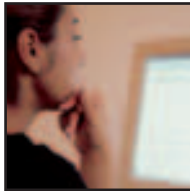


Nutzungsqualität von Software

Grundlegende Informationen zum Einsatz
von Software in Arbeitssystemen



Wir bedanken uns für die fachliche Unterstützung bei
Oleg Cernavin (BC Forschungsgesellschaft, Wiesbaden),
Inga Meyer und Peter Nickel (beide ABO-Psychologie, Uni Oldenburg).

Schriftenreihe Prävention
SP 2.11/1 (BGI 852-1)

Die in dieser Berufsgenossenschaftlichen Information (BGI) enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung	4
1 Gute Software bringt viel – aber was genau?	6
2 Nutzungsqualität der Software – was ist das?	10
2.1 Produkteigenschaft der Software	11
2.2 Nutzungskontext	15
2.3 Nutzungsqualität	18
3 Software als Führungsaufgabe – was bedeutet das?	22
3.1 Software beeinflusst die Arbeitssystem-Gestaltung	23
3.2 Software als Teil eines integrierten Managements	26
4 Software-Ergonomie – was ist vorgeschrieben?	30
5 Software beeinflusst Wissensgenerierung – wie funktioniert das?	36
5.1 Begriffe: Daten – Informationen – Wissen	37
5.2 Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung mit Hilfe von Software	41
5.3 Die Rolle der Sinne bei der Aufgabenbearbeitung mit Software	44
5.3.1 Das visuelle Sinnessystem	45
5.3.2 Das auditive Sinnessystem	55
5.4 Gedächtnis und Wissensgenerierung mit Software	56
5.4.1 Die begrenzte Aufnahmekapazität des Gehirns	57
5.4.2 Der Motor der Wissensgenerierung	58
5.5 Lernprozesse, mentale Modelle und Softwaregestaltung	60
Anhang	63

Vorbemerkung

Software spielt heute bei fast allen Arbeiten eine Rolle. Software beeinflusst die Arbeitsleistung, die Leistungsbereitschaft, die Qualität der Wissensgenerierung und die Produktivität. Eine hohe Nutzungsqualität der Software entscheidet mit über die Qualität der Arbeitsergebnisse sowie über die Zufriedenheit und Motivation der Mitarbeiter.

Was aber bedeutet Nutzungsqualität der Software? Welche Rolle spielt Software

im Arbeitssystem insgesamt? Wie beeinflusst Software unsere Arbeit? Wie wirkt Software auf unsere Informationsverarbeitung im Gehirn? Wo ist Software-Ergonomie vorgeschrieben?

Antworten auf diese Fragen findet jeder fachlich Interessierte in der vorliegenden Broschüre „Nutzungsqualität von Software – Grundlegende Informationen zum Einsatz von Software in Arbeitssystemen“.

Diese Broschüre

- hilft die Nutzungsqualität von Software besser zu bewerten und die Auswirkungen der Software auf die Arbeitsleistungen und das Wohlbefinden der Benutzer einschätzen zu können,
- informiert über die Zusammenhänge von Software und Informationsverarbeitung im Arbeitsprozess.

Arbeitshilfen Software

Die BG-Information „Nutzungsqualität von Software – Grundlegende Informationen zum Einsatz von Software in Arbeitssystemen“ (SP 2.11/1) (BGI 852-1) gehört zu einem Angebot der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft zum Thema Software, das aus den folgenden vier Teilen besteht:

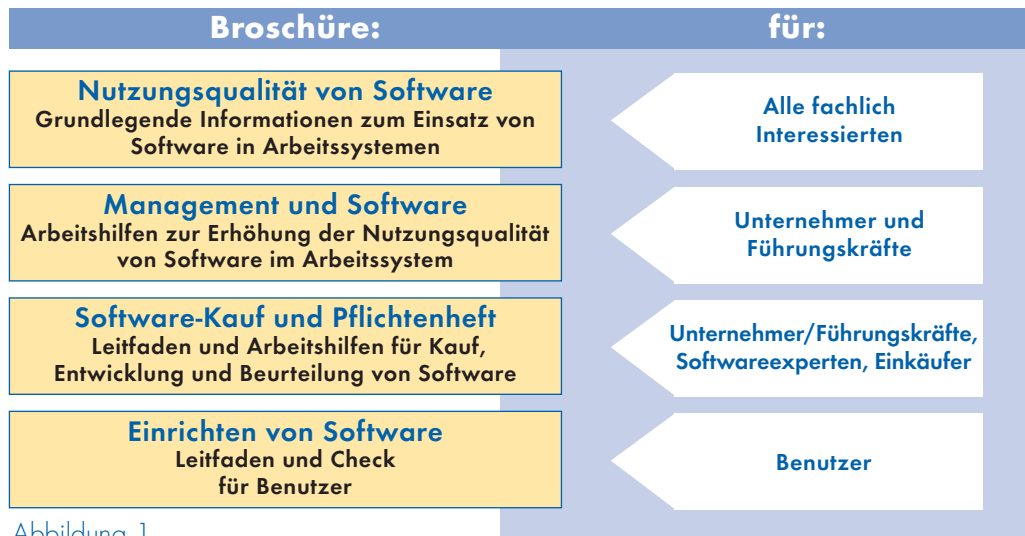


Abbildung 1

- Die vorliegende BG-Information „Nutzungsqualität von Software – Grundlegende Informationen zum Einsatz von Software in Arbeitssystemen“ (SP 2.11/1) (BGI 852-1)
- Die BG-Information „Management und Software – Arbeitshilfen zur Erhöhung der Nutzungsqualität von Software im Arbeitssystem“ (SP 2.11/2) (BGI 852-2)

Diese Broschüre richtet sich an Führungskräfte und Unternehmer. Software durchdringt immer stärker alle Bereiche der Wertschöpfung und wird deswegen zur Führungsaufgabe. Die Broschüre bietet Unternehmern und Führungskräften umfassende Anleitungen, Arbeitshilfen und Instrumente an, die helfen Prozesse zu gestalten, in denen Software zielgerichtet zur Steigerung der Wertschöpfung eingesetzt wird.

- Die BG-Information „Software-Kauf und Pflichtenheft – Leitfaden und Arbeitshilfen für Kauf, Entwicklung und Beurteilung von Software“ (SP 2.11/4) (BGI 852-4)

Viele Ressourcen im Unternehmen werden vergeudet, weil ergonomisch ungeeignete oder unbrauchbare Software eingesetzt wird. Wie aber bekommt man Software mit hoher Nutzungsqualität? Diese Broschüre gibt Unternehmern, Führungskräften, Systemadministratoren und Einkäufern Beurteilungskriterien und Hilfen für den Kauf und die Entwicklung von Software an die Hand.

- Die BG-Information „Einrichten von Software – Leitfaden und Check für Benutzer“ (SP 2.11/3) (BGI 852-3)

Die Arbeitsleistung und auch das Wohlbefinden bei der Arbeit mit Software hängen wesentlich damit zusammen, ob die Software ergonomisch eingerichtet ist. Das kann jeder Benutzer selbst tun. Mit der Broschüre können Benutzer prüfen, ob ihre Software ergonomisch eingerichtet ist. Sie erhalten Tipps und Informationen, wie Sie ergonomisch arbeiten.



1 Gute Software bringt viel – aber was genau?

Fast jeder Arbeitsplatz hat mit Software zu tun. Über 50 Prozent aller Beschäftigten arbeiten mit Computern und EDV-Geräten, 85 Prozent aller Beschäftigten mit Büro- und Kommunikationsgeräten (nach BIBB/IAB-Erhebung 2001). Software spielt bei fast jeder Arbeit mit. Software umfasst sowohl das Betriebssystem als auch Anwendungsprogramme, mit denen man zum Beispiel am Rechner Texte verfasst, Arbeit organisiert, Termine plant, Lagerbestände verwaltet, Anlagen und Maschinen steuert, die Buchführung

erledigt usw. Die Qualität der Arbeit hängt also unmittelbar mit der Nutzungsqualität der Software zusammen. Was aber macht die Nutzungsqualität der Software aus und was bewirkt sie? Was bringt gute Software?

Die Wirkung von Software ist durch eine Vielzahl von wissenschaftlichen Arbeiten belegt. Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass gute Software folgende Wirkungen hat (Abbildung 2):

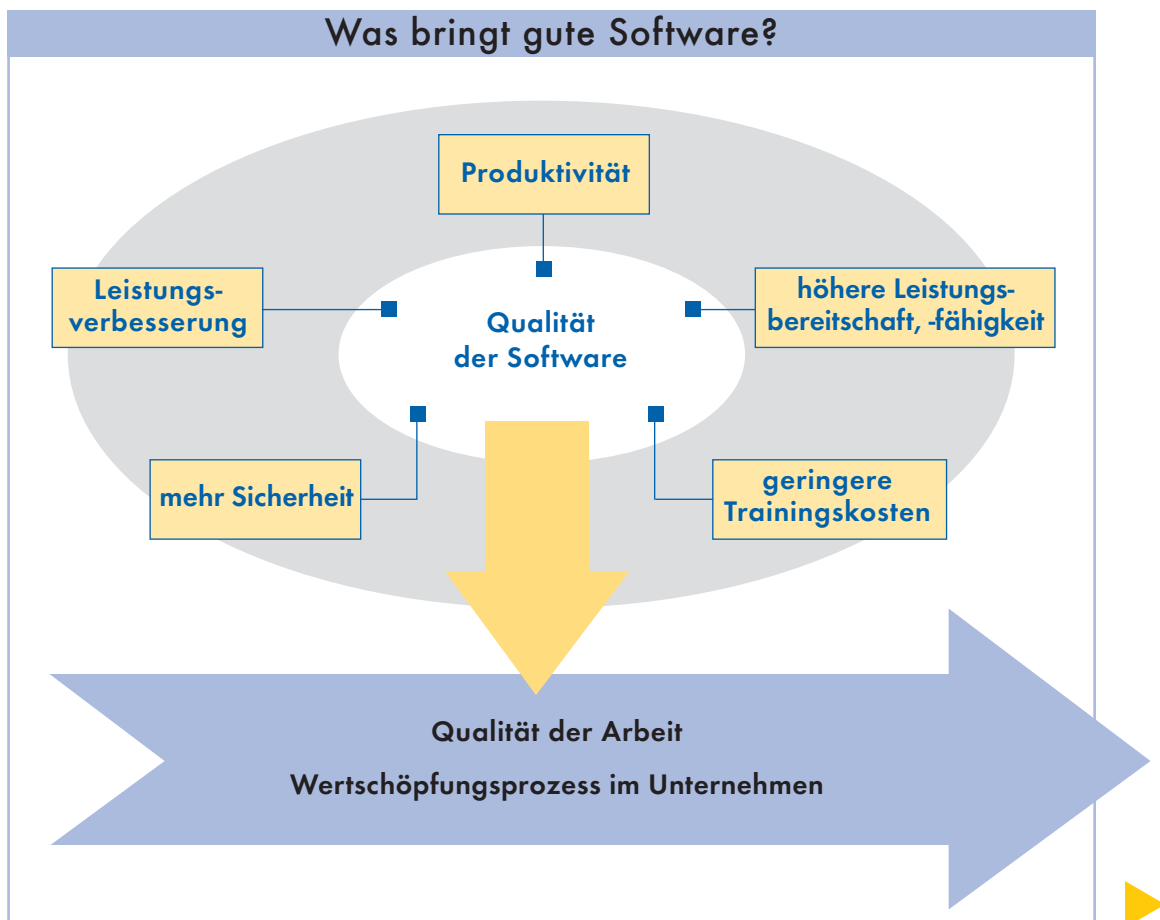


Abbildung 2

■ Produktivität

In Untersuchungen wurde festgestellt, dass Beschäftigte etwa 10 Prozent ihrer Arbeitszeit damit verbringen, Fehler im Umgang mit ihren Computern zu bewältigen. Das bedeutet für ein mittelständisches Unternehmen mit 50 Mitarbeitern rund 400 000 Euro Verlust im Jahr, eventuelle Ausfallzeiten nicht mit eingerechnet.

■ Leistungsfähigkeit und -bereitschaft

Mit Software, die an menschliches Arbeitshandeln und die Arbeitsaufgaben angepasst ist, bearbeiten Benutzer die Aufgaben in ihrem Unternehmen zuverlässiger, schneller und zufriedener. Die psychischen Belastungen (zum Beispiel Stress durch Softwarefehler und schlechte Softwaregestaltung) und die körperlichen Belastungsfolgen (zum Beispiel Kopfschmerzen und Augenflimmern) sind bei qualitativ hochwertiger Software deutlich geringer. Durch höhere Zufriedenheit, geringere Belastungen und höhere Nutzungsqualität steigt bei den Benutzern die Leistungsfähigkeit und -bereitschaft.

■ Leistungsverbesserung

Eine qualitativ hochwertige Software ist gesundheits- und lernförderlich. Durch ergonomische Gestaltung erleichtert sie die Informationsaufnahme und -verarbeitung und wirkt sich positiv auf Konzentration und Aufmerksamkeit aus. In Studien wurde außerdem belegt, dass ergonomisch gute Software die Bearbeitungszeit der Mitarbeiter günstig beeinflusst.

■ Geringere Trainingskosten

Eine neue Software ist mit hohem finanziellen Aufwand für Training und Beratung verbunden. Eine qualitativ hochwertige Software führt in kürzerer Zeit zu einer deutlich besseren Ausschöpfung der Möglichkeiten der Software. Die Beschäftigten lernen schneller, besser mit der Software umzugehen und ihre Möglichkeiten auszunutzen. Eine qualitativ hochwertige Software führt zu deutlich geringeren schleichenden Trainingskosten (zum Beispiel Selbstschulung, Zeit, die software-erfahrene Mitarbeiter mit Hilfestellungen für weniger erfahrene Beschäftigte verbringen).

■ Sicherheit

Vielen Störfällen, Ablaufproblemen und Unfällen liegt eine mangelnde Gebrauchstauglichkeit der Software zugrunde. Informationen wurden übersehen, Daten wurden versehentlich gelöscht oder vorher nicht gesichert, Warnmeldungen wurden

missverstanden. Alle diese Probleme können durch hochwertige Software weitgehend aufgefangen werden. Bei großen Katastrophenfällen wie Tschernobyl oder Three Mile Island spielte die Nutzungsqualität der Software eine Rolle.

Wichtiger Hinweis: Wirtschaftlichkeit

Kurzfristiges Geldsparen bei Software kann sehr teuer werden

In eine Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind nicht nur die Anschaffungskosten von Software, sondern die Nutzungskosten (Anschaffungskosten + Folgekosten) einzubeziehen (Abbildung 3). Hohe Folgekosten, also Kosten, die erst nach dem Kauf einer Software auflaufen, lassen sich durch qualitativ hochwertige Software deutlich reduzieren – auch wenn diese in der Anschaffung etwas teurer sein mag, Folgekosten können sich ergeben aus:

- Kosten der System-Administration
- Kosten wegen eines erhöhten Bedarfs an technischem Support

- Kosten wegen eines erhöhten Bedarfs an Training
- Kosten wegen Systemabstürzen
- Kosten wegen langer Systemantwortzeiten
- Kosten wegen unnötigen Aufwands bei der Dateneingabe
- Kosten wegen notwendiger Fehlerkorrekturen
- Kosten wegen programmbedingter Fehlbedienungen
- Kosten wegen der Unvereinbarkeit von Aufgabe, Aufgabenstruktur und Software

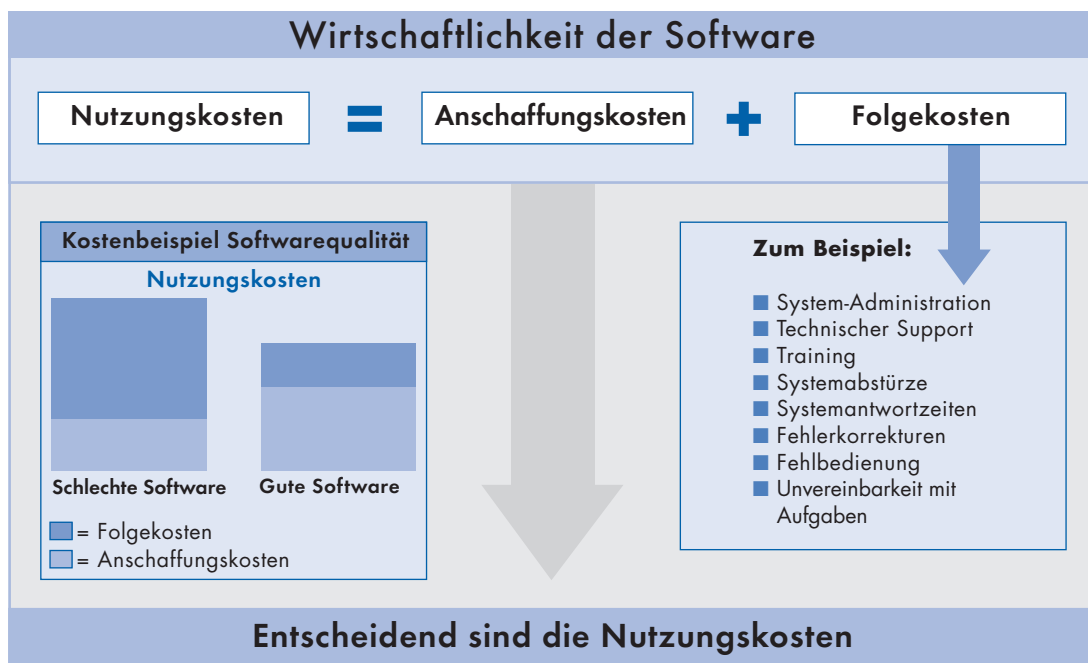


Abbildung 3



2

Nutzungsqualität der Software – was ist das?

Was ist unter Nutzungsqualität der Software zu verstehen? Die Nutzungsqualität der Software ergibt sich aus den Produkteigenschaften der Software und einem hochwertigen Nutzungskontext, in dem die Software eingesetzt wird. Bei der Beurteilung der Nutzungsqualität der Software kommt es also einerseits darauf an, das Produkt selbst zu betrachten und gleichzeitig die Gestaltung des Arbeitssystems sowie die Qualität der sozialen Beziehungen im Auge zu haben. Im Folgenden wird dargestellt, welche Kriterien für die Produkteigenschaft relevant sind und welche für den Nutzungskontext.

2.1 Produkteigenschaft der Software

Eine wichtige Produkteigenschaft der Software ist ihre ergonomische Gestaltung. Die Software-Ergonomie orientiert sich an:

- Art und Weise menschlicher Informationsverarbeitung wie Kurzzeitgedächtnis, Metaphern, Farbwahrnehmung
- Aufgaben und Zielen der Benutzer, die mit Software-Unterstützung verrichtet bzw. erreicht werden sollen

■ **Software-Ergonomie** bedeutet, dass die Eigenschaften eines Softwaresystems an die physischen und psychischen Eigenschaften der damit arbeitenden Menschen angepasst sind.

Eine ergonomische Gestaltung der Software fördert die Arbeitsleistung und das Wohlbefinden. Bei der Beurteilung der Software-Ergonomie ist zu berücksichtigen, dass es nicht den einzig richtigen Weg des Arbeitshandelns gibt. Es können immer verschiedene Wege, Entscheidungen und Handlungsfolgen zu einer optimalen Aufgabenlösung führen. Software, die dem Benutzer zum Beispiel nur eine fest vorgegebene und einheitliche Art der Aufgabenbearbeitung liefert, ist im Allgemeinen nicht ergonomisch gestaltet und daher für den betrieblichen Einsatz eher ungeeignet.

Wesentlicher Gegenstand der Software-Ergonomie ist die Benutzungsschnittstelle. Darunter wird die Schnittstelle zwischen dem Benutzer und dem Softwaresystem verstanden.



■ **Benutzungsschnittstelle** ist die Komponente eines Software-systems, mit der der Benutzer be-grifflich oder über seine Sinne und seine Motorik in Verbindung tritt.

Zur Benutzungsschnittstelle gehören auch die Vorstellungen und Kenntnisse des Benutzers über seine Aufgabe (Aufga-benwissen) und über das Software-system, mit dem er arbeitet (Werkzeug-wissen). Da es der Anspruch der Soft-ware-Ergonomie ist, dass Benutzer und Softwaresystem optimal zusammenar-beiten, wird neuerdings immer häufiger von der Gestaltung der Mensch-Computer-Schnittstelle gesprochen.

Ein Teil der Benutzungsschnittstelle ist die Benutzungsoberfläche.

■ Die **Benutzungsoberfläche** beschreibt die Objekte, Formen und Techniken, durch die der Benutzer mit dem Softwaresystem in Verbindung tritt.

Durch die Software-Ergonomie wird wesentlich die Qualität des Dialoges zwischen dem Benutzer und dem Softwaresystem beeinflusst. Diese Qualität des Dialoges wird mit einer Fülle von Begriffen beschrieben, die alle mehr oder weniger das Gleiche meinen. Zu diesen Begriffen gehören zum Bei-spiel: Benutzerfreundlichkeit, Usability, Gebrauchstauglichkeit, Bedienungs-freundlichkeit, Easy to use.

Allgemein durchgesetzt hat sich der Begriff „Gebrauchstauglichkeit“ als Übersetzung des englischen Begriffs „Usability“. Definiert wird Gebrauchs-tauglichkeit folgendermaßen:

■ **Gebrauchstauglichkeit (Usability)** ist das Ausmaß, in dem ein Pro-dukt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimm-te Ziele effektiv, effizient und zufried-enstellend zu erreichen.

(nach DIN EN ISO 9241-11)

Die Gebrauchstauglichkeit von Software setzt voraus, dass folgende Grundsätze der Dialoggestaltung erfüllt sind:

■ **Aufgabenangemessenheit**

Die Software muss die Erledigung der Arbeitsaufgabe unterstützen, ohne durch spezielle Eigenschaften die Benutzer zusätzlich zu belasten.

■ **Selbstbeschreibungsfähigkeit**

Dem Benutzer der Software sollen beim Umgang der Einsatzzweck und der Funktionsumfang kontinuierlich deutlich sein. Dazu hat die Software dem Benutzer Angaben über die jeweiligen Dialogabläufe unmittelbar oder auf Verlangen zur Verfügung zu stellen.

■ **Steuerbarkeit**

Die Software muss dem Benutzer die Beeinflussung der Dialogabläufe ermöglichen. Dialogabläufe sind steuerbar, wenn der Benutzer nach Maßgabe der Arbeitsaufgabe sowohl Ablauf, Geschwindigkeit, Auswahl und Reihenfolge des Einsatzes von Arbeitsmitteln als auch Art und Umfang von Ein- und Ausgaben beeinflussen kann.

■ **Fehlertoleranz**

Das System muss trotz einer Fehlbedienung stabil und funktionstüchtig bleiben. Die Software muss eventuelle Fehler bei der Handhabung beschreiben. Die Fehler müssen mit begrenztem Arbeitsaufwand beseitigt werden können.

■ **Erwartungskonformität**

Die Software muss den Kenntnissen und Erfahrungen der Benutzer entsprechen. Dazu gehören beispielsweise die Kenntnisse aus dem Arbeitsgebiet des Benutzers, seine Ausbildung und seine Erfahrung sowie allgemein anerkannte Konventionen.

■ **Individualisierbarkeit**

Das Dialogsystem der Software muss Anpassungen an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe sowie an die individuellen Fähigkeiten und Vorlieben des Benutzers zulassen. Dabei sind firmeninterne Erfordernisse zu berücksichtigen.

■ **Lernförderlichkeit**

Das Dialogsystem der Software muss den Benutzer beim Erlernen der Dialogmöglichkeiten der Software unterstützen und anleiten.

Zusätzlich sollten bei der Darstellung von Informationen folgende Erkenntnisse berücksichtigt werden:

■ **Organisation von Informationen**

Die Software soll Texte und Grafiken so darstellen, dass sie inhaltlich gruppiert, positioniert und formatiert sind. Die einzelnen Masken sollten nicht zu viele Informationen enthalten und übersichtlich bleiben.

■ **Verwendung grafischer Objekte**

Die Software soll zur schnelleren und einfacheren Orientierung grafische Objekte verwenden (zum Beispiel Icons, Zeiger, Positionsmarken).

■ **Gebrauch von Kodierverfahren**

Die Software soll zur besseren und sicheren Orientierung Informationen eindeutig kodieren. Dazu sind alphanumerische (zum Beispiel Abkürzungen), grafische Codes, eine Kodierung mit Farben oder andere visuelle Verfahren zu verwenden (zum Beispiel Blinken, Helligkeitskodierung).

Die nachfolgende Tabelle (Abbildung 4) zeigt Beispiele für die Kriterien und Maße der Gebrauchstauglichkeit.



Kriterien und Maße der Gebrauchstauglichkeit und der gewünschten Produktmerkmale

Beispiele in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11

Ziel der Gebrauchstauglichkeit	Maße der Effektivität	Maße der Effizienz	Maße der Zufriedenstellung
Allgemeine Gebrauchstauglichkeit	Grad der Zielerreichung (in Prozent); Prozentsatz der Benutzer, die die Aufgabe erfolgreich abschließen; durchschnittliche Genauigkeit der abgeschlossenen Aufgaben.	Zeit für Erledigung einer Aufgabe; abgeschlossene Aufgabe pro Zeiteinheit; Kosten der Aufgabenerledigung.	Einstufungsskala für Zufriedenstellung; Häufigkeit freiwilliger Nutzung; Häufigkeit von Beschwerden.
Angemessen für geübte Benutzer	Anzahl ausgeführter Aufgaben mit hoher Schwierigkeit; Prozentsatz relevanter Funktionen, die genutzt werden.	Effizienz im Verhältnis zu einem Experten-Benutzer	Einstufungsskala für Zufriedenstellung mit Produktmerkmalen für hohe Ansprüche.
Angemessen für Benutzung ohne Einüben	Prozentsatz der beim ersten Versuch erfolgreich abgeschlossenen Aufgaben.	Erforderliche Zeit für den ersten Versuch; ¹⁾ relative Effizienz beim ersten Versuch.	Anzahl freiwilliger Benutzungen.
Angemessen für gelegentliche oder seltene Nutzung	Prozentsatz erfolgreich abgeschlossener Aufgaben.	Erforderliche Zeit zum Wiedererlernen von Funktionen; ¹⁾ Anzahl ständiger Fehler.	Häufigkeit wiederholter Benutzungen.
Minimierung des Unterstützungsbedarfs	Anzahl der Zuhilfenahme von Dokumenten; Anzahl der Forderungen nach Unterstützung; Anzahl der Zugriffe auf die Hilfefunktion.	Produktive Zeit; ¹⁾ Zeit zum Erreichen eines bestimmten Lernniveaus; ¹⁾ relative Effizienz während der Lernphase.	Einstufungsskala für die Zufriedenheit mit der bereitgestellten Unterstützung.

¹⁾ In diesen Fällen soll der Aufwand im Verhältnis zu einer definierten Effektivität gemessen werden.



Ziel der Gebrauchstauglichkeit	Maße der Effektivität	Maße der Effizienz	Maße der Zufriedenstellung
Lernförderlichkeit	Anzahl der erlernten Funktionen; Prozentsatz der Benutzer, die ein bestimmtes Lernniveau erreichen.	Zeit zum Erreichen eines bestimmten Lernniveaus; ¹⁾ Zeit zum Wiedererreichen eines bestimmten Lernniveaus; ¹⁾ relative Effizienz während der Lernphase.	Einstufungsskala für subjektiv erlebte Lernförderlichkeit.
Fehlertoleranz	Prozentsatz der Fehler, die vom System erkannt oder berichtet wurden; Anzahl der vom System tolerierten Fehler des Benutzers.	Zeitaufwand zur Fehlerkorrektur.	Einstufungsskala für subjektiv erlebte Fehlerbehandlung.
Lesbarkeit	Prozentsatz der Worte, die bei normalem Sehabstand richtig gelesen wurden	Zeit für das richtige Lesen einer bestimmten Anzahl von Zeichen.	Einstufungsskala für visuelle Beeinträchtigungen.
1) In diesen Fällen soll der Aufwand im Verhältnis zu einer definierten Effektivität gemessen werden.			

Abbildung 4

2.2 Nutzungskontext

Mit dem Begriff Gebrauchstauglichkeit wird die Verbindung der Produkteigenschaft der Software mit dem Kontext, in dem sie verwendet wird, hergestellt.

Der Nutzungskontext verbindet die Produkteigenschaft der Software mit den Eigenschaften der Benutzer, der Arbeitsaufgabe, den Arbeitsmitteln und der physischen und sozialen Umgebung.

■ Der **Nutzungskontext** umfasst die Benutzer, deren Ziele und Aufgaben, die Ausrüstung am Arbeitsplatz sowie die physische und soziale Umgebung, in der das Softwaresystem genutzt wird.

Der Begriff Nutzungskontext erweitert die Perspektive über die Produkteigenschaft hinaus auf die konkrete Nutzung im Arbeitssystem des Unternehmens (siehe Abschnitt 3.1). Eine solche Perspektive hilft, einen Fehler zu vermeiden, den viele Unternehmen und Organisationen machen: Sie richten ihre Abläufe nach der Software aus und nicht nach dem Arbeitssystem. Da Software mittlerweile in fast allen Entscheidungen und

Handlungen in der Arbeitswelt eine Rolle spielt, erweist sich diese Sichtweise als zu eng. Eine Software, die nicht die Benutzer, die Arbeitsaufgabe und -umgebung berücksichtigt, kann nicht effizient, effektiv und zufriedenstellend sein.

Die folgende Tabelle (Abbildung 5) zeigt beispielhaft, welche Merkmale der Nutzungskontext aufweisen kann.

Merkmale des Nutzungskontextes		
Beispiele in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11		
Benutzer	Arbeitsaufgabe	Arbeitsmittel
■ Benutzertyp ■ repräsentative Benutzer ■ nicht repräsentative und indirekte Benutzer ■ Fertigkeit und Wissen ■ Erfahrung mit dem Produkt ■ Erfahrung mit dem System ■ Erfahrung mit der Arbeitsaufgabe ■ Erfahrung mit der Organisation ■ Übungsgrad ■ Fertigkeiten mit dem Eingabemittel ■ Qualifikationen ■ Sprachfertigkeiten ■ allgemeine Kenntnisse ■ Persönliche Merkmale ■ Alter ■ Geschlecht ■ physische Grenzen und Behinderungen ■ intellektuelle Fähigkeiten ■ Einstellungen ■ Motivation	■ Aufgabenzerlegung ■ Aufgabenbezeichnung ■ Aufgabenhäufigkeit ■ Aufgabendauer ■ Häufigkeit von Ereignissen ■ Handlungsspielraum ■ physische und mentale Anforderungen ■ Aufgabenabhängigkeiten ■ Aufgabenergebnisse ■ gefährliche Auswirkungen von Fehlern ■ sicherheitskritische Erfordernisse	■ Allgemeine Beschreibung ■ Produktbezeichnung ■ Produktbeschreibung ■ Hauptanwendungsbereiche ■ wichtige Funktionen ■ Spezifikation ■ Hardware ■ Software ■ Materialien ■ Dienstleistungen ■ Weiteres

Umgebung		
Organisatorische Umgebung	Technische Umgebung	Physische Umgebung
■ Struktur ■ Arbeitsstunden ■ Gruppenarbeit ■ Funktion ■ Arbeitspraxis ■ Hilfestellung ■ Unterbrechungen ■ Führungsstruktur ■ Kommunikationsstruktur ■ Einstellung und Kultur ■ Vorschriften für den Umgang mit Computern ■ organisatorische Ziele ■ Geschäftsbeziehungen ■ Arbeitsgestaltung ■ Mischarbeit ■ Leistungsmessung ■ Ergebnissrückmeldung ■ Selbständigkeit ■ Entscheidungsfreiheit	■ Konfiguration ■ Hardware ■ Software ■ Referenzmaterial	■ Arbeitsplatzbedingungen ■ atmosphärische Bedingungen ■ akustische Bedingungen ■ Wärmebedingungen ■ Wahrnehmungsbedingungen ■ Umgebungsstabilität ■ Arbeitsplatzgestaltung ■ Größe und Einrichtung ■ Körperhaltung ■ Arbeitsplatz ■ Arbeitsplatzsicherheit ■ Gesundheitsgefährdung ■ Schutzkleidung und -vorrichtungen

Abbildung 5

2.3 Nutzungsqualität

Eine optimale Nutzung der Software wird noch nicht allein durch die Gebrauchstauglichkeit in einem ergonomischen Nutzungskontext erreicht. Hinzukommen muss die Bereitschaft des Nutzers, mit der Software die Arbeitsaufgaben motiviert und in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu bearbeiten. Dies ist nur in einem hochwertigen Nutzungskontext mit angemessenen ergonomischen Bedingungen sowie aktivierenden sozialen Beziehungen und Strukturen möglich. Erst wenn die Software optimal in einem solchen hochwertigen Nutzungskontext genutzt werden kann, kann von Nutzungsqualität gesprochen werden.

Der Begriff Nutzungsqualität der Software beschreibt die Gebrauchstauglichkeit der Software in einem hochwertigen Nutzungskontext (Abbildung 6). Zum hochwertigen Nutzungskontext gehört ein Arbeitssystem (Arbeitsaufgabe, Benutzer, Arbeitsmittel, Arbeitsumgebung), das eine gesunde, sichere und angemessene Bewältigung der Arbeitsaufgaben ermöglicht (wie im Abschnitt 2.2 nach DIN EN ISO 9241-11 beschrieben). Zu einem hochwertigen Nutzungskontext gehören zusätzlich auch aktivierende soziale Beziehungen und Strukturen, die die Nutzungsbereitschaft und -motivation in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess bei den Arbeiten mit der Software fördern. In dieser erweiterten Perspektive kommt neben dem gesunden, sicheren und angemessenen Umgang mit der Software

zusätzlich die Qualität der sozialen Beziehungen und Strukturen (zum Beispiel Art der Zusammenarbeit, Kommunikationswege, Führungsstil) ins Blickfeld. Die Qualitätsforderungen für die Nutzungsqualität von Software leiten sich aus den staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Regelungen, den Normen sowie den Anforderungen eines motivierten Arbeitens in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess ab (Stand der Wissenschaft).

■ Die **Nutzungsqualität** der Software beschreibt die Gebrauchstauglichkeit der Software in einem hochwertigen Nutzungskontext. Ein hochwertiger Nutzungskontext umfasst eine gesunde, sichere und angemessene Arbeitsgestaltung sowie aktivierende soziale Beziehungen und Strukturen. Ein hochwertiger Nutzungskontext ermöglicht es dem Benutzer, die Arbeitsaufgaben mit der Software motiviert und in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess zu bewältigen.

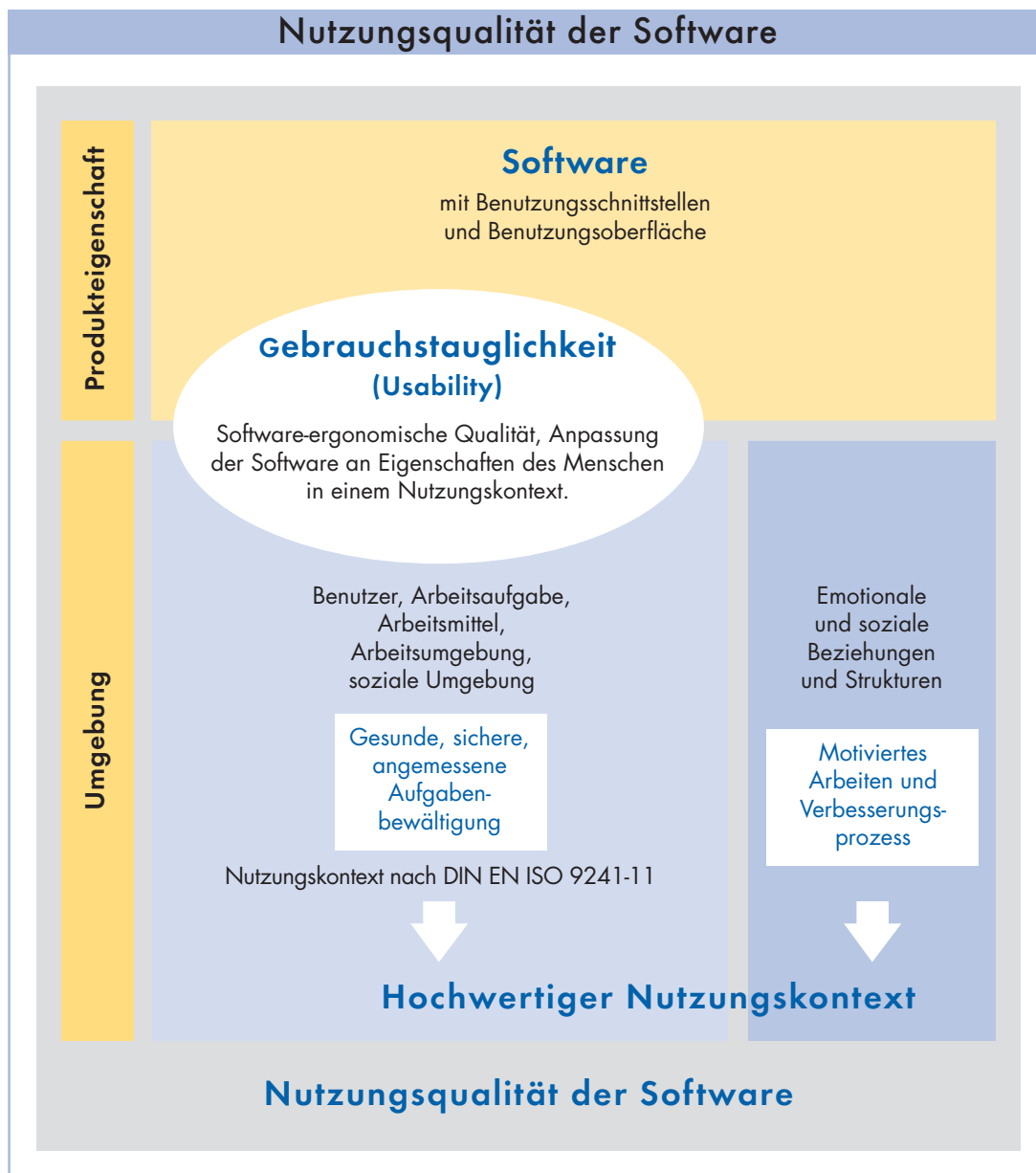


Abbildung 6

Eine hohe Nutzungsqualität einer Software beschreibt die hohe ergonomische Qualität des Software-Produktes und des Arbeitssystems sowie die hohe Qualität der psychischen und sozialen Prozesse mit optimalen Arbeitsergebnissen bei der Nutzung der Software. Die Dimensionen für das Maß der Nutzungsqualität sind (Abbildung 7):

- Effektivität
- Effizienz
- Zufriedenheit
- Qualität der sozialen Beziehungen und Strukturen



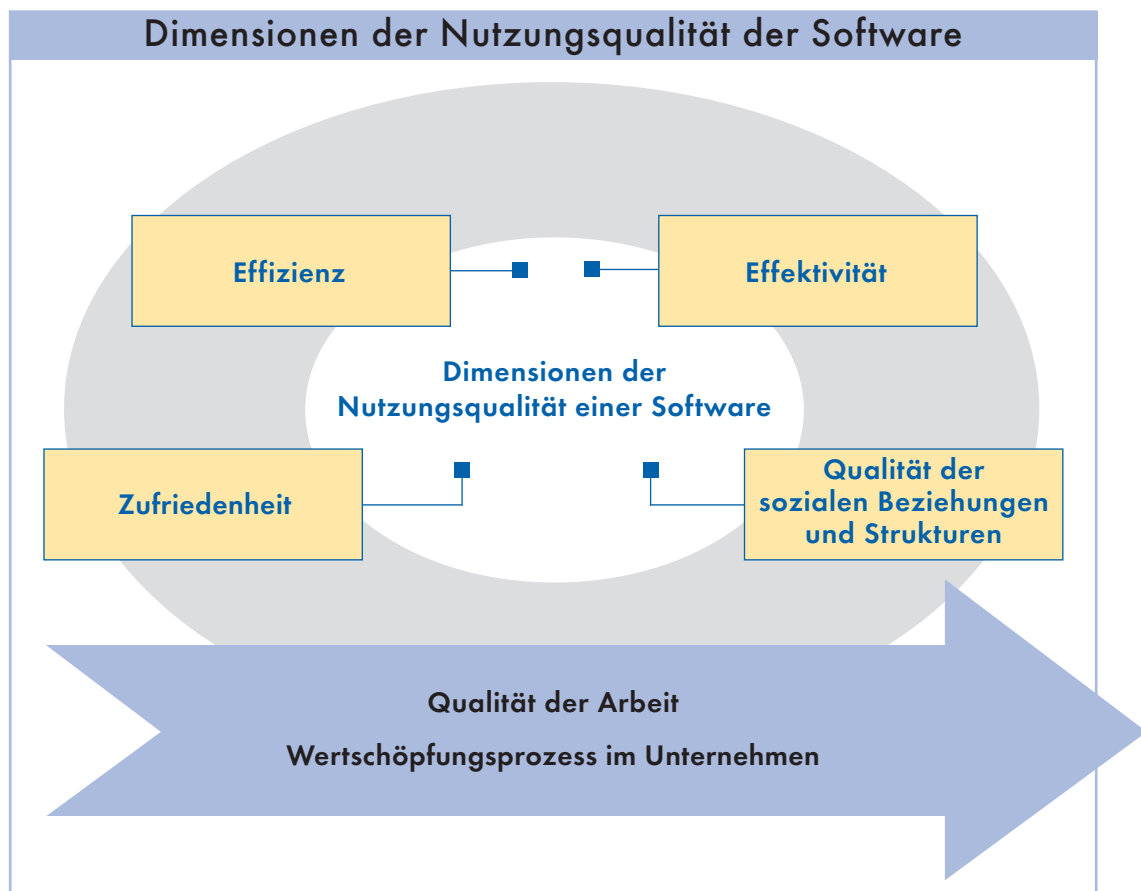


Abbildung 7

■ Effektivität

Unter Effektivität wird dabei die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der ein Benutzer sein Ziel erreicht, verstanden. Genau ist eine Software, wenn sie die Funktionen erfüllt, die der Qualität der Arbeitsaufgaben entsprechen (zum Beispiel bei Reproduktion eines Dokumentes kann die Genauigkeit durch die Anzahl der Rechtschreibfehler oder andere Abweichungen vom vorgeschriebenen Format gemessen werden). Vollständig ist eine Software, die die Funktionen anbietet, die erforderlich sind, um ein Dokument quantitativ zu bearbeiten (zum Beispiel bei Reproduktion eines Dokumentes die Anzahl der Worte des Dokumentes im Verhältnis zur Anzahl der Worte des Quelldokumentes).

■ Effizienz

Unter Effizienz versteht man das Verhältnis von Genauigkeit und Vollständigkeit zum Aufwand, mit dem ein Benutzer ein bestimmtes Ziel erreicht. Zum Aufwand zählen beispielsweise psychische oder körperliche Belastungen, Zeit, Material oder Kosten. So besitzt eine Software geringe Effizienz, wenn man eine immer wiederkehrende Information auf jeder Seite erneut eintippen muss.

■ Zufriedenheit

Unter Zufriedenheit versteht man eine möglichst beeinträchtigungsfreie Nutzung der Software sowie die subjektive Zufriedenheit des Benutzers bei der Arbeit mit der Software. Dazu gehört beispielsweise, dass ein Nutzer mit der Software sicher, gesund und angemessen arbeitet, weil sie einfach zu bedienen ist, er alle Funktionen einfach verwenden kann und sie eine zeitsparende Hilfe für seine Arbeit ist.

■ Qualität der sozialen Beziehungen und Strukturen

Unter der Qualität der sozialen Beziehungen und Strukturen ist der spezifische soziale Kontext des Einsatzfeldes der Software zu verstehen. Die Software wird eingesetzt für eine jeweils spezifische Arbeitsaufgabe unter spezifischen organisatorischen und sozialen Bedingungen des Betriebes in einer jeweils konkreten Umgebung. Die Unternehmenskultur, das Betriebsklima, die Gestaltung der Organisationsstrukturen und der Entscheidungsprozesse, das Alter der Belegschaft oder der Anteil der Behinderten sind wesentliche Faktoren im sozialen Prozess der Arbeit, die den Nutzen der Software und den Umgang mit ihr beeinflussen. Die Qualität der sozialen Beziehungen und Strukturen entscheidet darüber, ob die Beschäftigten beim Arbeiten mit der Software nur „Dienst nach Vorschrift“ machen oder ob sie aktiv und motiviert in einem ständigen Verbesserungsprozess (lernende Organisation) die Arbeitsaufgaben mit der Software bewältigen. Die Qualität der sozialen Beziehungen und Strukturen ergeben sich beispielsweise aus

- einem kooperativen Führungsstil,
- einer vertrauensvollen Zusammenarbeit,
- einer intensiven und offenen Kommunikation,
- einer umfassenden Information über die Arbeitsaufgabe,
- der Beteiligung der Mitarbeiter an der Gestaltung der Arbeitsprozesse,
- den Möglichkeiten Verbesserungsprozesse einleiten zu können.

Erst alle Dimensionen für das Maß der Nutzungsqualität zusammen führen in einem integrierten Arbeitsprozess zu einer hohen Nutzungsqualität der Software. Für die Dimensionen Effektivität und Effizienz liegen Normen (DIN EN ISO 9241 Teile 10 bis 17) vor, die einen Rahmen für die Beurteilung bieten. Auch für die Faktoren Arbeitsmittel und Arbeitsgestaltung des Nutzungskontextes gibt es einen normativen Rahmen zur Orientierung (Arbeitsstättenverordnung, Bildschirmarbeitsverordnung, BGI 650, DIN EN ISO 9241 Teile 1 bis 9). Ansonsten hängen die Dimensionen der Nutzungsqualität sehr stark von der spezifischen Perspektive eines Benutzers in einem spezifischen Zusammenhang (Team, Organisation, Betrieb) ab.



3

Software als Führungsaufgabe – was bedeutet das?

Die Dimensionen der Nutzungsqualität der Software machen deutlich, dass Software-Einsatz mehr ist als das Installieren von Daten auf einem Computer. Software-Einsatz ist immer

1. Arbeitssystem-Gestaltung und

2. Bestandteil einer spezifischen betrieblichen Arbeitsorganisation mit einer spezifischen Unternehmenskultur.

Die Nutzungsqualität der Software steht in enger Wechselwirkung zur Qualität der Produkte und Dienstleistungen sowie zur Leistungsqualität der Beschäftigten und den anfallenden Kosten. Um die Nutzungsqualität der Software sollten sich deswegen nicht nur Fachexperten wie Softwareadministratoren oder Fachkräfte für Arbeitssicherheit kümmern. Die Entwicklung der Nutzungsqualität der Software als Teil der Arbeitssystem-Gestaltung und als Teil der Arbeitsorganisation sollte integrierte Führungs- bzw. Managementaufgabe mit Beteiligung der Beschäftigten und Experten sein.

Im Folgenden wird erläutert, was unter Arbeitssystem-Gestaltung und Arbeitsorganisation als Managementaufgabe zu verstehen ist.

3.1 Software beeinflusst die Arbeitssystem-Gestaltung

Das Arbeitssystem ist Bestandteil des sozialen Systems Unternehmen und in seine sozialen Prozesse und die spezifische Organisation des Betriebes integriert. Ein Arbeitssystem besteht aus Menschen, die in ihrer Arbeitsumgebung mit ihren Arbeitsmitteln Arbeitsaufgaben in dem sozialen Prozess der Arbeitsorganisation bearbeiten. Alle Bestandteile dieses Arbeitssystems stehen miteinander in Beziehung und können nur gemeinsam in einem möglichst optimalen Gesamtprozess die Arbeitsaufgabe bewältigen (Abbildung 8).

Alle Teile des Systems sind beeinflussbar und befinden sich im ständigen Entwicklungsprozess. Beeinflusst werden können die arbeitenden Menschen, die Arbeitsplätze mit ihrer Umgebung, die Werkzeuge und Arbeitsmittel, die Arbeitsbedingungen und die Arbeitsorganisation mit den Bedingungen der Zusammenarbeit und Beteiligung. Arbeitssystem-Gestaltung ist als die bewusste Beeinflussung aller Bestandteile dieses Systems zu verstehen.



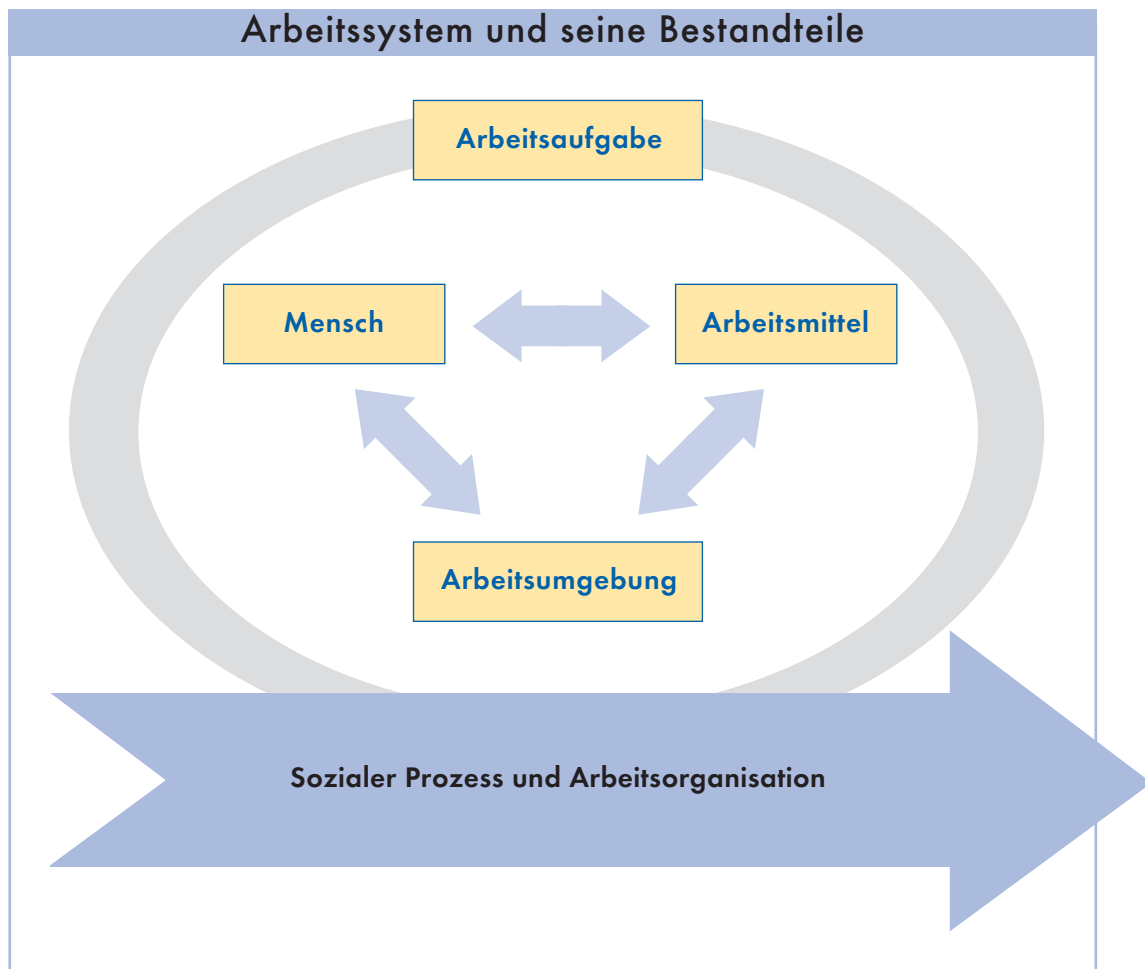


Abbildung 8

Der Einsatz bzw. Kauf von Software ist Teil der Arbeitssystem-Gestaltung, weil sie einerseits als Arbeitsmittel selbst Systembestandteil ist (als Werkzeug zur Aufgabenbearbeitung) und weil Software andererseits alle anderen Bestandteile des Arbeitssystems beeinflusst:

- Die Zufriedenheit sowie die Leistungsfähigkeit und -bereitschaft der Benutzer
- Die Effektivität und Effizienz der Arbeitsabläufe

- Die Qualität der Produkte und Leistungen
- Die Qualität der sozialen Prozesse, der Arbeitsorganisation und den Verbesserungsprozess

Die Ziele der Arbeitsgestaltung sind die Effektivität und die Effizienz eines Arbeitssystems sowie motivierte Beschäftigte und ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess. Die Nutzungsqualität einer Software erweist sich, wenn diese Zielkriterien erfüllt werden.

Durch Kauf von Software oder auch Auftragsprogrammierung von Software und deren Einsatz für die Arbeit wird in Arbeitsinhalte und Arbeitsabläufe eingegriffen. Teile bisher vollständig durch Menschen bearbeiteter Aufgaben werden nun teilweise durch die Software erledigt (zum Beispiel Erstellung von Auftragspapieren nach Angebotserstellung). Eine Behinderung der Aufgabenbearbeitung würde zum Beispiel dann auftreten, wenn Möglichkeiten und Grenzen der menschlichen Informationsverarbeitung unberücksichtigt blieben (zum Beispiel Zeichen auf dem Bildschirm sind unleserlich klein), wenn die Fertigkeiten und Fähigkeiten des Mitarbeiters nicht berücksichtigt würden (zum Beispiel eine Erläuterung zu einem Eingabefeld ist nicht abrufbar) oder wenn Arbeitsprozesse durch die Software zu Mehraufwand bei der Bearbeitung führen würden (zum Beispiel durch zusätzliche komplexe Anforderungen oder Doppelarbeiten).

Unterstützung und Förderung des Menschen bei der Ausführung der Arbeitsaufgaben heißt aber auch, dass die Planungs- und Entscheidungsaufgaben beim Menschen verbleiben sollten. Die wesentliche Triebfeder im Arbeitssystem bleibt der Mensch mit seinen eigenständigen Entscheidungen und Handlungen sowie seinen Fähigkeiten, innovative und kreative Prozesse einzuleiten. In der Wissensökonomie, die fast alle Arbeitsbereiche durchdrungen hat, gewinnt der einzelne Mensch immer größere Bedeutung für die Wertschöpfung. Software sollte die Fähig-

keiten der Menschen unterstützen und fördern und nicht einengen.

Die Software sollte im Sinne eines Hilfsmittels den Menschen bei der Entscheidungsfindung unterstützen. Darüber hinaus sollten das Ausprobieren verschiedener Handlungsalternativen (zum Beispiel durch Auswahl von Lösungsmöglichkeiten, Rückgängigmachen von gewählten Arbeitsschritten) und weiteres Lernen ermöglicht werden. Da es immer verschiedene Wege gibt, um eine Aufgabe zu bearbeiten, sollen durch die Software auch diese verschiedenen Wege ermöglicht werden. Beim Schreiben eines Textes sollte eine Formatierung zum Beispiel sowohl während der Texteingabe als auch nach Beenden des Schreibens möglich sein. Der Benutzer soll die Arbeitsabläufe bei der Aufgabenbearbeitung individuell beeinflussen können.

In der BG-Information „Kauf von Software“ (SP 2.11/4) (BGI 852-4) finden Sie Hilfen und Informationen, wie Sie beim Kauf von Software Aspekte der Arbeitssystem-Gestaltung mit berücksichtigen können.



3.2 Software als Teil eines integrierten Managements

Da die Nutzungsqualität der Software mittlerweile die Qualität fast aller Produktions- und Leistungsprozesse im Unternehmen beeinflusst, sollte Software nicht erst Thema von Management und Führung werden, wenn es Probleme, Fehler und Störungen gibt. Die Erzielung der Nutzungsqualität der Software sollte integrierter Bestandteil des Managements jeden Unternehmens sein und in jedem Prozess von Beginn an ansetzen. Um auch dies zu erreichen, lohnt es sich, Software in alle Managementdimensionen zu integrieren. Nur dann kann ein präventives Management betrieben werden, das den höchsten Nutzen der Software für die Wertschöpfungsprozesse gewährleistet. Alles andere führt zu Reparaturmanagement mit hohem Aufwand an Zeit und Kosten und Problemen in der Arbeitsqualität.

Die Nutzungsqualität von Software ist in folgende Managementdimensionen (Abbildung 9) zu integrieren:

■ Normative Dimension

In der normativen Dimension des Managements werden die grundlegenden Zielausrichtungen und Orientierungen im Unternehmen festgelegt. Zu den normativen Dimensionen gehören die Ziele, Vorstellungen und Leitlinien, die im Unternehmen gelten und die in der Regel von der Führung vorgegeben werden oder die mit den Beschäftigten vereinbart worden sind. Diese Orientierungen in der Unternehmenspolitik beschreiben

den internen Orientierungsrahmen im Unternehmen. Wenn an dieser Stelle der Wert der Nutzungsqualität der Software für das Unternehmen nicht festgeschrieben ist (zum Beispiel in Unternehmenszielen, Betriebsvereinbarungen, Führungsanweisungen), wird es schwer werden, die Bedeutung ergonomisch guter Software in den Entscheidungen der Beschäftigten zu verankern. Im Unternehmen muss deutlich sein, dass die Nutzungsqualität der Software einen hohen Stellenwert besitzt. Dies gelingt nur, wenn der Einsatz von Software als Führungsaufgabe gesehen wird.

Bestandteil der normativen Dimension des Managements ist auch der normativ-rechtliche Rahmen für die Entscheidungen im Unternehmen. Dieser Rahmen ist festzuschreiben und zu definieren, um eine gerichtsfeste Organisation zu garantieren. Schon hier ist zu beschreiben, welcher rechtliche Rahmen für den Umgang mit der Software zu berücksichtigen ist. Im Kapitel 4 sind die Gesetze, Vorschriften und Normen aufgeführt, die für den Einsatz von Software zu berücksichtigen sind.

Führungskräfte und Beschäftigte werden erst dann dauerhaft qualitativ hochwertig mit Software umgehen, wenn ein solcher Umgang Bestandteil der Kultur im Unternehmen wird. Das Arbeitsklima im Unternehmen sollte durch einen präventiven, qualitätsbewussten Umgang mit der Software geprägt sein. Es sollte Gewohnheit und Routine im Unternehmen sein, sensi-

bel auf unnötige Belastungen und Beanspruchungen durch Software zu reagieren und diese möglichst nicht zuzulassen bzw. möglichst umgehend die Situation zu verbessern. In allen

Alltagsentscheidungen sollten Beschäftigte und Führungskräfte Wert auf eine hohe Nutzungsqualität der Software legen und dies auch entsprechend einfordern.



Abbildung 9

■ Strategische Dimension

Die Erzielung der Nutzungsqualität von Software sollte auch Bestandteil der strategischen Dimension des Managements sein. Das bedeutet zunächst einmal, in alle Planungen und Programme im Unternehmen die Fragen der Nutzungsqualität der Software zu integrieren. Das bedeutet aber auch, die Qualitätskriterien festzulegen, nach denen der Kauf und der Einsatz der Software selbst zu erfolgen haben. Festzuschreiben sind hier auch, wer wie an den Entscheidungsprozessen zu beteiligen ist, sowie Verfahren zur Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit der Software (Die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft bietet hierzu die BG-Information „Software-Kauf und Pflichtenheft“ (SP 2.11/4) (BGI 852-4) an).

Zur Strategie gehört auch, die Organisationsstrukturen zu schaffen, mit denen die Nutzungsqualität der Software garantiert und kontinuierlich verbessert werden kann. Dazu sind die Verantwortlichkeiten für die Nutzungsqualität der Software festzulegen und zu vereinbaren und ein Controllingsystem ist zu definieren, in dem Fehler und Probleme beim Umgang mit der Software rechtzeitig erkannt werden können.

Schließlich sollte Teil der strategischen Dimension des Managements die Mitarbeiterbeteiligung sein. Mitarbeiter und Führungskräfte kennen die Schwachstellen der Software am besten. Es sollte Teil der Strategie im Unternehmen sein, diese Wissenspotenziale von Mitarbeitern und Führungskräften produktiv für den Gestaltungsprozess zu erschließen. Dazu sind Verfahren festzulegen oder besser mit den Mitarbeitern gemeinsam zu vereinbaren, wie dies zu geschehen hat und wie mit den Erfahrungen und Anregungen von Mitarbeitern und Führungskräften umgegangen wird.

■ Operative Dimension

Schließlich hängt die Nutzungsqualität der Software wesentlich davon ab, wie weit sie Teil der operativen Dimension des Managements im Unternehmen ist. Diese Dimension der Führung ermöglicht die Umsetzung der Orientierungen und der Strategien in die Praxis. Dazu zählt in erster Linie, dass die Erzielung der Nutzungsqualität von Software Bestandteil der Aufträge im Unternehmen wird, in erster Linie der Arbeits- und Verfahrensanweisungen.

Dann sind die operativen und organisatorischen Prozesse abzusichern. Dazu sind beispielsweise die Gefährdungen und Belastungen zu ermitteln und gegebenenfalls Maßnahmen festzulegen, die die Nutzungsqualität der Software absichern und erhöhen. Dazu gehört auch – soweit vorgeschrieben – die Prüfung der Arbeitsmittel und Prozesse mit den entsprechenden Dokumentationen.

Ziele der operativen Phase sind schließlich ein motiviertes Leistungsverhalten der Beschäftigten sowie der kontinuierliche Verbesserungsprozess. Voraussetzung dafür sind Absicherung der Unterweisung und Information der Mitarbeiter über einen qualitativ hochwertigen und gesunden Umgang mit der Software sowie Trainingsmaßnahmen zur besseren Ausnutzung der Software. Abgesichert wird ein motiviertes Leistungsverhalten der Mitarbeiter auch mit Vereinbarungen über möglichst offene Kommunikationsprozesse und über die Abläufe der Verbesserungsprozesse.

An der hier kurz skizzierten Integration der Nutzungsqualität der Software in die Managementdimensionen wird deutlich, an wie vielen Stellen Software eine Führungsaufgabe ist. Erst wenn die Nutzungsqualität der Software in diese Dimensionen integriert wird, kann sie tatsächlich Bestandteil der Arbeitsabläufe und der Arbeitssystem-Gestaltung werden. Die hier skizzierten Managementdimensionen liegen fast allen Führungskonzepten zugrunde, egal ob sie explizit definiert sind oder – wie in vielen kleineren Unternehmen – implizit praktiziert werden.

In der BG-Information „Management und Software“ (SP 2.11/2) (BGI 852-2) finden Sie Arbeitshilfen, Instrumente und Informationen, wie Sie die Nutzungsqualität der Software in die Führung des Unternehmens integrieren können.

Arbeitssystem Büro

Hilfen für das systematische Planen und Einrichten von Büros



4 Software-Ergonomie – was ist vorgeschrieben?

Seit einigen Jahren stehen neben den (gesicherten) arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen eine Reihe gesetzlicher Regelwerke zur Verfügung, die Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung von Arbeitsmitteln, insbesondere von Software, festschreiben (Abbildung 10). Diese Regelwerke bieten damit auch eine Orientierung für den einzuhaltenden gerichtsfesten Rahmen des Software-

einsatzes sowie für die Gestaltung von Software. Anstehende betriebliche Veränderungen, Ergebnisse von Gefährdungs- und Belastungsanalysen oder Fehler und Störfälle könnten zum Anlass genommen werden, einmal zu überprüfen, wie beim Softwareeinsatz die anerkannten Regeln der Technik (zum Beispiel in Normenwerken niedergeschriebene Erkenntnisse) zu berücksichtigen sind.

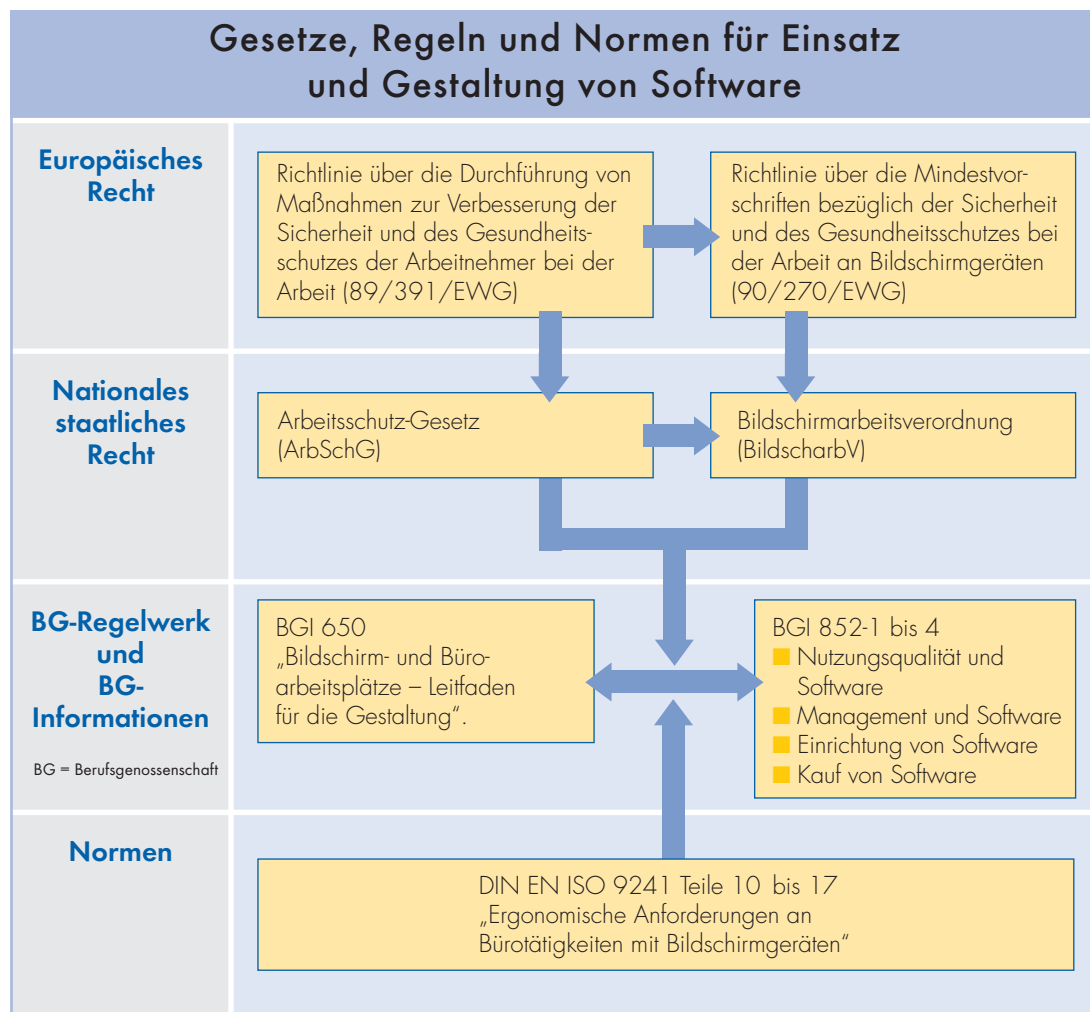


Abbildung 10

■ Staatliche Regeln

Software ist als Arbeitsmittel Teil des Arbeitssystems und deswegen verlangt das Arbeitsschutzgesetz den Einsatz ergonomisch gestalteter Arbeitsmittel. Dies wird auch in der Bildschirmarbeitsverordnung gefordert. Danach sind bei Entwicklung, Auswahl, Erwerb und Änderung von Software sowie bei der Gestaltung der Tätigkeit des Mitarbeiters an Bildschirmgeräten Software-ergonomische Grundsätze zu berücksichtigen. Das Arbeitsschutzgesetz und die Bildschirmarbeitsverordnung basieren auf europäischen Richtlinien.

Die Bildschirmarbeitsverordnung formuliert unter anderem folgende Anforderungen an das „Zusammenwirken Mensch-Arbeitsmittel“, aus denen sich auch die Verpflichtung zur Software-ergonomischen Gestaltung der im Unternehmen eingesetzten Software ergibt:

- Die Grundsätze der Ergonomie sind insbesondere auf die Verarbeitung von Informationen durch den Menschen anzuwenden.
- Bei Entwicklung, Auswahl, Erwerb und Änderung von Software sowie bei der Gestaltung der Tätigkeit an Bildschirmgeräten hat der Arbeitgeber den folgenden Grundsätzen insbesondere im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit Rechnung zu tragen:

- Die Software muss an die auszuführende Aufgabe angepasst sein.
- Die Systeme müssen den Benutzern Angaben über die jeweiligen Dialogabläufe unmittelbar oder auf Verlangen machen.
- Die Systeme müssen den Benutzern die Beeinflussung der jeweiligen Dialogabläufe ermöglichen sowie eventuelle Fehler bei der Handhabung beschreiben und deren Beseitigung mit begrenztem Arbeitsaufwand erlauben.
- Die Software muss entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der Benutzer im Hinblick auf die auszuführende Aufgabe angepasst werden können.
- Ohne Wissen der Benutzer darf keine Vorrichtung zur qualitativen oder quantitativen Kontrolle verwendet werden.

Nach der Bildschirmarbeitsverordnung muss die Software für die zu bearbeitende Aufgabe geeignet sein und an den Benutzer angepasst werden können.

■ Berufsgenossenschaftliche Regeln

Die gesetzlichen Regelungen werden durch die berufsgenossenschaftlichen Regelungen weiter ausgeführt und erklärt. Zur Software-Ergonomie hat die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft umfassende Erläuterungen und Arbeitshilfen für alle Zielgruppen in den Unternehmen erarbeitet. Dazu gehört zum Beispiel die BG-Information „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“ (SP 2.1) (BGI 650). In dieser Schrift werden Anforderungen an die Gestaltung von Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen beschrieben inklusive Hinweisen zur Software-Ergonomie. Neben der vorliegenden Broschüre bietet die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft ihren Unternehmen auch noch folgende Hilfen an:

- BG-Information „Management und Software“ (SP 2.11/2) (BGI 852-2)
- BG-Information „Software-Kauf und Pflichtenheft“ (SP 2.11/4) (BGI 852-4)
- BG-Information „Einrichten von Software“ (SP 2.11/3) (BGI 852-3)

■ Normen

Aus der DIN EN ISO 9241

„Ergonomische Anforderungen an Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“ lassen sich verwertbare Hinweise darüber ableiten, welche Mindestvoraussetzungen an eine ergonomisch gestaltete Software zu stellen sind. Diese Norm hat zwar keinen verpflichtenden rechtlichen Charakter, könnte aber immerhin eine faktische Wirkung erlangen, sofern sie in Streitfällen als Grundlage herangezogen wird. Sofern die Empfehlungen aus DIN EN ISO 9241 in einer handhabbaren Form operationalisiert und zu einer Überprüfung von Software genutzt werden, kann dadurch ein Beitrag zur Umsetzung der Bildschirmarbeitsverordnung geleistet werden.



Im Einzelnen gibt es folgende Teile der DIN EN ISO 9241 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“:

- Teil 1:
Allgemeine Einführung
- Teil 2:
Anforderungen an die
Arbeitsaufgaben – Leitsätze
- Teil 3:
Anforderungen an visuelle Anzeigen
- Teil 4:
Anforderungen an Tastaturen
- Teil 5:
Anforderungen an
Arbeitsplatzgestaltung und
Körperhaltung
- Teil 6:
Anforderungen an die
Arbeitsumgebung
- Teil 7:
Anforderungen an visuelle
Anzeigen bezüglich Reflexionen
- Teil 8:
Anforderungen
an Farbdarstellungen
- Teil 9:
Anforderungen an
Eingabegeräte –
außer Tastaturen
- Teil 10:
Grundsätze der
Dialoggestaltung
- Teil 11:
Anforderungen an die
Gebrauchstauglichkeit –
Leitsätze
- Teil 12:
Informationsdarstellung
- Teil 13:
Benutzerführung
- Teil 14:
Dialogführung
mittels Menüs
- Teil 15:
Dialogführung mittels
Kommandosprache
- Teil 16:
Dialogführung mittels
direkter Manipulation
- Teil 17:
Dialogführung mittels
Bildschirmformularen

Auch sie sollten zur Konkretisierung der BildscharbV herangezogen werden. Eine Systematik der Teile 10 bis 17 der DIN EN ISO 9241 ist [Abbildung 11](#) zu entnehmen.

Systematik der Teile der DIN EN ISO 9241 Teile 10 – 17

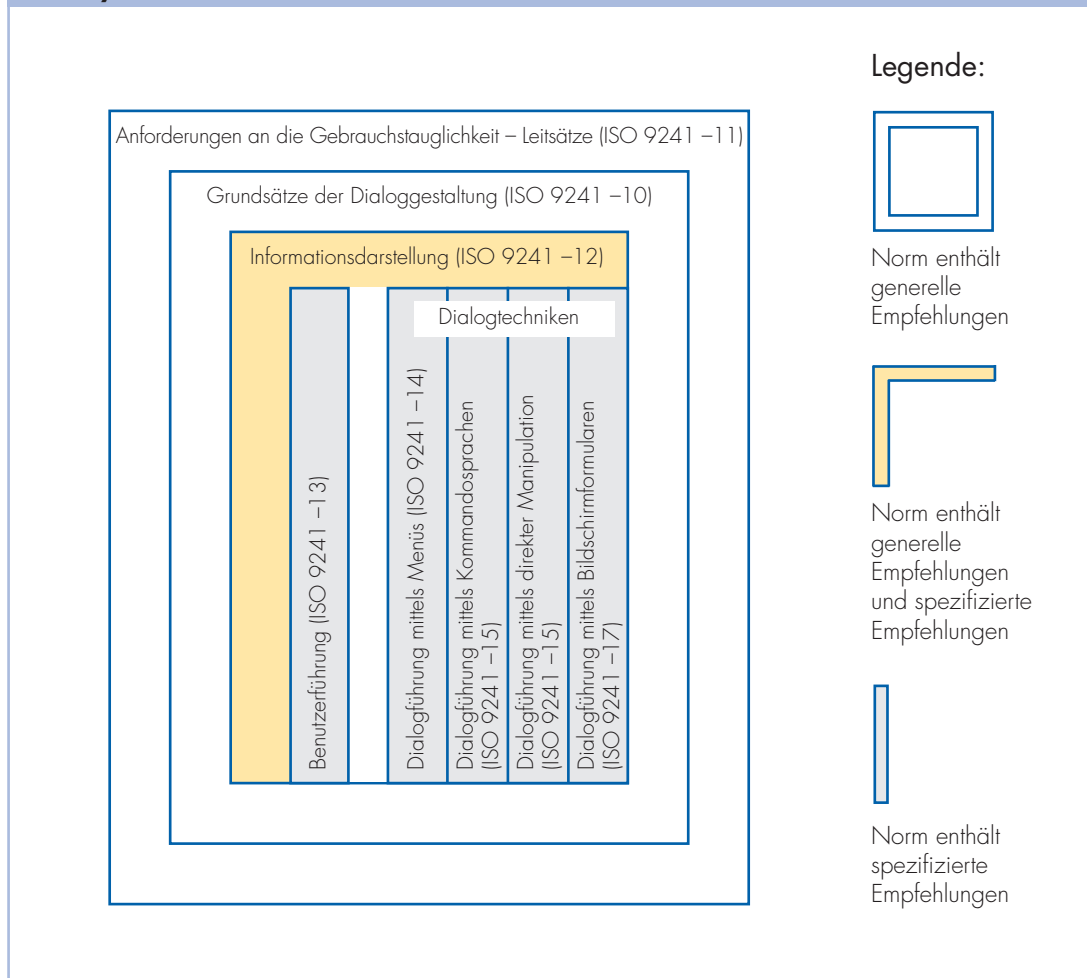


Abbildung 11 (aus DIN EN ISO 9241-1 Anhang)

Bisher wurde erläutert, welche Ziele Software-Ergonomie allgemein verfolgt und welche Kriterien in eine Beurteilung einbezogen werden sollten. Wie man Software-Ergonomie im Rahmen der Arbeitsgestaltung berücksichtigen und wer daran mitarbeiten kann, soll in den folgenden Kapiteln erläutert werden.



5

Software beeinflusst Wissensgenerierung – wie funktioniert das?

Software beeinflusst die Generierung von Wissen im Unternehmen. Da die Generierung von Wissen für die Wertschöpfung in Unternehmen immer relevanter wird, gewinnt auch die Fähigkeit über Software Wissen zu generieren an Bedeutung. Im Folgenden soll dargestellt werden, wie Software die Informationsverarbeitung und die Wissensgenerierung beeinflusst. Zuvor allerdings sollen die Begriffe Daten, Informationen und Wissen erläutert werden, um Missverständnissen vorzubeugen, zu denen es in den Diskussionen um Software immer wieder kommt.

5.1 Begriffe: Daten – Informationen – Wissen

Daten sind die Grundsubstanz der Software.

■ **Daten** sind durch Syntaxregeln zusammengesetzte Zeichen (Zahlen, Sprache/Text, Bilder, Programmierung).

teilung sind beispielsweise die durch zusammengesetzte Zeichen entstandenen Texte, Bilder, Tabellen usw.

Erst wenn diese Anwendungsdaten über ein Medium (Computer, Druckerzeugnisse, Sprache usw.) weitergeleitet werden, können sie für einen Empfänger zu einer Information werden. Damit Daten einer Mitteilung zu einer Information für eine Person werden, müssen sie eine Bedeutung für sie erlangen. Schreibt die Person den Daten eine Bedeutung und eine Relevanz zu, werden diese Daten für diese Person zu einer Information. Die Denkmodelle, Erwartungen und Vorstellungen in den Köpfen der Beobachter bestimmen also, welche Daten wie gesehen und verstanden werden.

■ **Informationen** sind Daten, die von einem Empfänger mit Sinn und Relevanz versehen sind.

Software besteht einerseits aus programmierten Systemdaten, die das Programm funktionsfähig halten, und aus Anwendungsdaten, die als Mitteilung für Nutzer gedacht sind. Softwaredaten als Mit-

Informationen können nicht ausgetauscht werden, wie häufig angenommen. Ein Informationsaustausch setzt voraus, dass die beiden austauschenden Personen identische Kriterien für Bedeutung und Relevanz besitzen. Das ist aber nicht einmal bei eineiigen Zwillingen der Fall, geschweige denn zwischen fremden Personen, verschiedenen Gruppen, Teams, Abteilungen oder Organisationen mit eigener Geschichte, Identität, Denkstrukturen, Motiven, Zielen. Personen können Daten nur am Maßstab ihrer spezifischen Relevanzen bewerten. Nur das, was für sie relevant ist, ist für sie eine Information.

Informationen sind aber noch kein Wissen.

■ **Wissen** ist die Fähigkeit, in einer entsprechenden Situation adäquate, Erkenntnis geleitete Operationen durchführen zu können, die in der Situation ein Problem lösen.

Damit eine Information zu Wissen wird, ist also die Vernetzung von Informationen auf der Basis der konkreten Arbeitsaufgabe sowie der Denkmodelle, Erwartun-



Abbildung 12 (nach: Probst, Raub, Rombart 1999, S.38)

gen und Vorstellungen der Person erforderlich. Wissen erzeugt ein Verständnis der Arbeitsaufgabe und ein Verständnis über die Bedeutung dieser Arbeitsaufgabe, um entscheiden, handeln und Probleme lösen zu können. Wissen ist als Kondensierung (Verfestigung) brauchbarer Beobachtungen mit einer entsprechenden Vernetzung von Informationen zu verstehen.

Wissen...

- ... strukturiert und verankert die Informationen,
- ... ist abhängig vom Referenzrahmen und den sozialen Kontexten von Personen oder sozialen Systemen,
- ... steuert Entscheidungen und Handlungen,
- ... bildet Orientierungsmuster für Operationen.

Dieser Prozess der Wissensgenerierung ([Abbildung 12](#)) während der Bewältigung einer Arbeitsaufgabe besitzt immer eine spezifische Ausrichtung. Sowohl die Person, die entscheidet, als auch das Unternehmen haben ein spezifisches Bezugsschema zur Lösung einer Arbeitsaufgabe. Ob Information zu Wissen verwandelt wird, liegt auch am Wissensvorrat der Person und des Unternehmens.

■ Der **Wissensvorrat** ist das Bezugsschema für die jeweilige Bewertung der beobachteten Situation. Er besteht aus der Gesamtheit des Wissens einer Person oder Organisation.

Der Wissensvorrat entwickelt sich in der Geschichte der Person oder des Unternehmens. Auf der Grundlage dieses spezifischen Wissensvorrates entscheidet die Person oder das Unternehmen, was relevant ist. Der Wissensvorrat beeinflusst, wie die Daten, die Umwelt und die Arbeitsaufgabe interpretiert und erkannt werden, wie entschieden und gehandelt wird und Probleme zu lösen sind.

Es gibt individuelle und kollektive Wissensvorräte. Der individuelle Wissensvorrat bildet sich aus den Beobachtungen und der Selbstbeobachtung in der Entwicklung einer Person. Kollektive Wissensvorräte sind die Bezugsschemata einer Organisation (eines sozialen Systems). Sie bilden sich durch Kommunikation der Mitglieder der Organisation im Laufe der Geschichte der Organisation heraus. Sie existieren unabhängig von einzelnen Personen, werden aber nur über Entscheidungen, Kommunikation und Handeln von Personen lebendig. Der kollektive Wissensvorrat einer Organisation ist immer spezifisch und mehr als die Summe des Wissens einer Anzahl von Personen. Es ist das spezifische Problemlösungsschema der Organisation ([Abbildung 13](#)). Diese kollektiven Wissensvorräte beeinflussen die Nutzungsqualität der Software und das Interpretieren der Daten der Software.



Ein Verständnis der Begriffe Daten, Informationen, Wissen und Wissensvorräte ist Voraussetzung dafür, Software in Prozesse der Wissensgenerierung effektiv und effizient zu integrieren. Gleichzeitig liefern sie Kriterien, um Software-Ergonomie einschätzen zu können.



5.2 Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung mit Hilfe von Software

Ein entscheidender Aspekt für die Wirkung von Software und den Prozess der Wissensgenerierung ist die Schnittstelle zwischen Software und Mensch, die Stelle, an der Daten zu Informationen werden. Deswegen soll auf diesen Kernbereich – den Mensch-Software-Dialog – hier etwas genauer eingegangen werden. Die Gestaltung der Software hat sich am Prozess menschlicher Informationsverarbeitung zu orientieren. Der Prozess der Informationsverarbeitung (Informationsaufnahme, -verarbeitung) mit Software-Einsatz wird schematisch in der [Abbildung 14](#) veranschaulicht.

In der [Abbildung 14](#) wird auf die Informations-, Wissensgenerierungs- und Steuerschleife hingewiesen, die durchlaufen wird, wenn Software zur Unterstützung der Aufgabenbearbeitung eingesetzt wird: Daten, die die Software über die Bildschirm-Anzeige für den Benutzer zur Verfügung stellt, müssen für den Benutzer wahrnehmbar sein und mit der Aufgabe direkt zusammenhängen (Informationsaufnahme). Die Anforderungen aus der Arbeitsaufgabe und die Daten aus der Bildschirmanzeige werden vom Benutzer verarbeitet (Informationsverarbeitung) und zu Wissen generiert und führen schließlich zu einer Entscheidungsfindung oder einer weiteren Handlung. Teil dieser Handlung kann wiederum die Nutzung der Software sein.

Die Gestaltung der Software spielt also an zwei Stellen des Prozesses der Wissensgenerierung eine wesentliche Rolle.

1. Die Daten müssen so aufbereitet und zugänglich sein, dass sie im Prozess der Informationsaufnahme effektiv und effizient nutzbar sind.
2. Die Gestaltung der Software muss bei der Lösung der Arbeitsaufgabe aufgabenbezogene Zugänge und Verarbeitungsmöglichkeiten bieten, um für Teile des nachfolgenden Arbeitshandelns unterstützend einsetzbar zu sein.

Der skizzierte Prozess der Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung verdeutlicht auch, dass dem Benutzer in diesem Prozess die zentrale Rolle zufällt. Er bearbeitet seine Aufgaben, indem er seine Fähigkeiten, seine Wissensvorräte, seine Fertigkeiten und seine Erfahrungen einsetzt. Darüber hinaus steuert er den soeben beschriebenen Mensch-Software-Dialog, bei dem er in einzelnen Aufgabenteilen, Arbeitsschritten und Teilen zur Entscheidungsfindung von der Software unterstützt wird. Hier wird auch deutlich, warum der einzelne Mensch mit seinen Fähigkeiten selbständig zu entscheiden in dem Ausmaß an Bedeutung für die Wertschöpfungsprozesse im Unternehmen gewinnt, in dem der Computer und die Software alle Arbeitsprozesse durchdringen.



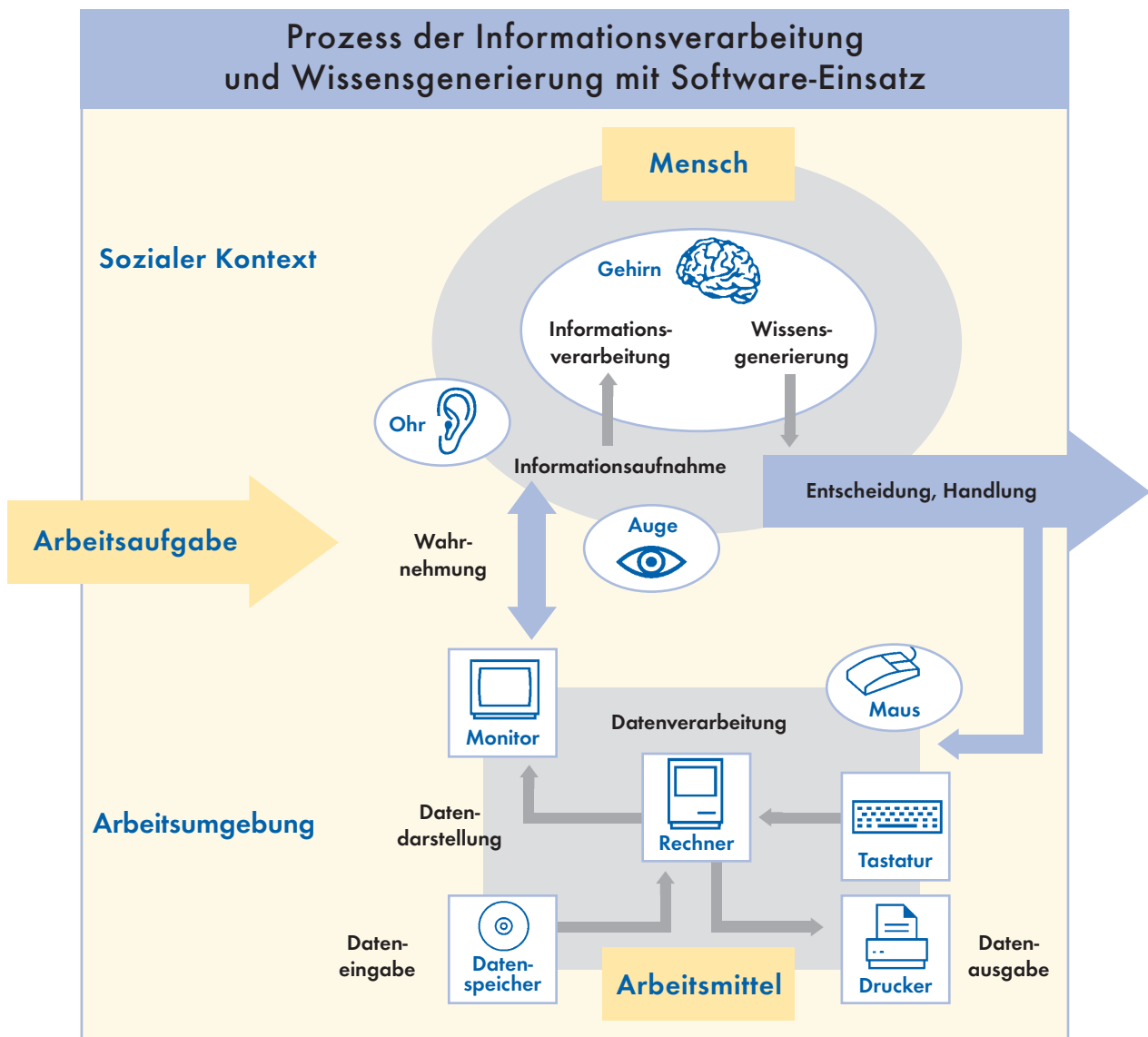


Abbildung 14

Eine gute Unterstützung für diesen Prozess der Wissensgenerierung bietet Software allerdings nur dann, wenn

- der Benutzer die mit der Software angezeigten Daten empfangen und wahrnehmen kann. Wie visuelle oder akustische Daten gestaltet sein müssen, damit sie für den Benutzer wahr-

nehmbar sind, wird im nachfolgenden Abschnitt 5.3 „Die Rolle der Sinne bei der Aufgabenbearbeitung mit Software“ erläutert.

- der Benutzer die wahrgenommenen, von ihm als Information bewerteten Daten behalten, sich einprägen und erinnern kann. Daraus ergeben sich

Anforderungen für die Software-Gestaltung, auf die im Abschnitt 5.4 „Gedächtnis und Wissensgenerierung mit Software“ eingegangen wird.

- der Benutzer die wahrgenommenen und behaltenen Informationen verstehen kann. Das gelingt nur dann, wenn die Daten durch die Software so aufbereitet sind, dass der Benutzer sie mit seinen Fähigkeiten, seinen Wissensvorräten, seinen Fertigkeiten und seinen Erfahrungen in einen Bedeutungszusammenhang einordnen kann. Darüber hinaus muss ein direkter Bezug zur Aufgabenstellung erkennbar sein, damit der Benutzer die relevanten Informationen auswählen und weiterverarbeiten kann. Mit diesem Themenbereich wird sich der Abschnitt 5.5 „Lernprozesse, mentale Modelle und Softwaregestaltung“ beschäftigen.
- der Benutzer bei der Nutzung von Software Erwartungen aufbauen und auf Gewohnheiten zurückgreifen kann, die er dann zur vereinfachten Aufgabenbearbeitung verwenden kann und die ihm einen Lerngewinn bieten. Diesem Themenbereich wird kein eigener Abschnitt gewidmet. Er erhält seinen besonderen Stellenwert dadurch, dass er in die bereits genannten Abschnitte einbezogen wird.

Die Berücksichtigung dieser Forderungen trägt nicht nur dazu bei, dass die Software vom Benutzer tatsächlich zur Unterstützung der Bearbeitung seiner Arbeitsaufgaben genutzt werden kann. Eine konsequente Umsetzung dieser Forderungen bei der Gestaltung von Software führt darüber hinaus zu einer deutlich wirkungsvolleren Wissensgenerierung und gesteigerter Entscheidungs- und Handlungskompetenz der Benutzer. Ein kompetentes Arbeitshandeln schließt immer eine kompetente Bearbeitung der Aufgaben und einen kompetenten Umgang mit den Hilfsmitteln ein.

Die Berücksichtigung dieser Forderungen steht auch in engem Zusammenhang mit den DIN EN ISO 9241 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“ (siehe auch Kapitel 4 dieser Schrift). Die Darstellung von Daten ist notwendige Voraussetzung zur Gestaltung eines Dialogs zwischen Mensch und Arbeitsmittel und zur Gestaltung der Dialogführung mittels Menüs, Kommandosprachen, direkter Manipulation und Bildschirmformularen (vgl. gleichnamige Teile der DIN EN ISO 9241; siehe Seite 34). Die Bildschirm-, Fenster-, Kode-/Farb- und Zeichendarstellung muss dabei immer so vorgenommen werden, dass ein Dialog zwischen Mensch und Software zu einer effektiven und effizienten Aufgabenbearbeitung des Benutzers führt.



5.3 Die Rolle der Sinne bei der Aufgabenbearbeitung mit Software

Werden für die Bearbeitung von Aufgaben Computer und Software zur Unterstützung verwendet, dann wird der Dialog zwischen Mensch und Software in erster Linie über zwei Sinnessysteme abgewickelt:

- das visuelle System (die Augen) und
- das auditive System (die Ohren).

Es wird zwar bei der Nutzung von Eingabegeräten wie Tastatur und Maus zusätzlich auch das haptische System (Tastsinn) benötigt, allerdings spielt dieses in der Regel bei der menschlichen Verarbeitung von Informationen, die auf dem Bild-

schirm dargestellt sind, eine untergeordnete Rolle. Damit sind Seh- und Hörbedingungen oder allgemein die optischen und akustischen Wahrnehmungsbedingungen von besonderer Bedeutung.

Der Prozess der visuellen und der akustischen Informationswahrnehmung ist schematisch in der [Abbildung 15](#) dargestellt. Die Sinnesorgane können nur bestimmte Arten von Reizen aus der Umwelt aufnehmen und über Nervenfasern an das Gehirn weiterleiten. So werden Reize zum Beispiel von Bildern dann als Lichteindruck mit Helligkeits- und Farbunterschieden bzw. die Reize einer akustischen Mitteilung dann zum Beispiel als Tonfolge wahrgenommen.

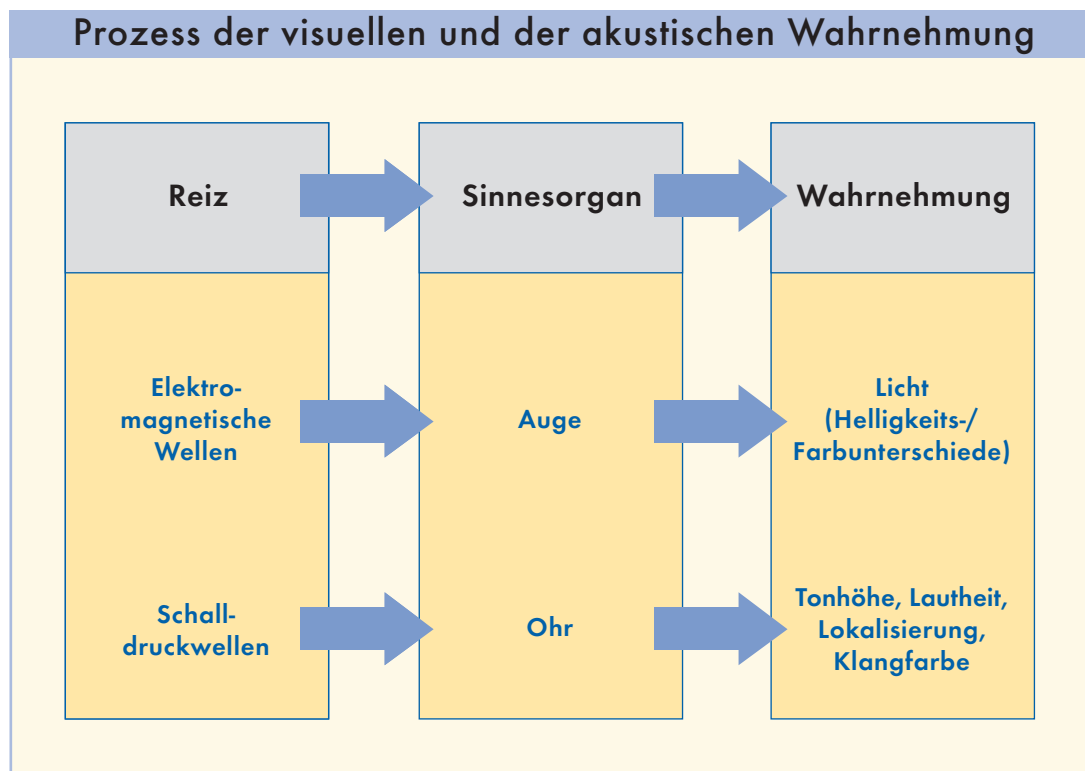


Abbildung 15

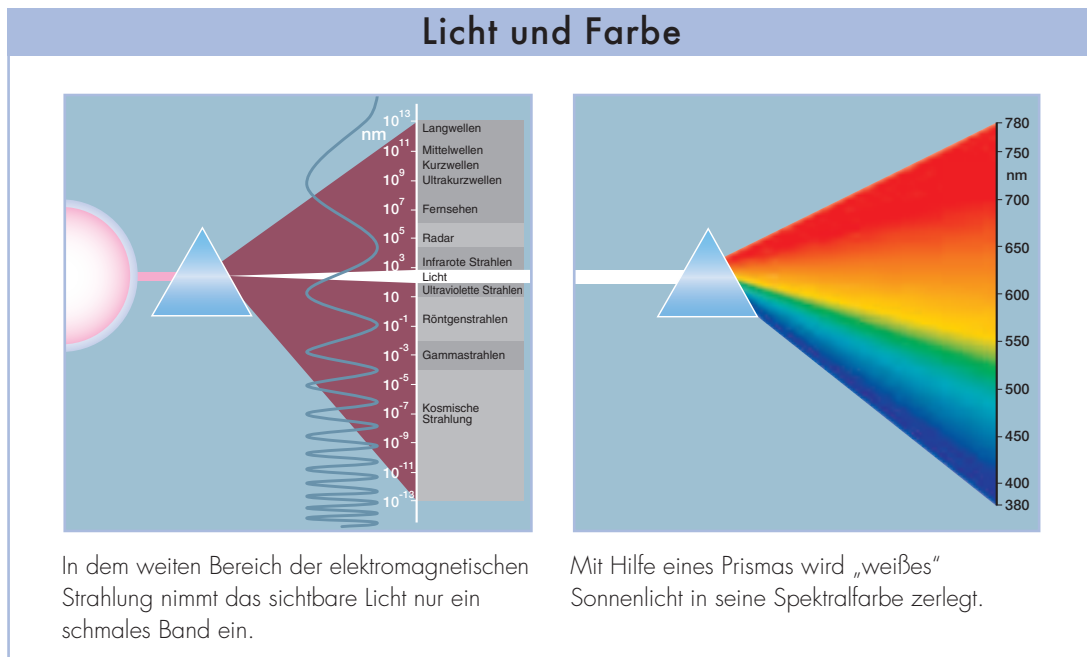


Abbildung 16 (Quelle: Fördergemeinschaft Gutes Licht)

Die Reizimpulse können im Gehirn so weiterverarbeitet werden, dass ein Sehobjekt oder ein hörbares Signal erkannt und gespeichert werden kann. Nach der Interpretation der Reize als Zeichen, Bild oder Ton kann der Mensch sie dann zur Wissensgenerierung und für Entscheidungen und Handlungen zur Realisierung der Arbeitsaufgabe nutzen. Für eine ergonomische Gestaltung von Software muss auch berücksichtigt werden, dass von den Sinnesorganen einerseits nicht alle möglichen Reize wahrgenommen und andererseits nicht alle gleich gut wahrgenommen werden.

5.3.1 Das visuelle Sinnessystem

Über die Augen können aus dem Spektrum der elektromagnetischen Strahlung nur Wellenlängen von ca. 380 nm bis

780 nm (nm = ein millionstel Millimeter) als Farben von Blauviolett bis hin zu Purpurrot als Reize wahrgenommen werden (Abbildung 16). Die Farbanteile des sichtbaren Lichtes werden bei optischen Lichtbrechungen wie zum Beispiel Regenbogen am Himmel erkennbar. Wenn Licht einer bestimmten Wellenlänge (zum Beispiel 555 nm für Lindgrün) auf das Auge trifft, werden diese Wellen von den Farbrezeptoren (Zapfen) auf der Netzhaut innerhalb des Auges aufgenommen.

Gleichzeitig ist das Auge mit den Hell-Dunkel-Rezeptoren (Stäbchen und Zapfen) auf der Netzhaut in der Lage, Helligkeitsabstufungen (Lichtintensitäten) zu unterscheiden. Dabei ist zu beachten, dass Farbunterschiede nur bei ausreichender Helligkeit noch wahrnehmbar sind und bei Dunkelheit lediglich Schwarz-Weiß-Unterschiede mit Graustufen erkennbar sind.



Der Vorgang des Sehens

Der Sehvorgang beginnt, wenn beim Hinblicken auf einzelne Zeichen, Bildausschnitte oder allgemein Ausschnitte von Sehobjekten Licht ins Auge fällt. Das Auge nimmt das Licht auf, fokussiert es zu einem Netzhautbild. Die dabei mit den Rezeptoren aufgenommenen Sinnesreize werden in elektrische Impulse umgewandelt und dann als Sinneseindrücke über den Sehnerv an das Gehirn weitergeleitet, so dass wir Informationen über das Sehobjekt erhalten, im Gedächtnis speichern und das Sehobjekt wahrnehmen können (Abbildung 17).

Immer wenn ein Objekt direkt angeschaut wird, fällt das Bild des Objektes genau über die Fovea (Stelle des schärfsten Sehens auf der Netzhaut). Betrachtet man ein größeres Sehobjekt, so werden zum scharfen Sehen Ausschnitte von Sehobjekten (einzelne Zeichen oder Bildausschnitte) nacheinander in der Fovea fokussiert. Somit sind Bewegungen des Augapfels notwendig, über die alle Ausschnitte von Sehobjekten nacheinander auf der Fovea abgebildet werden. Es werden dazu ruckartige Blicksprünge (Sakkaden) ausgeführt, die meist durch die äußere

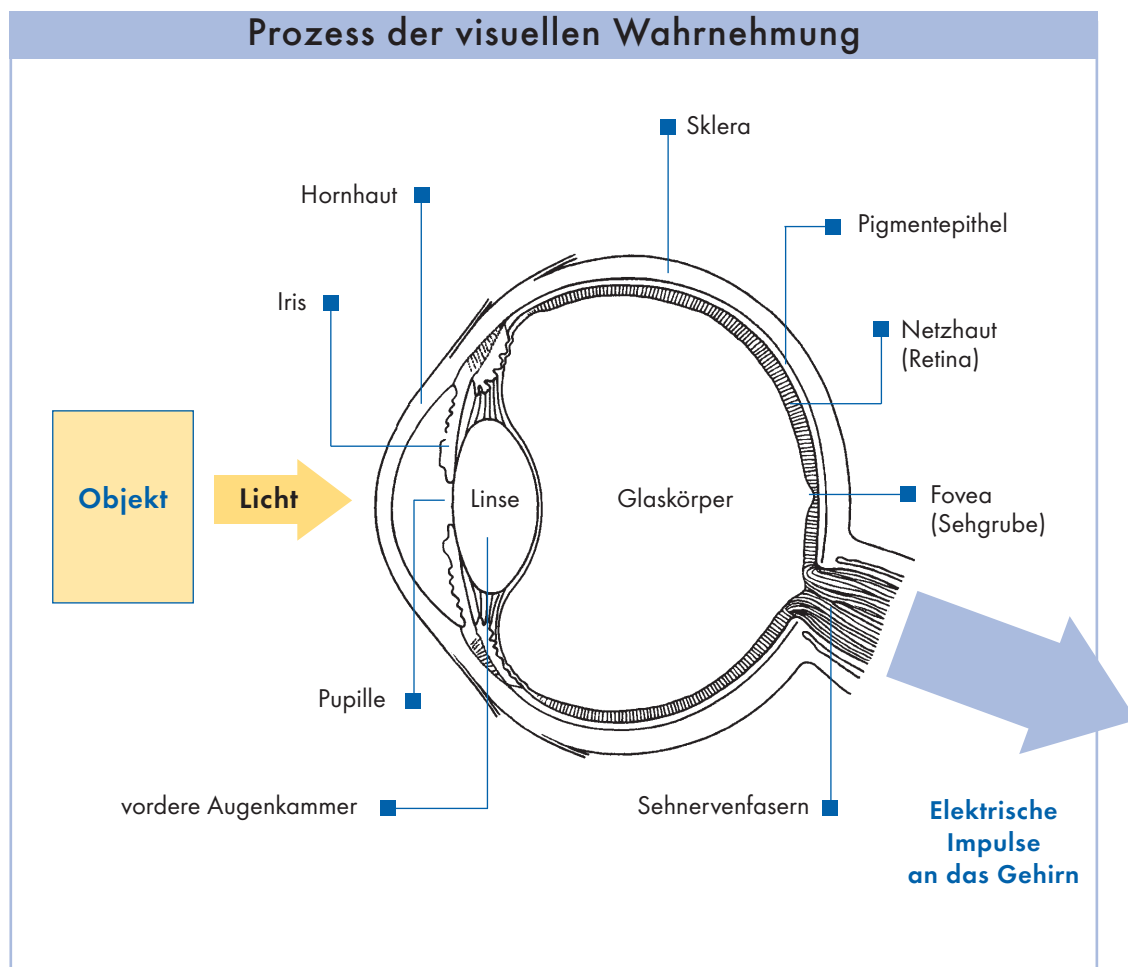


Abbildung 17 (aus Goldstein 1997, S.41)

Blicksprünge (Sakkaden) beim Betrachten eines Sehobjektes

A



Fotografische Aufnahme eines Gesichtes.

B



Die zweidimensionale Aufzeichnung der Augenbewegungen beim kurzzeitigen aufmerksamen Betrachten der Fotografie (nach Yarbus, A. L. (1967))

Abbildung 18 (aus Birbaumer, Schmidt 1996, S.379)

ren Augenmuskeln gelenkt werden und die wir als Bewegungen des Augapfels bemerken (Abbildung 18).

Um detaillierte Informationen über einen größeren Bereich zu gewinnen, werden durch ständige Blicksprünge nacheinander kleine Bereiche fixiert (Fixation) und in ein Gesamtbild integriert. Dieses Abtasten (scanning) der Information wird entweder durch Erwartungen (Vororientierung, innere Modelle) oder durch die peripher aufgenommene Grobstruktur, zum Beispiel durch allgemeine Wortmerkmale wie Wortumriss, Wortlänge oder durch Leerstellen zwischen benachbarten Wörtern, gesteuert.

Neben den Blicksprüngen muss auch die Brechkraft der Linse ständig so verändert werden, dass selbst ein entferntes Bild auch richtig auf der Netzhaut erscheint.

Diesen Vorgang der Veränderung der Form der Augenlinse nennt man Akkommodation (Abbildung 19). Dabei werden die inneren Augenmuskeln so bewegt, dass die Augenlinse aufgrund ihrer Elastizität ihre Form verändert. Die Zeit zum Einstellen der richtigen Akkommodation und damit zum Erkennen eines Gegenstandes in einer sich verändernden Entfernung wächst mit dem Entfernungswert. Zeiten von mehr als einer halben Sekunde sind keine Seltenheit. Hinzu kommt, dass das Auge eine Optik mit schlechten farblichen Abbildungseigenschaften hat. Normalerweise wird nur Licht grüngelber Wellenlänge scharf auf der Netzhaut abgebildet. Für Licht roter Wellenlänge (lange Wellen) und blauer Wellenlänge (kurze Wellen) ist jeweils eine andere Anpassung der Augenlinse erforderlich, um Objekte dieser Farben scharf auf der Netzhaut abbilden zu können.



Die Akkommodation – Der Vorgang der Veränderung der Augenlinse

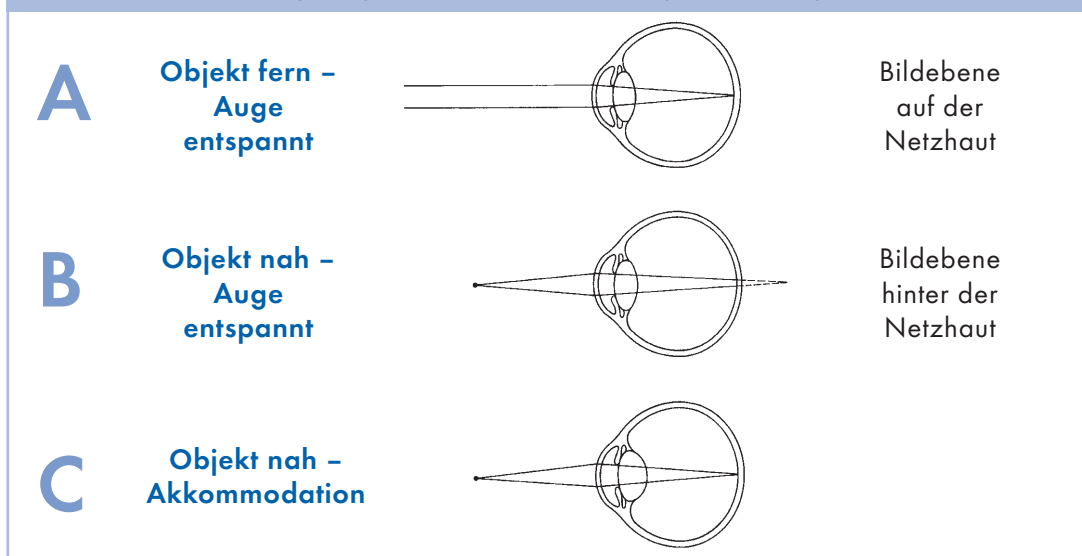


Abbildung 19 (aus Goldstein 1997, S.43)

Die Anpassung des Auges an unterschiedliche Beleuchtungsstärken (zum Beispiel Sternenhimmel oder Sonnenschein, dunkel oder hell) wird Adaptation genannt. Für die Adaptation sind wiederum die Rezeptoren auf der Netzhaut des Auges verantwortlich. Die Adaptation ist ein langsamer Vorgang. Für die vollständige Dunkeladaptation nach einem Aufenthalt bei Tageslicht mit plötzlichem Übergang in Dunkelheit werden circa 40 Minuten benötigt. Obwohl an Arbeitsplätzen, bei denen mit Software gearbeitet wird, Übergänge von hell zu dunkel oder umgekehrt hoffentlich nicht so extrem oder schnell auftreten werden, sind die Adaptationszeiten bei Darstellungen auf dem Bildschirm nicht zu vernachlässigen.

In den beschriebenen Prozessen liegt die Ursache dafür, dass das Auge bei Bildschirmarbeit Schwerstarbeit zu verrichten hat. Je nachdem, ob Dateneingabe- oder Dialogtätigkeit überwiegen, muss das Auge folgende Leistungen erbringen: 12.000 bis 33.000 Kopf- und Blickbewegungen zwischen Bildschirm, Tastatur und Vorlage

und 4.000 bis 17.000 Pupillenreaktionen pro Arbeitstag.

Bei der Arbeit am Bildschirm können erhöhte körperliche, visuelle und psychische Belastungen und gesundheitliche Gefährdungen auftreten. Daran kann die Software einen nicht unerheblichen Anteil haben. 30 bis 40 Prozent der Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen klagen über häufige oder ständige Augenbeschwerden. Müde, brennende und trännende Augen beeinträchtigen nicht nur die allgemeine Leistungsfähigkeit, sondern erhöhen auch die Fehlerquote beim Lesen am Bildschirm. Auch Verspannungen im Nacken und Kopfschmerzen können unter anderem Folgen der Überanstrengung der Augen durch ergonomisch schlecht gestaltete Software sein, da zum Beispiel der notwendige Energieaufwand zusätzliche Konzentrations- und Anspannungsleistungen erfordert oder weil zu kleine Zeichen oder unübersichtliche Maskengestaltung zu verspannten unergonomischen Körperhaltungen führen können.

Farbe und Software

Entscheidungen zur Auswahl von Farben bei der Gestaltung von Software-Oberflächen orientieren sich leider vorwiegend am subjektiven, intuitiven und erfahrungsgeleiteten Farbeindruck von Software-Entwicklern oder Nutzergruppen. Dabei werden allgemein gültige arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse, die sich auf die Anforderungen zur Bearbeitung von Arbeitsaufgaben beziehen, meist nicht berücksichtigt. Auf Farbbildschirmen können nahezu beliebig viele Farben und Farbkombinationen generiert werden, wobei allerdings bei der Verwendung und Darstellung von Farben die große Anzahl von Faktoren, die die Farbwahrnehmung beeinflussen, nur unzureichend bekannt ist.

Die Farbwahrnehmung im engeren Sinne ist ein physikalischer und psychologischer Prozess, der im menschlichen Gehirn stattfindet. Zum einen stimmen technisch generierte Farben nicht unbedingt mit dem menschlichen Wahrnehmungseindruck von Farbe überein. Farben werden auch von verschiedenen Menschen in leichten Abweichungen wahrgenommen, so dass nur reine Farbtöne von den meisten Menschen gleichartig und damit eindeutig identifiziert werden können. Zum anderen ist bei der Verwendung von Farbe zu beachten, dass etwa vier Prozent der Männer und ein weit kleinerer Anteil der Frauen farbfahlsichtig sind und daher andere (zum Beispiel Rotgrünblindheit) oder weniger Farben wahrnehmen. Dabei handelt es sich um Sehschwächen einzelner Menschen, die aber nicht durch Sehkorrekturen ausgeglichen werden können. Fehlsichtigkeiten lassen sich durch regelmäßig durchzu-

führende Augenuntersuchungen feststellen.

Wahrnehmungsprobleme treten auch dadurch auf, dass bei der Gestaltung von Software Kenntnisse über die menschliche Wahrnehmung nicht beachtet werden, wodurch die Ausführung der Aufgabenbearbeitungen verhindert oder beeinträchtigt wird. So sind zum Beispiel die Farben Rot und Blau physikalisch zwar eindeutig definierbar, aber beide Farben können nebeneinander (zum Beispiel bei wechselnder Darstellung von Meldungen) oder übereinander (zum Beispiel bei roter Schrift auf blauem Untergrund) von keinem Menschen scharf gesehen (fokussiert) werden. Da es sich bei verschiedenen Farben um Licht unterschiedlicher Wellenlänge handelt, wird es von der Linse des Auges unterschiedlich stark gebrochen. Für die Farben Rot und Blau liegen die Wellenlängen sehr weit auseinander, so dass das Auge für Rot eher weitsichtig und für Blau eher kurzsichtig ist. Daher sollte diese Farbkombination auf der Bildschirmanzeige vermieden werden.



Wenn Farben gut unterschieden werden können, dann weisen sie einen großen Farbkontrast auf. Solche Farben mit hohem Farbkontrast (zum Beispiel Rot und Grün) liegen im CIE-Farbdigramm (Abbildung 20) weit auseinander. Farben mit geringerem Farbkontrast wie zum Beispiel Rot und Orange liegen im CIE-Farbdigramm näher zusammen und werden schneller verwechselt.

weitesten auseinander. Da die Helligkeits- und Farbrezeptoren des Auges im grünlichen Spektralbereich am empfindlichsten sind, werden die Farben von Lindgrün bis Blaugrün heller gesehen als die anderen. Wird Farbe zur Kodierung verwendet, dann sollten diese Farben ein schnelles und sicheres Erkennen fördern (zum Beispiel Rettungswege).

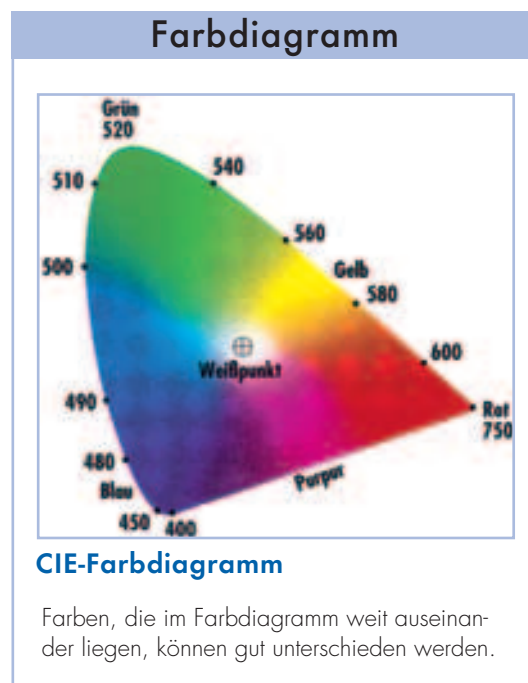


Abbildung 20 (Quelle: Fördergemeinschaft Gutes Licht)

Der Helligkeitseindruck von Farben hängt letztendlich davon ab, wie viel Licht ins Auge gelangt. Der Helligkeitskontrast ist zwischen Weiß und Schwarz am größten, da das auf eine schwarze Fläche auftreffende Licht fast vollständig verschluckt wird, während es auf einer weißen Fläche größtenteils reflektiert wird. Die Reflexionsgrade und damit die Helligkeit dieser Farben liegen also am

Ausgewählte Prozesse der Wahrnehmungsorganisation

Bei einem einzelnen Wahrnehmungsvorgang nehmen wir immer nur einen kleinen Ausschnitt aus einem ganzen Bild oder einen Einzelton aus einer Klangfolge wahr. Die einzelnen Sinneseindrücke müssen also in einem zeitlichen und räumlichen Prozess organisiert werden, um eine zusammenhängende Szene zu erkennen. Im Folgenden sollen nur einige der Organisationsprinzipien vorgestellt werden, die für die Informationsdarstellung besonders bedeutsam sind:

- Gliederung in Bereiche
- Unterscheidung von Figur und Grund
- Geschlossenheit und Gruppierung
- visuelle Bewegungswahrnehmung

Gliederung in Bereiche

Damit ein vollständiges Bild mit allen seinen Einzelteilen wahrgenommen werden kann, müssen die Bereiche des Bildes strukturiert werden. Eine solche Anordnung von Informationen ist mitbestimmend für die Registrierung, die Deutung und das richtige Verständnis der visuellen Reize. Farbe und Oberflächenstruktur (sog. Textur) liefern die Hauptinformationen bei diesem Vorgang der Unterteilung des sensorischen Gesamteindrucks in Bereiche. Ein abrupter Wechsel der Farbqualität (Ton, Sättigung oder Helligkeit) markiert ebenso wie eine abrupte Veränderung der Textur eine „Grenze“ zwischen zwei Bereichen. Diese Grenzen werden vom Sinnessystem wahrgenommen und im Gedächtnis als solche weiterverarbeitet, so dass der Mensch sowohl ein Bild als Ganzes erkennen als auch einzelne Bereiche darin voneinander trennen kann.

Unterscheidung von Figur und Grund

Ein weiterer wichtiger Prozess der Interpretation von Gesamtbildern ist die Zerlegung in die elementaren Bestandteile „Figur“ und „Grund“. Eine Figur ist dabei ein Wahrnehmungsobjekt, das eher im Vordergrund des Bildes angesiedelt wird. Der (Hinter- bzw. Untergrund) ist der Bereich, von dem sich die Figur abhebt (vgl. zum Beispiel geschriebener Text auf weißem Papier). Tendenziell werden Figuren eher auf einem Untergrund gesehen. Die Einteilung von Figur und Grund wird nicht tatsächlich vom Sinnessystem in dieser Unterscheidung gesehen, sondern sie entsteht durch die Reizverarbeitung im Gedächtnis, bei der auch Erfahrungswissen hinzugezogen wird. Dadurch lässt sich auch dann ein solcher Eindruck erzielen, wenn es die wahrgenommene Figur eigentlich gar nicht gibt (vgl. das weiße Dreieck in der [Abbildung 21](#)).

Veranschaulichung des Prinzips der Figur-Grund-Gliederung

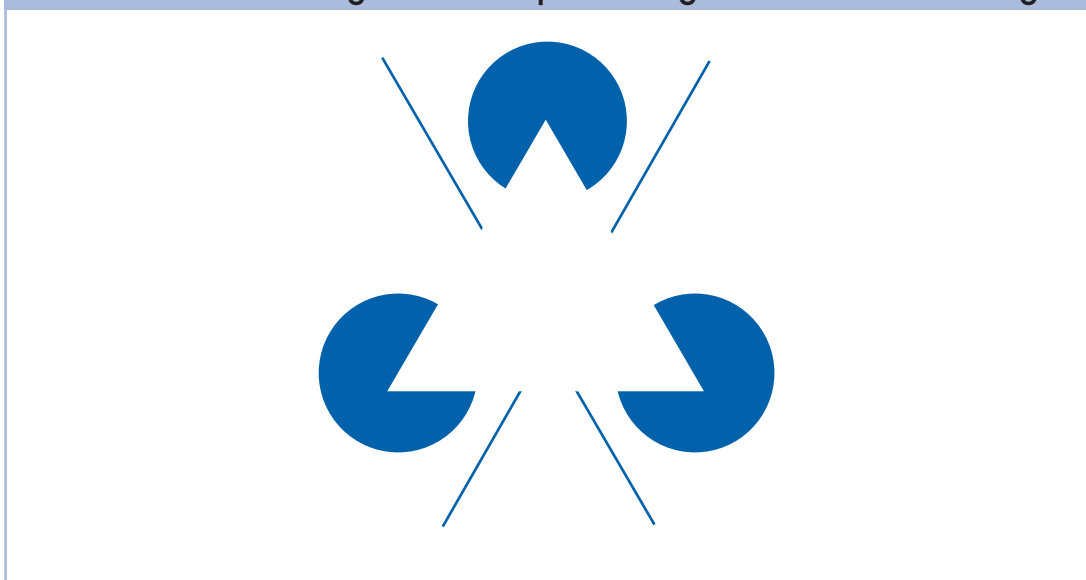


Abbildung 21 (aus: Zimbardo, Gerrig, 1999, S. 131).

Geschlossenheit und Gruppierung

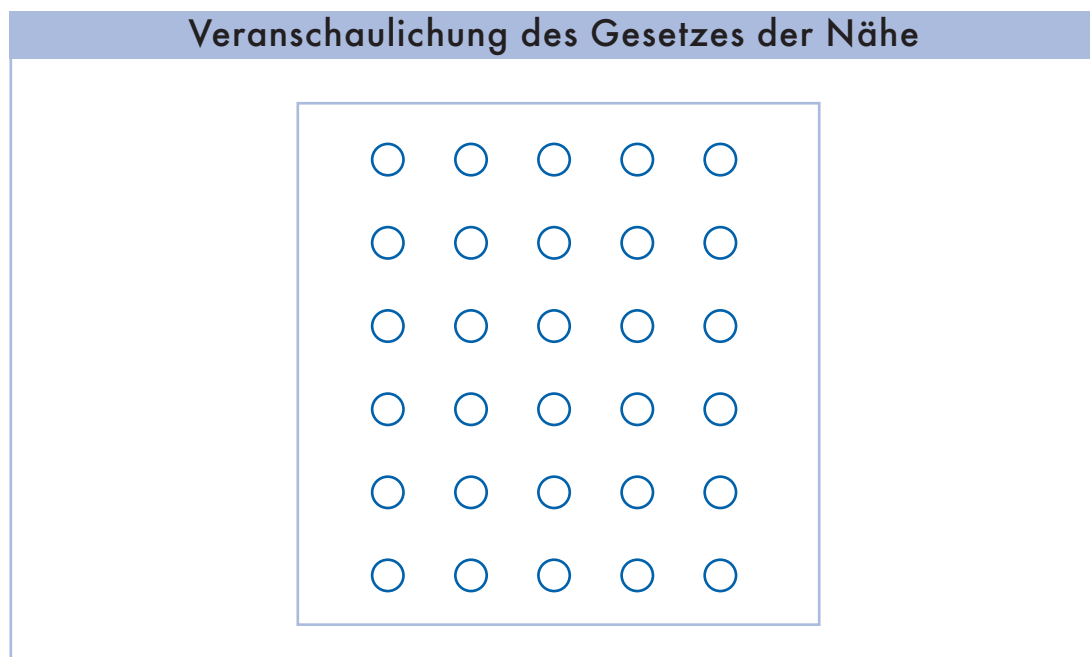
Das Prinzip der Geschlossenheit beschreibt die Tendenz, dass unvollständige Figuren wie zum Beispiel das Dreieck der [Abbildung 21](#) bei der Verarbeitung der Informationen im Gehirn vervollständigt werden. Geschlossenheit ist der Grund dafür, dass wir Reize als vollständig, ausgeglichen und symmetrisch wahrnehmen, auch wenn sie Lücken aufweisen, fragmentiert sind oder Asymmetrien enthalten.

Das visuelle System folgt Prinzipien der Gruppierung, die auch häufig als Gestaltgesetze beschrieben werden. Grundlegend ist dabei die Annahme, dass der Wahrnehmungsprozess nicht vollständig verstanden werden kann, wenn man nur einzelne Teile betrachtet und auch nur Einzelteile wahrnehmen würde. Die Wahrnehmung ist mehr als die Summe

ihrer Teilprozesse: Die Gesamtheit ist mehr als die Summe ihrer Teile. Durch verschiedene Arten der Anordnung von einzelnen Teilen wird die Wahrnehmung der Gesamtstruktur beeinflusst.

Nach dem Gesetz der Nähe werden benachbarte Reizelemente als zusammengehörig gesehen. Erst aus dem Gesamtbild aller Reizelemente ergibt sich die zusätzliche Information darüber, welche Elemente zu Figuren zusammengefasst werden ([Abbildung 22](#)).

Nach dem Gesetz der Ähnlichkeit werden diejenigen Elemente zu Figuren gruppiert, die sich am ähnlichsten sind. Das veranschaulicht [Abbildung 23](#), wo statt der räumlichen Anordnung die Größe der Punkte variiert wurde. Obwohl der Abstand zwischen den Punkten gleich ist,



[Abbildung 22](#) (aus Zimbardo, Gerrig, 1999, S. 132).

Veranschaulichung des Gesetzes der Ähnlichkeit

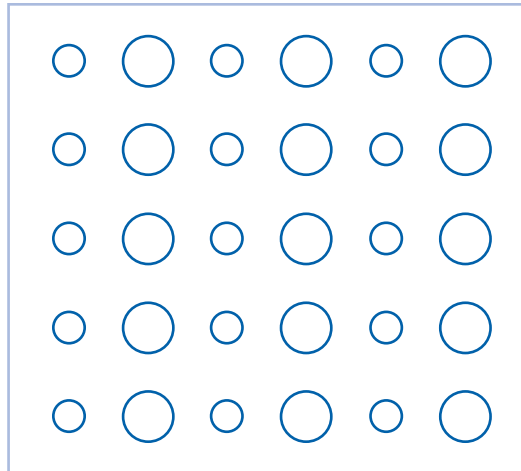


Abbildung 23 (aus Zimbardo, Gerrig, 1999, S. 132).

organisiert unser Wahrnehmungssystem den Reiz nun automatisch anhand der Größe der Punkte in Punktereihen. Die Punkte verschiedener Größe werden aufgrund der Ähnlichkeit in Form und Richtung als Reihen interpretiert. Es wird also auch hier wiederum nicht nur ein kleines Einzelelement wie der Punkt, sondern die Kombination von Einzelelementen als eine Figur (Punktereihe) in einem Gesamtbild gesehen.

Da sich alle Prinzipien der Gestaltgesetze nicht immer miteinander kombinieren lassen und auch Wahrnehmungstäuschungen (Abbildung 24) entstehen können, ist eine der Voraussetzungen zur Gestaltung von Software-Oberflächen ein umfangreiches Wissen auf dem Gebiet der Wahrnehmungspsychologie. Daneben ist die detaillierte Sachkenntnis sowohl über den Einsatzzweck der Software als auch über die konkrete Aufgabenstellung unerlässlich.

Wahrnehmungstäuschung

Welcher der eingekreisten Kreise ist größer?

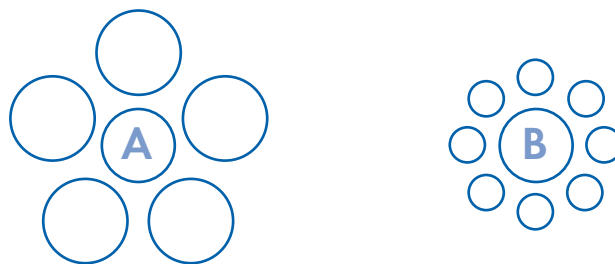


Abbildung 24 (nach Ebbinghaus aus Zimbardo, Gerrig, 1999, S. 112). Lösung: A und B sind gleich groß.

Visuelle Bewegungswahrnehmung

Neben der Wahrnehmung von rein bildhaften Informationen ist bei der Darstellung von Informationen am Bildschirm auch die Wahrnehmung von Bewegung zu berücksichtigen. Bewegung vermittelt folgende Informationen:

1. Bewegungen erregen unsere Aufmerksamkeit: So löst zum Beispiel eine Bewegung im Gesichtsfeld eine sofortige Augenbewegung der Art aus, dass das sich bewegende Objekt in der Fovea (Stelle des schärfsten Sehens) fokussiert und damit klar gesehen werden kann.
2. Die Bewegungen eines Objektes relativ zu einem Beobachter vermitteln Informationen über die dreidimensionale Gestalt des Objektes.
3. Bewegungen vermitteln Informationen, durch die wir Figur und Untergrund unterscheiden können. So wird ein sich bewegendes Objekt meist als Figur auf einem festen Untergrund wahrgenommen.
4. Bewegungen liefern Informationen, aufgrund derer wir aktiv mit der Umwelt interagieren können.

Die Bewegungswahrnehmung dient somit einerseits dazu, dass zum Beispiel eine räumliche und zeitliche Orientierung beim Schreiben eines Textes auf dem Bildschirm möglich wird oder einzelne Objekte, zum Beispiel in einem Grafikprogramm, an die richtige Stelle platziert werden. Häufig wird die Bewegung von Objekten auch zur Kodierung von Informationen verwendet. Ein Beispiel für die Verwendung der Bewegung von Objekten zur Kodierung von Informationen ist der Hilfeassistent in MS-Word – der zwar häufig ist, der aber leider nicht immer zur Verbesserung der Aufgabebearbeitung mit dieser Software beiträgt.

Während eine Darstellung des zeitlichen Fortschritts bei der Abarbeitung von länger dauernden Prozessen zu begrüßen ist (zum Beispiel bei automatisierten Ersetzungen in einem sehr langen Text, Berechnungszeiten bei komplexen Kalkulationen oder Kopieren von Dateien), lenken blinkende und bewegende Animationen von der eigentlichen Aufgabebearbeitung ab, stören (sogar dauerhaft und penetrant) und lassen sich nur selten auf Wunsch abschalten. Da sich der Mensch Bewegungen, die vor seinem Gesichtsfeld verlaufen, nicht entziehen kann, sollte diese Form der Kodierung nur so eingesetzt werden, dass er von der Bearbeitung der Aufgabe nicht abgelenkt wird.

5.3.2 Das auditive Sinnessystem

Mit den Ohren als auditivem Sinnessystem besitzt der Mensch die Fähigkeit, Ereignisse zu hören, die dem Sehen nicht zugänglich sind. Das Ohr nimmt Druckschwankungen in der Luft (Schallwellen) wahr und setzt sie in elektrophysiologische Signale um, die dann zum Gehirn weitergeleitet werden, wo die Signale als Tonhöhen und als Lokalisierung von Schallquellen umgesetzt werden (Abbildung 25).

Da das Ohr kurze und lange Schallwellen unterscheiden kann, können wir auch unterschiedliche Tonhöhen wahrnehmen. Anhand der Intensität der Schallwellen wird erkannt, wie laut ein Ton ist. Da das auditive System mit zwei Ohren auch erkennen kann, woher ein Ton kommt, können wir die Schallsignale auch einer bestimmten Richtung zuordnen. Durch unser Wissen und unsere Erfahrung können wir die im Gehirn angekommenen Schallsignale so verarbeiten, dass wir die Töne auch einer Schallquelle zuord-

nen können. Schallwellen werden von Menschen im Ton und in der Lautheit unterschiedlich wahrgenommen. Das Ohr kann nur einen Teil der Schalldruckwellen so aufnehmen, dass diese für den Menschen als Töne hörbar sind. Die gleichzeitige Verarbeitung mehrerer Töne ist schwierig bis unmöglich.

Für die Darstellung von Informationen bei Software ergibt sich daraus Folgendes:

Akustische Meldungen müssen als solche erkannt werden. Werden sie für Fehlermeldungen verwendet, kann aus dem akustischen Signal allein noch nicht erkannt werden, wo der Fehler war und wie der Fehler zustande gekommen ist – es sei denn, es handelt sich um eine Sprachausgabe. Akustische Signale werden nur kurz gegeben und daher ist genaue Lokalisation meist nicht möglich. Akustische Signale sollen also nur der Orientierung dienen, das heißt, als zusätzliche Kodierung zur visuellen.

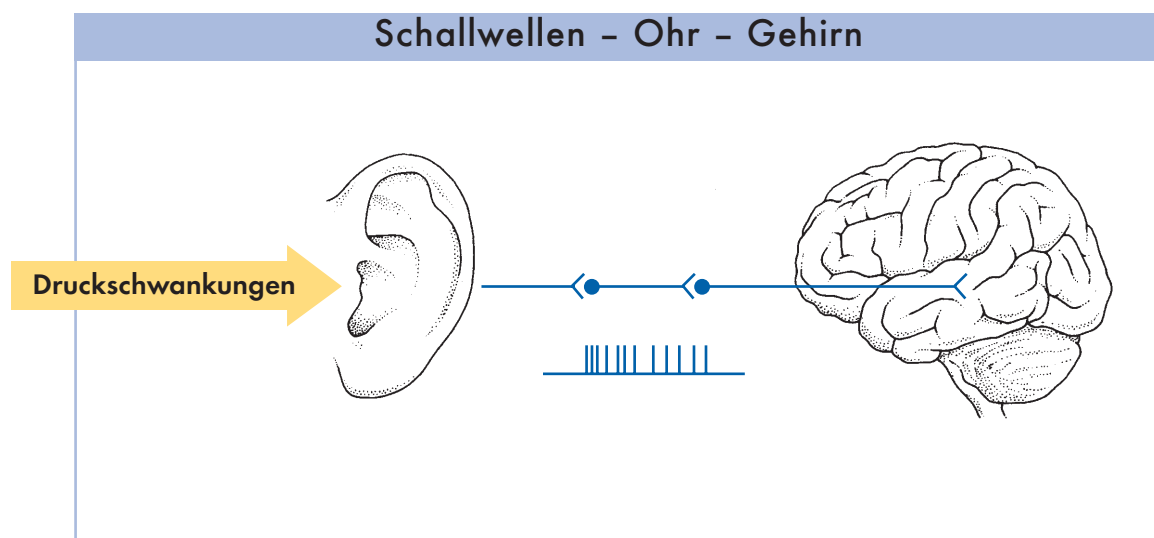


Abbildung 25 (nach Goldstein 1997, S. 315)

Selbst bei voller Funktionsbereitschaft von Augen und Ohren liefern diese Sinnesorgane kein eindeutiges und kein vollständiges Abbild der Umwelt an das Gehirn. Das Gedächtnis als Funktion des Gehirns muss anhand von vorhandenem und gespeichertem Wissen und aus seinen Erfahrungen die Reize, die über die Seh- oder Hörnerven einströmen, identifizieren und dann interpretieren. Erst diese Interpretation führt dazu, dass wir die Wahrnehmungsobjekte aus unserer Umwelt verstehen.

Die Informationen bei der Aufgabenbearbeitung mit Software müssen daher so gestaltet sein, dass sie vom Menschen über seine Sinnesorgane erfasst werden können. Außerdem müssen die Informationen mit dem Fachwissen und den Erfahrungen des Benutzers in enger Verbindung stehen. Erst dann kann der Mensch die Software so nutzen, dass sie ihn bei der Bearbeitung seiner Arbeitsaufgaben unterstützt.

5.4 Gedächtnis und Wissensgenerierung mit Software

Bei der Gestaltung von Software sind Funktionen, Kapazität und Organisation des menschlichen Gedächtnisses zu berücksichtigen. Im Gedächtnis werden Informationen, die über die Sinnesorgane aufgenommen wurden, weiterverarbeitet und mit dem bereits vorhandenen Wissensvorrat in Verbindung gebracht. Die Verarbeitung aller Informationen (neue und vorhandene) führt schließlich zur Generierung von Wissen zur Lösung der Arbeitsaufgabe, zu einer Entscheidungsfindung und zur Ausführung von Handlungen.

Darüber hinaus wird vom Gedächtnis auf der einen Seite der Vorgang der Wahrnehmung und auf der anderen Seite die Ausführung einer Handlung gesteuert. So bestimmt das Gedächtnis zum Beispiel, auf welches Wort auf einer Bildschirmanzeige die Augen gerichtet werden und wie die Blicke über das Wort gelenkt werden. Das Gedächtnis steuert ebenso die Bewegungen der Hand, so dass mit der Maus ein Buchstabe des Wortes auf der Bildschirmanzeige markiert werden kann.

Bei den Gedächtnisleistungen handelt es sich um Prozesse wie Wahrnehmen, Vorstellen, Denken, Behalten und Bewerten, die bei allen Formen der Informationsaufnahme, Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung auftreten.

5.4.1 Die begrenzte Aufnahmekapazität des Gehirns

Bei der Reizaufnahme gelangen die aufgenommenen Rohdaten zu den physikalischen Reizmerkmalen wie beispielsweise Farbe, Intensität, Kontrastverteilung, Position, Bewegung etc. zunächst in die sensorischen Speicher. Die sensorischen Speicher sind in der Lage, visuelle und auditive Daten kurze Zeit (visuell circa 0,5 Sekunden, auditiv circa 5 Sekunden) bei sehr schnellen Zugriffszeiten zwischenzuspeichern. Nach den sensorischen Speichern gelangt die aufgenommene Information in das so genannte Kurzzeitgedächtnis. Erst durch weitere Gedächtnisprozesse werden die in den sensorischen Speichern vorhandenen Sinnesdaten interpretiert. Das Ergebnis der Interpretation ist das Erkennen des Wahrnehmungsgegenstandes, der dann symbolisch oder begrifflich im Kurzzeitgedächtnis vorhanden ist. Erst wenn die Daten erkannt werden, werden sie zur Information. Im Kurzzeitgedächtnis findet der größte Teil der bewussten Denkarbeit statt.

Die größten zusammenhängenden Einheiten (Sinneseinheiten), die von den Sinnessystemen aufgenommen werden können, werden beim menschlichen Gedächtnis als Chunks bezeichnet. Chunks können beispielsweise Zahlen, Buchstaben, Abkürzungen, Wörter, Symbole, Piktogramme oder größere begriffliche Einheiten sein, die personenspezifisch sind. Es konnte festgestellt werden, dass die Grenzen der Informationsmenge, die ein Speicher fasst (Kapazität), beim menschlichen Kurzzeitgedächtnis bei 7 bis 9 Chunks liegen.

Diese Menge kann über einen Speicherzeitraum von etwa 15 bis 30 Sekunden im Kurzzeitgedächtnis behalten werden. Wird der Engpass der geringen Speicherkapazität und -dauer bei der Darstellung von Informationen auf dem Bildschirm nicht berücksichtigt, kommt es zu erheblichen Beanspruchungen und Fehlleistungen. Je mehr Chunks gespeichert werden müssen, desto unzuverlässiger wird der Zugriff, das heißt, die korrekte Wiedergabe der einzelnen Chunks.

Zur optimalen Ausnutzung des Kurzzeitgedächtnisses bei der Bildschirmarbeit sollten daher künstliche Chunks, zum Beispiel durch die Gruppierung von Informationen, gebildet werden. Darüber hinaus kann man auch schon vorhandene und gut eingeführte Chunks bei der Bildschirmarbeit nutzen, wie zum Beispiel Elemente aus der Umgangs- oder Fachsprache oder bekannte grafische Darstellungen. Ein Zugriff auf diese Chunks ist auch nach längerer Zeit möglich, da sie wegen der Häufigkeit der bisherigen Verwendung im Langzeitgedächtnis gespeichert sind.



5.4.2 Der Motor der Wissensgenerierung

Das Kurzzeitgedächtnis funktioniert umso besser, je unterschiedlicher die Chunks sind. So ist es einfacher, eine bestimmte Anzahl unterschiedlicher Chunks zu speichern als die gleiche Zahl ähnlicher Chunks. Auch dieses Wissen kann man sich bei der Bildschirmarbeit zu Nutzen machen, wenn man zum Beispiel Dateinamen oder Verzeichnisnamen vergibt. So ist es sinnvoller, Briefe an verschiedene Firmen unter dem jeweiligen Firmennamen zu speichern, als sie unter `brief1.doc`, `brief2.doc` etc. abzulegen. Die Ordnung bzw. die Zugangswege zu den gespeicherten Informationen des Kurzzeitgedächtnisses ist streng sequenziell, das heißt, am einfachsten ist es, gespeicherte Informationen in der Reihenfolge wiederzugeben, in der sie auch gespeichert wurden.

Darüber hinaus hat das Kurzzeitgedächtnis die Funktion eines Arbeitsgedächtnisses, in dem Wahrnehmungs-, Denk- und Bewertungsprozesse (so genannte kognitive Prozesse) ablaufen und elementare kognitive Operationen (Erkennen, Vergleichen, Speichern, Abrufen, Erinnern) koordiniert und organisiert werden. Für die Bildschirmarbeit bedeutet dies, dass der Benutzer fortlaufend sein im Langzeitgedächtnis gespeichertes Wissen über den erreichten Zustand seiner Aufgabenbearbeitung und das weitere Vorgehen mit den aktuell dargebotenen Informationen auf der Bildschirmanzeige abgleichen muss. Die dabei erforderlichen kognitiven Prozesse finden größtenteils im Kurzzeitgedächtnis statt. Um Zeichen zu erkennen, wird gespeichertes Wissen aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen und kurzfristig im Kurzzeitgedächtnis mit dort vorhandenen Informationen verglichen. In diesem Prozess wird Wissen generiert. Das Arbeitsgedächtnis ist somit der Motor der Wissensgenerierung.

Die langfristige Speicherung menschlichen Wissens findet im Langzeitgedächtnis statt. Die Kapazität des Langzeitgedächtnisses scheint nach bisherigen Erkenntnissen unbegrenzt zu sein. Erinnerungsschwächen können damit zusammenhängen, dass auf vorhandenes Wissen längere Zeit nicht zurückgegriffen wurde. Daher lässt sich aktuell keine Verbindung zwischen ehemals gespeicherten Wissensbereichen herstellen. Neue Informationen in das Lang-

zeitgedächtnis einzufügen, so dass sie auch langfristig erhalten bleiben, ist nur dann möglich, wenn sie mit vorhandenem Wissen verknüpft werden können.

Die Organisation des Langzeitgedächtnisses scheint vor allem auf der Basis von Gedächtnisverknüpfungen (Assoziationen) zu beruhen. Diese Verknüpfungen kann man sich als gerichtete Zeiger von Wissenseinheiten auf andere Wissenseinheiten vorstellen. Die Verknüpfungen sind von unterschiedlicher Bedeutung und können unter anderem Generalisierungen, Spezialisierungen, Ähnlichkeiten, Ausnahmen, Teilebeziehungen, aber auch beliebige, inhaltlich kaum greifbare Zusammenhänge darstellen.

Ein wesentlicher Faktor des Erkennens von Informationen ist die visuelle Ähnlichkeit zwischen der zu erkennenden Wahrnehmungseinheit und den möglichen Alternativen, die in einem gegebenen Kontext ebenfalls vorkommen. Große visuelle Ähnlichkeit zwischen Wahrnehmungseinheiten erschwert das Erkennen und erhöht die Wahrscheinlichkeit von Fehlern.

Des Weiteren ist die Bekanntheit von Wörtern für das Erkennen und Verstehen entscheidend. In Abhängigkeit vom Kontext sinkt bei unerwarteten und seltenen Wörtern die Lesegeschwindigkeit aufgrund des häufiger erforderlichen Vor- und Zurückspringens. Ebenfalls spielt die Sprechbarkeit von Zeichenfolgen eine wichtige Rolle. Beim stummen Lesen

schwieriger Texte geht die Lesegeschwindigkeit unter Umständen bis auf die des lauten Lesens zurück, bis eventuell wirklich halblaut weitergelesen wird. Daraus ergibt sich, dass Zeichenfolgen auf dem Bildschirm dem Benutzer möglichst vertraut, gut unterscheidbar und sprechbar sein sollten.

Deshalb sollte Folgendes beachtet werden:

- Wörter und Abkürzungen sollten aus der Fachsprache des Benutzers stammen und mit seinem Wissen und seinen Erfahrungen in Verbindung stehen (zum Beispiel Kto.-Nr. für Kontonummer).
- Als Kode oder Abkürzungen sollten sprechbare Silben verwendet werden (zum Beispiel AngebotStandard.doc).
- Charakteristische Unterscheidungsmerkmale sollten regelhaft und konsistent am Anfang oder Ende einer Zeichenfolge platziert werden, damit sie sich auf den ersten Blick erfassen lassen (zum Beispiel Mahnung1.doc, Mahnung2.doc etc.).



5.5 Lernprozesse, mentale Modelle und Softwaregestaltung

Stunde für Stunde strömen Informationen auf uns ein, aber nicht alles wird behalten. Offenbar finden im Gehirn Selektionsprozesse statt, denn einiges merken wir uns für kurze Zeit, anderes behalten wir für längere Zeit, manches ein Leben lang. Das Behalten von Informationen kann durch gerichtete Aufmerksamkeit und Lernabsicht verbessert werden, insbesondere dann, wenn die neuen Informationen auf ähnliche, bereits vorhandene treffen und Verknüpfungen hergestellt werden können. Nach einem komplexen Speichervorgang (vgl. Kapitel 5.4 „Gedächtnis und Wissensgenerierung mit Software“) können Informationen langfristig im Gedächtnis behalten werden und stehen als Wissen bzw. Kenntnisse zur Verfügung.

Um Arbeitsaufgaben mit Software bewältigen zu können, muss der Benutzer zunächst den Umgang mit dem Computer generell und mit der Software speziell erlernen. Lernen liegt dabei immer dann vor, wenn Informationen verarbeitet und zur Optimierung der Steuerung bzw. Ausführung des eigenen Verhaltens eingesetzt werden. Das durch Lernen neu erworbene Wissen entsteht durch tägliches praktisches (Arbeits-)Handeln und wird im Langzeitgedächtnis gespeichert und mit bereits bestehenden Wissensbeständen verknüpft.

Menschen machen sich von dem, was um sie herum passiert, ein Bild, eine Vorstellung bzw. ein Modell, um die Sicherheit für das eigene Handeln zu erhöhen und um bevorstehende Arbeitsschritte planen zu können. Solche Bilder, Vorstellungen bzw. Modelle entwickelt der Benutzer von Software auch für seine Arbeitsabläufe (Wer macht was? Wann wird etwas getan? Womit wird etwas getan?) und natürlich auch für die von ihm eingesetzte Software (Was kann die Software? Wie arbeitet die Software?).

Solche so genannten mentalen Modelle über das eigene Handeln und die Funktionsweise von Arbeitsmitteln verändern sich im Laufe der Zeit. Sie werden mit der Zeit immer detaillierter und es ergeben sich dann Verknüpfungen mit bereits vorhandenen, ähnlich ablaufenden Handlungen sowie Funktionsweisen. Kann der Benutzer beim (Arbeits-)Handeln auf bereits vorhandene, eigene mentale Modelle zurückgreifen, fällt ihm die Bearbeitung seiner Aufgaben leichter.

Bei **mentalen Modellen** handelt es sich um „Bilder“, die durch Wahrnehmung entstanden sind, mit aktualisierten Vorstellungen, Erinnerungen bzw. aktuell abgeleiteten gedanklichen Bestandteilen verknüpft sind. An diesen Bildern orientiert sich das Handeln des Menschen, an ihnen erfolgt die Bewertung erfasster Zustände oder die Planung von Maßnahmen. Damit wird auch deutlich, dass Handlungen umso effektiver sein kön-

nen, je angemessener das der Handlungssteuerung zugrunde liegende mentale Modell ist.

Je stärker eine für den Benutzer neue Software bereits vorhandene mentale Modelle des Benutzers anspricht, desto einfacher lässt sich neues Wissen mit bereits bestehenden Wissensbeständen verknüpfen, desto verständlicher wird die Funktionsweise der Software und desto leichter wird die Arbeit mit der Software. Im günstigsten Fall entsprechen zum Beispiel die Vorgehensweisen bei der Bildschirmarbeit den bereits gewohnten Arbeitsweisen ohne Softwareunterstützung.

Wenn die Aufgabe des Benutzers darin besteht, eine Überweisung auszuführen, dann kann diese Aufgabe aus zwei Perspektiven betrachtet werden, die miteinander verbunden sind. Aus der einen Perspektive wird das Überweisungsformular als Bild betrachtet. Aus der anderen Perspektive wird die Abfolge der notwendigen Arbeitsschritte zum Ausfüllen des Überweisungsformulars als bildliches Schema betrachtet. Wird diese Aufgabe softwaretechnisch umgesetzt, dann sollte ein Überweisungsformular auf der Oberfläche der Software dargestellt werden, das Begriffe bzw. Bezeichnungen verwendet, die dem Benutzer aus der Bearbeitung von Papiervorlagen bekannt und vertraut sind.

Ebenso sollte die Abfolge der notwendigen Arbeitsschritte zum Ausfüllen des Überweisungsformulars mit der Software so möglich sein, dass der Benutzer alle Freiheiten beim Ausfüllen hat, wie er es von der Papiervorlage gewohnt ist, zum Beispiel dass man den Auftraggeber erst zum Schluss einträgt. Damit entsprechen Oberfläche und Struktur der Software der herkömmlichen Aufgabenbearbeitung.

Der Benutzer erhält dadurch von der Software Hilfen und Informationen, die sich mit seinen mentalen Modellen decken. Hilfefunktionen und auf Wunsch anforderbare Zusatzinformationen der Software tragen dazu bei, dass der Benutzer seine mentalen Modelle weiterentwickeln bzw. verfeinern kann.



Informationsverarbeitung im Gehirn und Software

Einige Tipps

- Die Grenzen der Informationsmenge, die ein Speicher fasst (Kapazität), liegen beim menschlichen Kurzzeitgedächtnis bei 7 bis 9 Sinneseinheiten (Chunks). Diese Einheiten werden etwa 15 bis 30 Sekunden im Kurzzeitgedächtnis gespeichert.
- Zur optimalen Ausnutzung des Kurzzeitgedächtnisses bei der Bildschirmarbeit sollten Informationen gruppiert werden.
- Das Kurzzeitgedächtnis funktioniert umso besser, je unterschiedlicher die Chunks sind.
- Es ist einfacher, eine bestimmte Anzahl unterschiedlicher Chunks zu speichern als die gleiche Zahl ähnlicher Chunks. Also zum Beispiel unterschiedliche Dateinamen oder Verzeichnisnamen vergeben (zum Beispiel Briefe nicht unter brief1.doc, brief2.doc usw., sondern unter Firmennamen).
- Die Ordnung bzw. die Zugangswege zu den gespeicherten Informationen des Kurzzeitgedächtnisses ist streng sequenziell, das heißt, am einfachsten ist es, gespeicherte Informationen in der Reihenfolge wiederzugeben, in der sie auch gespeichert wurden.
- Große visuelle Ähnlichkeit zwischen Wahrnehmungseinheiten erschwert das Erkennen und erhöht die Wahrscheinlichkeit von Fehlern.
- Zeichenfolgen auf dem Bildschirm sollten für den Benutzer möglichst vertraut, gut unterscheidbar und sprechbar sein.

Maßnahmen zur Verbesserung der Nutzungsqualität der Software zielen in erster Linie auf eine Optimierung der menschlichen Informationsverarbeitung sowie einer aufgabenorientierten Wissensgenerierung ab. Ziel dieses Kapitels war es, eine Vorstellung von den komplexen Zusammenhängen der Prozesse der Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung zu vermitteln.



Literatur

Staatliches Recht:

- Arbeitsschutz-Gesetz (ArbSchG)
Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit
- Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten

Berufsgenossenschaftliche Informationen

- BG-Information „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“ (SP 2.1) (BGI 650)
- BG-Information „Management und Software – Arbeitshilfen zur Erhöhung der Nutzungsqualität von Software im Arbeitssystem“ (SP 2.11/2) (BGI 852-2)
- BG-Information „Einrichten von Software – Leitfaden und Check für Benutzer“ (SP 2.11/3) (BGI 852-3)
- BG-Information „Software-Kauf und Pflichtenheft – Leitfaden und Arbeitshilfen für Kauf, Entwicklung und Beurteilung von Software“ (SP 2.11/4) (BGI 852-4)
- BG-Information „Arbeitssystem Büro – Hilfen für das systematische Planen und Einrichten von Büros“ (SP 2.2) (BGI 774)
- VBG (1997). Ergonomie im Büro (CD-ROM incl. Software zur Arbeitsplatzbeurteilung).

DIN-Normen

- DIN EN ISO 9241-10: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Grundsätze der Dialoggestaltung“
- DIN EN ISO 9241-11: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze“
- DIN EN ISO 9241-12: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Informationsdarstellung“
- DIN EN ISO 9241-13: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Benutzerführung“
- DIN EN ISO 9241-14: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Dialogführung mittels Menüs“
- DIN EN ISO 9241-15: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Dialogführung mittels Kommandosprache“
- DIN EN ISO 9241-16: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Dialogführung mittels direkter Manipulation“
- DIN EN ISO 9241-17: „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Dialogführung mittels Bildschirmformularen“



Fachliteratur

- Bauer, D.; Röckmann, D.: Methoden der Bewertung von Software, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA (Hrsg.), Bremerhaven 1998
- BIBB/IAB-Erhebung: Biersack, W.; Dostal, W.; Parmentier, K.; Plicht, H.; Troll, P.: Arbeitssituation, Tätigkeitsprofil und Qualifikationsstruktur von Personengruppen des Arbeitsmarktes, Nürnberg 2001
- Birbaumer, N.; Schmidt, R. F.: Biologische Psychologie, Berlin 1999 (5. Aufl.)
- Bleicher, K.: Das Konzept integriertes Management, Frankfurt, New York 1996
- Burmester, M., Görner, C., Hacker, W., Kärcher, Kurtz, P., Lieser, U., Risch, W., Wieland-Eckelmann; Wilde, H.: Das SANUS-Handbuch. Bildschirmarbeit EU-konform. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschung FB 760, Dortmund, Berlin 1997
- Burmester, M.; Görner, C.; Koller, F.: Nutzungsqualität von Software in E-Nets. In: Cernavin, O.; Ebert, B.; Wilken, U. J. (Hrsg.): Arbeitsschutz mit E-Nets, Berlin 2002, 174-206
- Cernavin, O.: Management von Arbeitsschutzwissen. In: Cernavin, O.; Ebert, B.; Wilken, U. J. (Hrsg.): Arbeitsschutz mit E-Nets, Berlin 2002, 13-44
- Dzida, W.; Hofmann, B.; Freitag, R.; Redtenbacher, W.; Baggen, R.; Geis, T.; Beimel, J.; Zurheiden, C.; Hampe-Neteler, W.; Hartwig, R.; Peters, H.: Gebrauchstauglichkeit von Software, Bremerhaven 2001
- Frieling, H.: Farbe am Arbeitsplatz (Hrsg. v. Bayerischen Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung), München 1984
- Goldstein, E. B.: Wahrnehmungspsychologie – eine Einführung, Heidelberg 1997
- Görner, C., Beu, A., Koller, F.: Der Bildschirmarbeitsplatz. Softwareentwicklung mit DIN EN ISO 9241, Berlin 1999
- Herczeg, M.: Software-Ergonomie. Grundlagen der Mensch-Computer-Kommunikation, Bonn 1994
- Nachreiner, F.; Möhlmann, D.; Mexer, I.; Nickel, P.; Riering, G.: Benutzerfreundliche Gestaltung von Softwaresystemen der Logistik am Beispiel der Speditions-Software. In: Ernst, G.; Büntgen, W.; Pornschlegel H.; Westfal U. (Hrsg.): Zukunft von Arbeit in Logistischen Systemen, Dortmund: 1994, 283-294
- Probst, G.; Raub, S.; Rombart, K.: Wissensmanagement, Frankfurt 1999 (3. Aufl.)
- Richenhagen, G. Prümper, J.; Wagner, J.: Handbuch der Bildschirmarbeit, Neuwied, Krieffel 2002 (3. Aufl.)
- Rock, I.: Wahrnehmung. Vom visuellen Reiz zum Sehen und Erkennen, Heidelberg 1998
- Schaefer, M.; Gnedina, A.; Bömer, T.; Büllsach, K.-H.; Grigulewitsch, W.; Reuß, G.; Reinert, D.: Programmierregeln für die Erstellung von Software für Steuerungen mit Sicherheitsaufgaben, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA (Hrsg.), Bremerhaven 1998
- Widdel, H.: Ergonomische Aspekte zur Verwendung von Farbe auf Bildschirmen. In: Gärtner, K.-P.; Stein, W.; Widdel, H. (Hrsg.): Mensch-Maschine-Systeme und Neue Informationstechnologien (75-86), Aachen 1994

- Wieland, R.; Koller, F.: Bildschirmarbeit auf dem Prüfstand der EU-Richtlinien. Konzepte, Strategien und betriebliche Erfahrungen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA (Hrsg.), Bremerhaven 1999
- Zimbardo, P. G.; Gerrig, R. J.: Psychologie, Berlin 1999

Herausgeber:



VBG

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
Deelbögenkamp 4
22297 Hamburg
Postanschrift: 22281 Hamburg

www.vbg.de

Bestellnummer: S002111

Fachverlag:
BC Verlags- und Mediengesellschaft
Kaiser-Friedrich-Ring 53
65185 Wiesbaden

Nachdruck nur mit Genehmigung
der VBG

Vertrieb:
C. L. Rautenberg-Druck
Königstraße 41 – 25348 Glückstadt
www.rautenberg-druckerei.de

Ausgabe: April 2003

Begriffserklärung

Software-Ergonomie

Software-Ergonomie beschreibt die Anpassung der Eigenschaften eines Softwaresystems an die physischen und psychischen Eigenschaften der damit arbeitenden Menschen.

Gebrauchstauglichkeit (Usability)

Gebrauchstauglichkeit ist das Ausmaß, durch das eine Software durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen. Dazu gehört unter anderem, dass die Grundsätze der Dialoggestaltung umgesetzt werden.

Grundsätze der Gebrauchstauglichkeit

Die Grundsätze der Dialoggestaltung einer Software (nach DIN EN ISO 9241-10) sind:

- Aufgabenangemessenheit
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
- Steuerbarkeit
- Fehlertoleranz
- Erwartungskonformität
- Individualisierbarkeit
- Lernförderlichkeit

Zusätzlich wird die Gebrauchstauglichkeit durch folgende Aspekte beeinflusst:

- Organisation von Information
- Verwendung grafischer Objekte
- Gebrauch von Kodierv Verfahren

Nutzungskontext

Der Nutzungskontext umfasst die Benutzer, die Arbeitsaufgaben, Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie die physische und soziale Umgebung, in der die Software genutzt wird (nach DIN EN ISO 9241-11).

Nutzungsqualität

Die Nutzungsqualität der Software beschreibt die Gebrauchstauglichkeit der Software in einem hochwertigen Nutzungskontext. Ein hochwertiger Nutzungskontext umfasst

- eine sichere, gesunde und angemessene Aufgabenbewältigung (nach DIN EN ISO 9241-11) sowie
- aktivierende soziale Beziehungen und Strukturen, die die Nutzungsbereitschaft und -motivation in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess ermöglichen und fördern.

Dimensionen der Nutzungsqualität

Die Dimensionen für das Maß der Nutzungsqualität sind:

- Effektivität – die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der ein Benutzer sein Ziel erreicht
- Effizienz – das Verhältnis von Genauigkeit und Vollständigkeit zum Aufwand, mit dem ein Benutzer ein bestimmtes Ziel erreicht
- Zufriedenheit – die subjektive Zufriedenheit des Benutzers bei der Arbeit mit der Software durch eine möglichst beeinträchtigungsfreie Nutzung
- Qualität der sozialen Beziehungen – die spezifischen sozialen Beziehungen und Strukturen des Einsatzfeldes der Software, die ein motiviertes Arbeiten in einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess ermöglichen und fördern. Hierzu trägt unter anderem mit bei:
 - ein kooperativer Führungsstil
 - eine vertrauensvolle Zusammenarbeit
 - eine intensive und offene Kommunikation
 - eine umfassende Information über die Arbeitsaufgabe
 - die Beteiligung der Mitarbeiter an der Gestaltung der Arbeitsprozesse
 - die Möglichkeiten Verbesserungsprozesse einleiten zu können