetz der Geschlossenheit besagt, daß zu einer unvollständigen Figur angeordnete Elemente in der Wahrnehmung komplettiert werden.

Obwohl deutlich zu erkennen ist, daß es sich in Bild 3c) um offene Linien und Kreissegmenten handelt, kann der Eindruck einer überlagerten Figur nicht abgewehrt werden. Dieses Dreieck ist das nach seinem Erfinder benannte "Kanisza-Dreieck" und wurde 1955 erstmals beschrieben.

4. Gesetz der guten Fortsetzung

Das Gesetz der guten Fortsetzung besagt, daß sich schneidende Konturen so gedeutet werden, daß die beteiligten Linien möglichst "glatt" erscheinen, also so wenig wie möglich geknickt oder gebogen sind. Der Betrachter des Bildes 3d) nimmt die Linien AOC und BOD als zusammenhängende Konturen wahr. Die mögliche Deutung als Kurven AOD und BOC bietet die visuelle Wahrnehmung nicht an, da in diesem Falle der Ursprung O zwei annähernd rechte Winkel anstelle geradliniger Fortsetzungen bildet. Auch die Wahrnehmung von vier zusammentreffenden Linien AO, BO, CO und DO wird vom visuellen System abgewehrt.

5. Gesetz des gemeinsamen Schicksals

Der Betrachter faßt einzelne Elemente des Wahrnehmungsfeldes zusammen, die dieselbe Bewegung ausführen oder denen übereinstimmende bzw. ähnliche Veränderungen zugrunde liegen. Beispiele dafür sind farbcodierte, bewegte oder blinkende Elemente. Zu den weiteren Gestaltungsgesetzen gehört das Gesetz der objektiven Einstellung, das Gesetz des Aufgehens ohne Rest, das Gesetz der Symmetrie, das Gesetz der Ebenbreite, das Gesetz der einfachsten Schichtung u.a. Erläuterungen zu diesen Gestaltungsgesetzen finden sich zum Beispiel bei METZGER (1975).

Figuren sind um so prägnanter, je mehr Gestaltungsgesetze erfüllt sind; das heißt, dem Wahrnehmungsapparat fällt es leichter und es gelingt ihm schneller, die Muster zu organisieren und Gestalten zu identifizieren. Während in Bild 4 die Wirkung des Gesetzes der Nähe bereits eine Blockbildung begünstigt, verstärkt die Kombination des Gesetzes der Nähe und des Gesetzes der Symmetrie diese Blockbildung. Eine Kombination der Gesetze der Nähe, der Symmetrie und der Gleichartigkeit lassen die Blöcke als prägnante Figuren erscheinen.

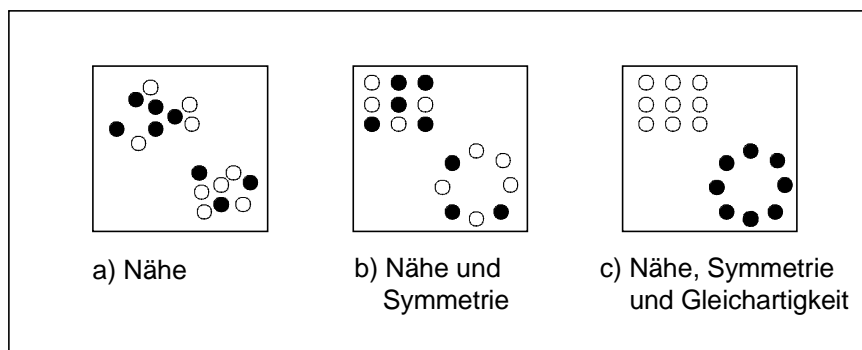


Bild 4: Kombinationen von Gestaltungsgesetzen
(Quelle: ZWERINA 1984)

Unzuverlässigkeit der Gestaltwahrnehmung

Dennoch tragen die aus der Gestaltpsychologie abgeleiteten Erkenntnisse nur zum Teil zur Deutung der Wahrnehmungselemente bei. Einerseits gibt es zahlreiche Ausnahmen von den Galtgesetzen, andererseits können verschiedene Galtgesetze miteinander konkurrieren (z.B. Gesetz der Nähe versus Gesetz der Geschlossenheit) (GADENNE 1996). Kommen bei einer Anordnung gleichzeitig mehrere Galtgesetze vor, so läßt sich das Resultat der konkurrierenden Wirkungen nicht vorherbestimmen (CHARWAT 1992).

Im allgemeinen wird beim Suchen nach der besten Interpretation der Sinneseindrücke die beste Wahl getroffen, so daß der Mensch die Dinge meistens korrekt erkennt (BIRBAUMER, SCHMID 1996). Manchmal kann jedoch keine befriedigende Interpretation getroffen werden, da das Wahrnehmungssystem verschiedene Hypothesen entwirft und zu keiner eindeutigen Entscheidung kommt. Das Abbild des Necker-Würfels (der Schweizer Naturforscher L. A. Necker beschrieb 1832 diese Täuschung erstmals) im Bild 5 ist nicht stabil, denn es kippt zwischen zwei Gestalten: Die graue Seite erscheint einmal als hintere und dann wieder als vordere Seite.

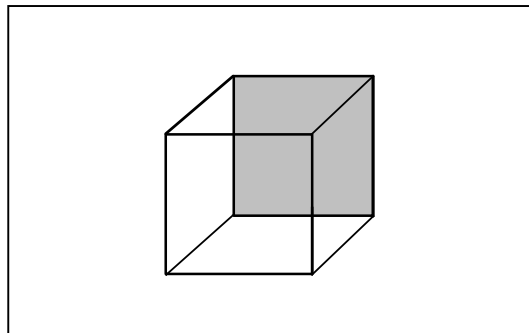


Bild 5: Beispiel des Necker-Würfels
(Quelle: HASEBROOK 1995)

Auch die zahlreichen optischen Täuschungen (siehe die Beispiele in Bild 6) sind nach BIRBAUMER und SCHMIDT (1996) Fehlinterpretationen des Wahrnehmungssystems: Das visuelle System arbeitet in diesen Fällen korrekt; jedoch stimmen die normalerweise zuverlässigen, im Gedächtnis gespeicherten Hinweise, die als Grundlage zur Interpretation dienen, für die den Reizen zugrunde liegenden Gestalten nicht.

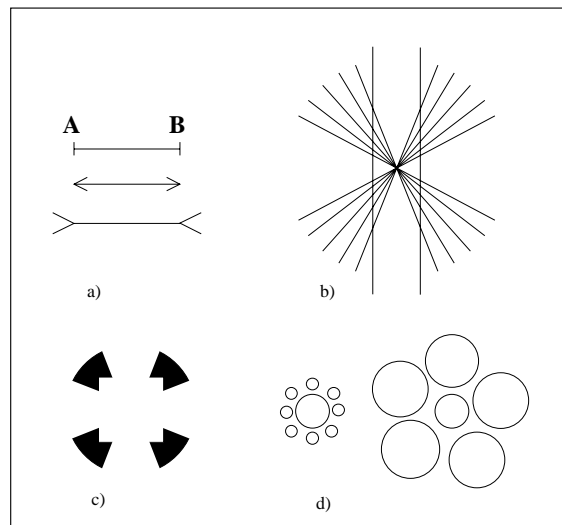


Bild 6: Beispiele für Sinnestäuschungen bei der Gestaltwahrnehmung (nach BIRBAUMER, SCHMIDT 1996)

Die Strecke AB des Doppelpfeiles im Bild 6a) erscheint kürzer als die Strecke AB für die Doppelgabel, obwohl beide Strecken objektiv gleich sind. In Bild 6b) sind die beiden vertikalen Striche parallel und gerade. Ähnlich wie das Kanisza-Dreieck im Bild 3c) verhält sich auch das Muster in Bild 6c): Das weiße Quadrat in der Mitte existiert real nicht, sondern es entsteht durch das Gesetz der Geschlossenheit. Entgegen dem ersten Eindruck besitzen die beiden inneren Kreise des Bildes 6d) den gleichen Durchmesser (BIRBAUMER, SCHMIDT 1996).

Übertragung auf die Gestaltung von Benutzungsoberflächen

Die Gestaltpsychologie liefert anschauliche Beschreibungen von Eigenschaften unserer Wahrnehmung. Leider mangelt es an verallgemeinerbaren und quantifizierbaren Formulierungen der Gestaltgesetze, so daß die Erkenntnisse der Gestaltpsychologie nicht zu einer letztlich erklärenden und umfassenden Theorie der Wahrnehmung führt (GLASER 1994).

Aber auch wenn umfassende quantitative Gesetze fehlen, ist es innerhalb der begrenzten Probleme, die sich bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen ergeben, möglich, mit wahrnehmungspsychologischen Experimenten die Auswirkungen der Gestaltgesetze auf die Gestaltung von Masken zu ermitteln. So liegen Untersuchungen vor, inwieweit zum Beispiel das Gesetz der Nähe bei der Variation entsprechender Darstellungsparameter gegenüber dem Gesetz der Gleichartigkeit bzw. Ähnlichkeit im Sinne eines positiven Effektes dominiert (GLASER 1994).

HAUBNER (1985) experimentierte mit Bildschirmmasken, die aufgrund der Einhaltung von Gestaltfaktoren schwach, mittel oder stark strukturiert waren. Sowohl die Leistung als auch die

subjektive Bewertung von Beobachtern konnte durch eine gute Gestaltung positiv beeinflusst werden. Es zeigte sich, daß eine starke, übersichtliche Struktur die Suchleistung nach Begriffen gegenüber Bildschirmmasken ohne Struktur verdoppelte. Außerdem konnte festgestellt werden, daß die psychisch erlebte Beanspruchung der Benutzer durch die bessere Strukturierung deutlich gemindert wurde. Die Demonstrationsbeispiele und Formulierungen der Gestaltgesetze liefern daher einige Empfehlungen und Regeln zur praktischen Gestaltung von Benutzungsoberflächen auf Bildschirmen, Displays, optischen Anzeigen und Plakaten. Sie finden darüber hinaus auch Anwendungsbereich für viele andere Mensch-Maschine-Schnittstellen, die auf die visuelle Wahrnehmung ausgerichtet sind. Gedruckte Formulare beanspruchen das visuelle System des Menschen ebenfalls und verlangen eine Anwendung der Gestaltgesetze.

Vor allem bei parallel dargebotenen Informationen (in Bild 7 die Kunden- und Bestellangaben) sollte die Übersichtlichkeit gewahrt bleiben. Relevante Kriterien zur Erreichung der Übersichtlichkeit sind nach BENZ, GROB und HAUBNER (1981) die Codierung der Informationen (der nächste Teil dieser Artikelserie behandelt dieses Thema eingehend) und die Gruppierung der Datenmengen. Unter der Codierung von Informationen versteht man die Zuordnung eines oder mehrerer Darstellungsmerkmale (z.B. Farbe, Linien, Blinkfrequenz) zur Information, um diese zu visualisieren. Eine Gruppierung von Informationen kann z.B. durch geeignet gewählte Absätze, Zwischenräume, durch Bildung von Spalten und Tabellen, durch Einrücken usw. erzielt werden.

<p>Kundenangaben</p> <p>Name: _____</p> <p>Adresse: _____</p> <p>Kundennr: _____</p> <p>Marketingverteiler: ja/nein</p> <p>Bestellangaben</p> <p>Artikelnummer: _____</p> <p>Anzahl: _____</p> <p>Preis: _____</p> <p>lieferbar: ja/nein</p>	<p><u>Kundenangaben</u></p> <p>Name: _____</p> <p>Adresse: _____</p> <p>Kundennr: _____</p> <p>Marketingverteiler: ja/nein</p> <p><u>Bestellangaben</u></p> <p>Artikelnummer: _____</p> <p>Anzahl: _____</p> <p>Preis: _____</p> <p>lieferbar: ja/nein</p>
--	--

Bild 7: Das Gesetz der Nähe angewandt in einem Formular

Die Anwendung des Gestaltgesetzes der Nähe (vgl. Bild 7) führt zu einer Gruppierung in der Ausgabe verschiedener Bildschirminformationen, was die Übersichtlichkeit für den Benutzer erheblich steigert. Der linke Teil der Abbildung zeigt schematisch die ursprüngliche Darstellung. Die Umgestaltung des Formulars und damit eine Erhöhung der Übersichtlichkeit wird dadurch

erreicht, daß inhaltlich zusammengehörige Informationen in geeigneter Weise optisch zu Informationsblöcken zusammengefaßt werden. Die Übersichtlichkeit wird außerdem durch die Verwendung der Codierungsmerkmale "Unterstreichen" und "Fettschreiben" der Überschriften gefördert.

Ohne näher auf die Grundsätze der Menügestaltung einzugehen (dies ist Thema in einer der folgenden Artikel dieser Serie), wird exemplarisch die Anwendung des Gesetzes der Nähe und des Gesetzes der Geschlossenheit in einem Pull-Down-Menü vorgestellt (Bild 8). Der Menütitel "Datei" umfaßt verschiedene Menüeinträge, die in Listenform auf dem Bildschirm ausgegeben werden. Aus Benutzersicht verwandte Menüeinträge bzw. Menüeinträge mit ähnlicher Benutzung sind in einer Gruppe zusammengefaßt und durch horizontale Linien getrennt. Somit wird eine geschlossene "Figur" (Gesetz der Geschlossenheit) mit einhergehender Gruppierung erzielt. Diese Gruppierung und die damit erreichte Übersichtlichkeit für den Benutzer kann durch Anwendung des Gesetzes der Nähe intensiviert werden. Zwischenräume zwischen den einzelnen Blöcken verhelfen dem Anwender so zu einem gezielten Auffinden des gesuchten Menüeintrages.

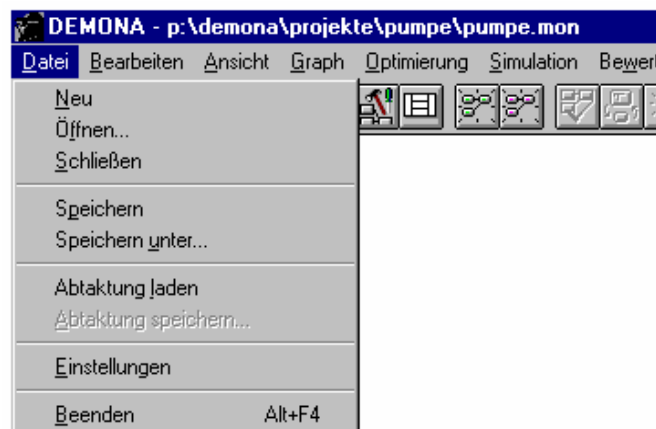


Bild 8: Gestaltgesetze der Nähe und Geschlossenheit angewandt in einem Pull-Down-Menü

Fazit

Die hier behandelten Aspekte der Wahrnehmungspsychologie stellen nur einen kleinen Ausschnitt aus der Problematik der Gestaltung von Mensch-Rechner-Interaktionen dar. Obwohl die Gestaltpsychologie kein theoretisch umfassendes Fundament für die Erklärung der visuellen Wahrnehmung bietet, liefern die Gestaltgesetze einige Ansatzpunkte zur Gestaltung von Bildschirmmasken. Eine strukturierte Umsetzung der Gestaltgesetze Nähe, Geschlossenheit und

Gleichartigkeit bzw. Ähnlichkeit bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen mindert die erlebte Beanspruchung der Benutzer und kann die Leistungen der Benutzer positiv beeinflussen.

Die Wahrnehmung der Informationselemente durch den Benutzer wird darüber hinaus hauptsächlich von der geeigneten Codierungsform und der Wahl der Codierungsmerkmale beeinflusst (vgl. ZÜLCH, KIPARSKI, GRIEBER 1997). Der folgende Artikel dieser Serie (der in der nächsten Ausgabe von Ergo-Med erscheinen wird) geht auf den Gestaltfaktor der Zeichencodierung ein. Hierbei werden u.a. die richtige Zeichen- und Bildgröße, der korrekte Gebrauch von Farben, die dynamischen Codierungsmerkmale und der Einsatz akustischer Hilfsmittel erörtert.

Literatur

BENZ, C.; GROB, R.; HAUBNER, P.:

Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen.

Köln: TÜV Rheinland, 1981.

(Praxis der Ergonomie)

BIRBAUMER, Niels; SCHMIDT, Robert:

Biologische Psychologie.

Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 3. Auflage 1996.

CHARWAT, Hans Jürgen:

Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation.

München, Wien: Oldenbourg, 1992.

GADENNE, Volker:

Bewußtsein, Kognition und Gehirn.

Bern, Göttingen, Toronto: Huber, 1996.

GEISER, Georg:

Mensch-Maschine-Kommunikation.

München, Wien: Oldenbourg, 1990.

GLASER, Wilhelm R.:

Menschliche Informationsverarbeitung.

In: Einführung in die Software-Ergonomie.

Hrsg.: EBERLEH, Edmund; OBERQUELLE, Horst; OPPERMANN, Reinhard

Berlin, New York: de Gruyter, 2. Auflage 1994, S. 7-51.

HASEBROOK, Joachim:

Multimedia-Psychologie.

Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum, 1995.

HAUBNER, Peter:

Zur Helligkeitsbewertung quasi-achromatischer Reize.

Karlsruhe, Uni Diss. 1977.

HAUBNER, P.:

Strukturaspekte der Informationsgestaltung auf Bildschirmen.

In: Aspekte der Informationsverarbeitung.

Hrsg.: BODMANN, H.-W.

Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1985, S. 301-330.

(Fachberichte Messen, Steuern, Regeln; Nr. 13)

HERCZEG, Michael:

Software-Ergonomie.

Bonn: Addison-Wesley, 1994.

METZGER, Wolfgang:

Gesetze des Sehens.

Frankfurt/M.: Waldemar Kramer, 3. Auflage 1975.

SPECKMANN, E.-J.; WITTKOWSKI, W.:

Bau und Funktion des menschlichen Körpers.

München, Wien, Baltimore: Urban und Schwarzenberg, 18. Auflage 1994.

WITTLING, Werner:

Einführung in die Psychologie der Wahrnehmung.

Hamburg: Hoffmann und Campe, 1976.

ZWERINA, Harald:

Ergonomische Bewertung der Struktur und Schreibweise von Bildschirm-Masken.

In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft,

Köln, 38(10 NF)(1984)2, S. 106-109.

ZWERINA, Harald:

Erkennung von Sehzeichen in unterschiedlichen Strukturen auf dem Bildschirm.

Karlsruhe, Uni. Diss. 1992.

ZÜLCH, Gert; KIPARSKI, Rainer von; GRIEBER, Klaus:

Messen, Beurteilen und Gestalten von Arbeitsbedingungen.

Heidelberg: Dr. Curt Haefner, 1997.

(Schriftenreihe Ergo-Med, Band 4)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sascha Stowasser
Universität Fridericiana (TH) Karlsruhe
Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation
Kaiserstraße 12
76128 Karlsruhe