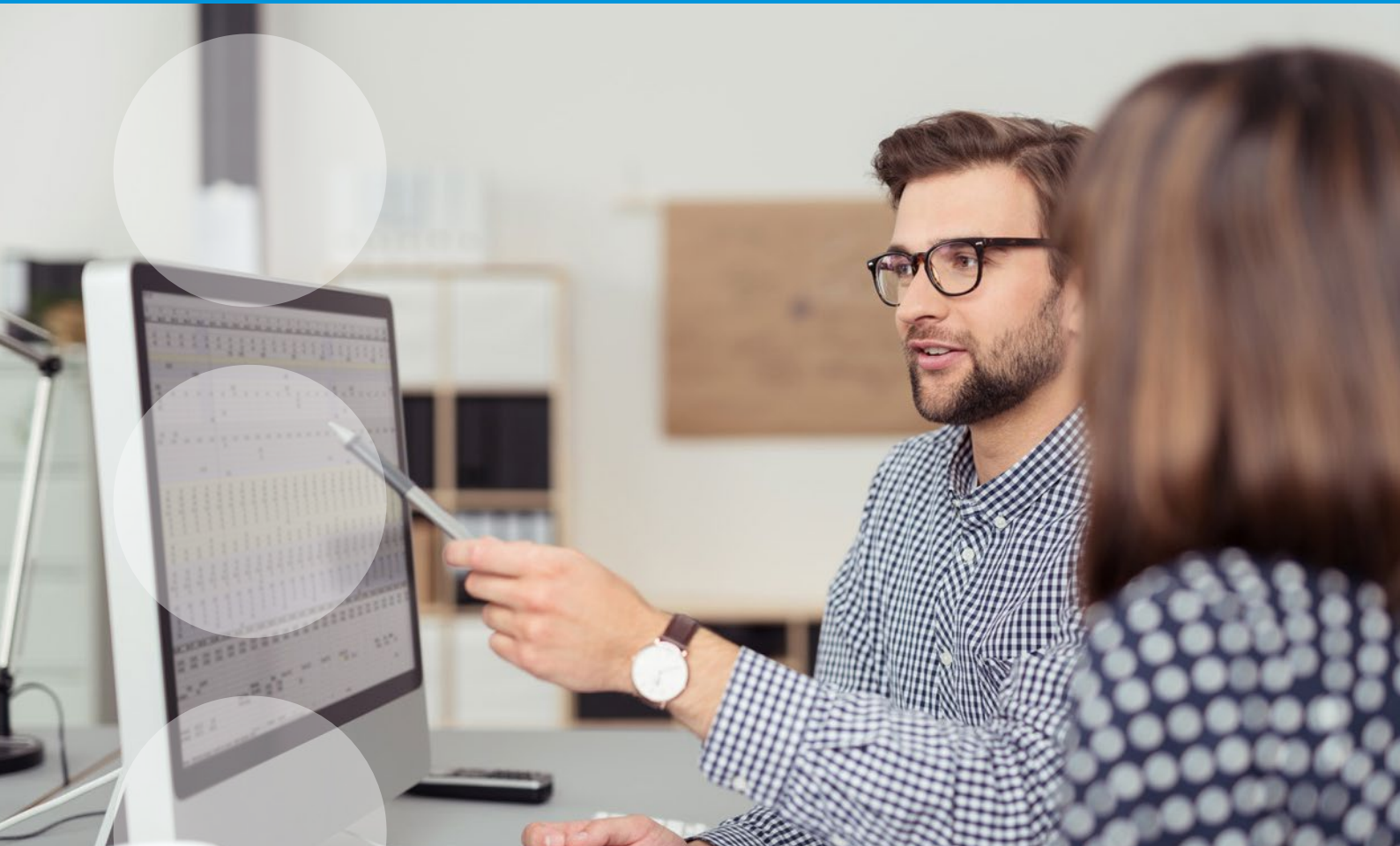


**215-450**

## **DGUV Information 215-450**



# **Softwareergonomie**

**komm**mit**mensch** ist die bundesweite Kampagne der gesetzlichen Unfallversicherung in Deutschland. Sie will Unternehmen und Bildungseinrichtungen dabei unterstützen eine Präventionskultur zu entwickeln, in der Sicherheit und Gesundheit Grundlage allen Handelns sind. Weitere Informationen unter [www.kommmitmensch.de](http://www.kommmitmensch.de)

---

## Impressum

### Herausgegeben von:

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-9876  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Büro des Fachbereichs Verwaltung der DGUV

Ausgabe: April 2021

DGUV Information 215-450  
zu beziehen bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter  
[www.dguv.de/publikationen](http://www.dguv.de/publikationen) Webcode: p215450

© Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung,  
auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

### Bildnachweis

Titelbild: © contrastwerkstatt/Fotolia; Abb. 4: © Peter Hermes Furian/  
Fotolia; Abb. 5, 7: © poko42/Fotolia und DGUV; Abb. 8: © VICTOR-/iStock  
und DGUV; Abb. 63: © cristovao31/Fotolia; Abb. 64: © en images/Fotolia;  
Abb. 65: © Ingenieurbüro Dr. Elisabeth Seveke; Abb. 72: © cherezoff/Fotolia;  
Restliche Abbildungen: © DGUV

# Softwareergonomie

# Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite		
<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>Informationsgestaltung</b> .....	<b>32</b>
<b>2</b>	<b>Erfolgsfaktor Software</b> .....	<b>7</b>	8.1	Gestaltungsgrundsätze .....	32
2.1	Software im Arbeitsprozess .....	7	8.1.1	Entdeckbarkeit .....	32
2.2	Wirtschaftliche Aspekte ergonomischer Software .....	7	8.1.2	Ablenkungsfreiheit .....	32
2.3	Produktivität von Software .....	8	8.1.3	Unterscheidbarkeit .....	32
2.4	Nutzungsqualität von Software .....	8	8.1.4	Eindeutige Interpretierbarkeit .....	32
<b>3</b>	<b>Wahrnehmung, Verarbeitung und Umsetzung von Informationen durch den Menschen</b> .....	<b>9</b>	8.1.5	Kompaktheit .....	32
3.1	Schnittstellen zwischen der Software und dem Prozess der menschlichen Informationsverarbeitung .....	9	8.1.6	Interne und externe Konsistenz .....	33
3.2	Wahrnehmung von Informationen .....	10	8.2	Anordnung von Elementen und Informationen .....	33
3.2.1	Das visuelle Sinnessystem .....	11	8.2.1	Anordnung von Elementen (Maskenaufbau) .....	33
3.2.2	Das auditive Sinnessystem .....	14	8.2.2	Anordnung von Informationen .....	34
3.2.3	Das haptische Sinnessystem .....	14	8.3	Die Gestaltgesetze .....	35
3.2.4	Ausgewählte Prozesse der Wahrnehmung .....	15	8.3.1	Gesetz der Nähe .....	35
3.3	Verarbeitung von Informationen und Wissensgenerierung .....	16	8.3.2	Gesetz der Ähnlichkeit .....	35
3.3.1	Die begrenzte Aufnahmekapazität des Gedächtnisses .....	16	8.3.3	Gesetz der Geschlossenheit .....	36
3.3.2	Prozess der Wissensgenerierung .....	17	8.4	Elemente von grafischen Benutzungsoberflächen (Steuerelemente) .....	36
3.4	Umsetzung von Handlungen .....	18	8.4.1	Auswahl der richtigen Elemente .....	36
3.5	Wirkung von Licht .....	19	8.4.2	Einstellungen und Funktionsweise der Elemente .....	37
<b>4</b>	<b>Psychologische Ansätze</b> .....	<b>21</b>	8.5	Textgestaltung .....	37
4.1	Psychische Belastung und Beanspruchung berücksichtigen .....	21	8.5.1	Verständliche Texte .....	37
4.2	Software und Kognition .....	24	8.5.2	Positive und negative Darstellung von Text .....	38
4.3	Software und Emotion .....	24	8.5.3	Hervorheben und Darstellen von Text .....	38
4.4	Arbeitsgestaltung im Prozess der Softwareimplementierung .....	24	8.5.4	Texte strukturieren .....	39
<b>5</b>	<b>Rechtliche Aspekte</b> .....	<b>26</b>	8.6	Schrift .....	39
<b>6</b>	<b>Softwaretypen</b> .....	<b>28</b>	8.6.1	Schriftart .....	39
<b>7</b>	<b>Software und Bildschirm</b> .....	<b>30</b>	8.6.2	Schriftgröße .....	40
			8.6.3	Mehrdeutige Zeichen .....	40
			8.6.4	Glättung von Schrift .....	40
			8.7	Farben .....	41
			8.7.1	Farbkodierung und Farbkombinationen .....	41
			8.7.2	Kritische Farbkombinationen .....	41
			8.7.3	Konventionen .....	42
			8.7.4	Kontrast .....	42
			8.7.5	Farben für Symbole .....	43
			8.8	Informationsgestaltung für Smartphones und Tablets .....	43
			8.8.1	Anpassung der Darstellung von Informationen an die Bildschirmgröße .....	43
			8.8.2	Bedienbereiche und Navigation optimieren .....	44
			8.8.3	Icongestaltung .....	44

	Seite		Seite
<b>9 Interaktionsgestaltung</b>	<b>45</b>	11.3 Nutzungskontexte der Software spezifizieren – Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts	73
9.1 Grundsätze der Interaktionsgestaltung	45	11.4 Festlegen der Nutzungsanforderungen	76
9.1.1 Angemessenheit für Benutzeraufgaben	45	11.5 Erarbeiten von Gestaltungslösungen zur Erfüllung der Nutzungsanforderungen	76
9.1.2 Selbstbeschreibungsfähigkeit	45	11.6 Evaluieren von Gestaltungslösungen anhand der Anforderungen	77
9.1.3 Erwartungskonformität	46	11.7 Methoden zur Prüfung und Bewertung von Gestaltungslösungen	78
9.1.4 Erlernbarkeit	47	11.8 Prüfen und Bewerten von Software zu bestimmten Anlässen	79
9.1.5 Steuerbarkeit	48		
9.1.6 Robustheit gegenüber Benutzungsfehlern	49	<b>12 Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software</b>	<b>80</b>
9.1.7 Benutzerbindung	49	12.1 Beschaffung von Software	80
9.2 Umsetzung der Empfehlungen zur Interaktionsgestaltung	50	12.1.1 Beteiligte beim Beschaffungsprozess	80
9.2.1 Terminologie	50	12.1.2 Vorgehen im Beschaffungsprozess	81
9.2.2 Meldungen	50	12.2 Lastenheft erstellen	82
9.2.3 Interaktion und Kontrolle	50	12.2.1 Marktrecherche	83
9.2.4 Häufigkeiten	52	12.2.2 Detaillierte Prüfung	83
9.2.5 Fehler erkennen und vermeiden	53	12.3 Pflichtenheft erstellen	83
9.2.6 Hilfesysteme	54	12.3.1 Struktur und Inhalte eines Pflichtenheftes	85
9.2.7 Anpassbarkeit an spezielle Bedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer	54	12.3.2 Prüfung und Bewertung von Software	87
9.2.8 Ein- und Ausgabemedien	54	<b>Anhang</b>	<b>88</b>
<b>10 Barrierefreie Gestaltung von Software</b>	<b>55</b>	Anhang 1: Bildschirmparameter (exemplarisch)	88
10.1 Gesetzliche Grundlagen	55	Anhang 2: Vereinbarung zum Umgang mit Software	89
10.2 Universelles Design	56	Anhang 3: Arbeitshilfen – IT-Erhebungsbogen	91
10.3 Behinderungen	57	Anhang 4: Beispielhafte Methoden zur formativen Evaluation von Gebrauchstauglichkeit	94
10.4 Technische Hilfen	60	Anhang 5: Analyse der Aufgaben und Anforderungen	97
10.5 Gestaltungsrichtlinien	61	Anhang 6: Genannte Richtlinien, Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Regeln, Normen und Empfehlungen	100
10.6 Technische Umsetzung der Gestaltungsrichtlinien	63		
10.7 Qualitätssicherung	66		
10.7.1 Technische Formate und Plattformen	66		
10.7.2 Qualifikation	67		
10.7.3 Entwicklungsprozess	67		
10.7.4 Zertifizierung	68		
<b>11 Nutzungsqualität und Prüfung</b>	<b>69</b>		
11.1 Nutzungsqualität im Einsatzzyklus	69		
11.2 Aufgabengestaltung im Arbeitssystem – Planen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses	72		

# 1 Einführung

Software spielt heute bei fast allen Arbeiten eine wichtige Rolle. Sie beeinflusst die Arbeitsleistung, die Leistungsbereitschaft, die Qualität der Wissensgenerierung und die Produktivität. Eine hohe Qualität der eingesetzten Software entscheidet mit über die Güte der Arbeitsergebnisse sowie über Zufriedenheit und Motivation der Beschäftigten. Ausfälle, Fehler, Korrekturen oder Abstürze der Software blockieren immer wieder Arbeitsabläufe und führen zu unfreiwilligen Pausen. Insofern ist Software zu einem wesentlichen Bestandteil der Wertschöpfung im Unternehmen geworden.

- Was bedeutet Nutzungsqualität der Software?
- Wie beeinflusst Software unsere Arbeit?
- Wie funktioniert die Informationsaufnahme und -verarbeitung beim Menschen?
- Wie gestaltet sich der rechtliche Rahmen?
- Wie funktioniert die Hardware im Zusammenspiel mit der Software?
- Was ist barrierefreie Software?
- Wie ist sinnvollerweise bei der Auswahl von Software vorzugehen?
- Wie kann Software beurteilt werden?

Antworten auf diese Fragen gibt die vorliegende DGUV Information 215-450 „Softwareergonomie“. Als Grundlage dient der gesetzliche Rahmen der Arbeitsstättenverordnung in Verbindung mit aktuellen Regeln und Normen. Die DGUV Information 215-450 „Softwareergonomie“ ist somit das Referenzdokument für das Themenfeld „Softwareergonomie“ der gesetzlichen Unfallversicherung und bietet praktische Hilfen an. Sie richtet sich sowohl an Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber, Arbeitnehmervertretungen, Führungskräfte als auch an Entwicklerinnen und Entwickler, Einkäuferinnen und Einkäufer und Benutzerinnen und Benutzer von Software. Ebenso sind Beraterinnen bzw. Berater in Fragen der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie alle fachlich interessierten Kreise in den Unternehmen angesprochen, da „Beim Betreiben der Bildschirmarbeitsplätze der Arbeitgeber dafür zu sorgen hat, dass der Arbeitsplatz den Arbeitsaufgaben angemessen gestaltet ist. Er hat insbesondere geeignete Softwaresysteme bereitzustellen“.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Arbeitsstättenverordnung Anhang Nr. 6.5

## 2 Erfolgsfaktor Software

In diesem Kapitel geht es um den Stellenwert von Software in Unternehmen und darum, wie ergonomische Software den Arbeitsprozess beeinflusst. Weiterhin wird gezeigt, dass sich die Gebrauchstauglichkeit und die Nutzungsqualität auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sowie das wirtschaftliche Ergebnis auswirken.

### 2.1 Software im Arbeitsprozess

Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien in den Unternehmen wächst fortlaufend. Durch Cloud Working und andere IT-gestützte Arbeiten, z. B. Warenhandel, Tätigen von Bezahlvorgängen und Informationsaustausch, werden viele Abläufe über das Internet realisiert. Das führt dazu, dass immer mehr Erwerbstätige an Bildschirmarbeitsplätzen arbeiten. So wird für immer mehr Menschen Arbeit zur Computerarbeit und damit zur Arbeit mit Software. Die effektive Nutzung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien ist für Unternehmen zu einem wichtigen strategischen Faktor geworden. Durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien lässt sich die Produktivität von Unternehmen steigern und so die Wettbewerbsfähigkeit verbessern. Informationstechnologien erleichtern den Zugang zu Daten, beschleunigen Geschäftsprozesse und eröffnen den Unternehmen neue globale Beschaffungs- und Absatzwege.

Störungen durch fehlerhafte oder nicht ergonomisch gestaltete Software können die Beschäftigten belasten, beeinträchtigen den Arbeitsablauf und verursachen Kosten. Die umfassende Berücksichtigung von softwareergonomischen Prinzipien hilft, diese Probleme bei der Erstellung, Einführung und Nutzung von Anwendungssoftware zu vermeiden.

### 2.2 Wirtschaftliche Aspekte ergonomischer Software

Aus Sicht der Unternehmensleitung ist klar, dass jede Beschaffung mehr einbringen muss, als sie kostet. Wer heute in eine neue Maschine oder eine Software investiert, der rechnet exakt aus, wann sich der Kauf bezahlt macht. Die ergonomische Gestaltung von Software beeinflusst direkt und indirekt den effizienten Ablauf der Arbeitsprozesse – und damit auch das wirtschaftliche Ergebnis.

Die Wirtschaftlichkeit ergonomischer Software stellt sich aus Perspektive der Betriebe u. a. folgendermaßen dar:

- **Produktivere und qualitativ höherwertigere Aufgabenerfüllung:**  
Beschäftigte müssen ihre Arbeit nicht damit verbringen, Fehler im Umgang mit der Software zu bewältigen. Dadurch entstehen keine Ausfallzeiten.
- **Höhere Motivation der Beschäftigten:**  
Mit einer ergonomischen Software, die an menschliche Gewohnheiten und die Arbeitsaufgaben angepasst ist, bearbeiten Benutzerinnen und Benutzer die Aufgaben in ihrem Unternehmen zuverlässiger, schneller und sind zufriedener.
- **Geringere Schulungs- und Betreuungskosten:**  
Eine ergonomische Software führt zu geringeren Trainingskosten z. B. durch nutzungskontextangepasste Bedienung.
- **Vermeidung gesundheitlicher Beeinträchtigungen der Beschäftigten:**  
Höhere Zufriedenheit, geringere psychische Belastung und höhere Nutzungsqualität können gesundheitliche Beeinträchtigungen vermeiden.

Weitere Aspekte zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind in der Abbildung 1 dargestellt.



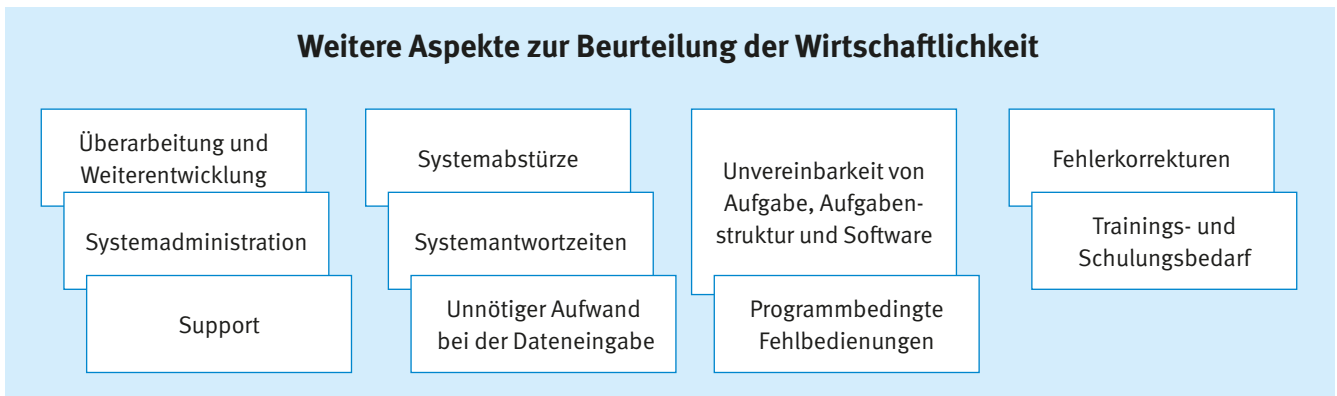


Abb. 1 Aspekte zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit

Die softwareergonomische Güte ist ein entscheidendes Qualitätsmerkmal. Diese sogenannte Gebrauchstauglichkeit trägt zur Attraktivität einer Software und zur Zufriedenheit der Benutzerinnen und Benutzer bei. Gebrauchstauglichkeit betrieblicher Anwendungssoftware ist daher ein wichtiger Wettbewerbsfaktor für Softwarehersteller sowie Anwenderinnen und Anwender

### 2.3 Produktivität von Software

Der Einsatz guter Anwendungssoftware hat in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen. Wesentliche Gründe hierfür sind die

- Erreichung betriebswirtschaftlicher Ziele und
- Steigerung von Produktivität, Qualität und Zufriedenheit der Benutzerinnen und Benutzer

Gleichzeitig sind auch die Ansprüche in Bezug auf die Gebrauchstauglichkeit von Anwendungssoftware gestiegen. Erst eine ergonomisch optimierte Anwendung eröffnet den Zugang zur effizienten Nutzung der Software-Funktionalität. Die bloße Verfügbarkeit von Funktionen ist nicht mehr ausreichend. Es lohnt sich deshalb in die Ergonomie von Software zu investieren.

Die Auswirkungen guter, ergonomischer Software auf die Wirtschaftlichkeit von Projekten lassen sich mithilfe von Usability-Metriken (mathematische Funktion zur Bestimmung der Eigenschaften von Software) nachweisen. Idealerweise sollten dabei Metriken gewählt werden, die zum aktuellen Projekt passen und geeignet sind, Aussagen über dessen Wirtschaftlichkeit zu machen.

### 2.4 Nutzungsqualität von Software

Die Nutzungsqualität einer Software bestimmt sich hauptsächlich durch ihre Gebrauchstauglichkeit.

**Gebrauchstauglichkeit** ist das „Ausmaß, in dem ein System, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ (DIN EN ISO 9241-11).

Der **Nutzungskontext** umfasst die Benutzerin bzw. den Benutzer, die Arbeitsaufgaben, die Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie die physische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird. Unter **Effektivität** ist die Genauigkeit und Vollständigkeit zu verstehen, mit der Benutzerinnen und Benutzer ihren Arbeitsauftrag mit dieser Software bearbeiten können. **Effizienz** ist das Verhältnis von Ergebnis zu Aufwand, mit dem Benutzerinnen und Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen. Zum Aufwand zählen beispielsweise die psychische (siehe Kapitel 4 „Psychologische Ansätze“) und die physische Belastung, Zeit, Material oder Kosten. Mit **Zufriedenstellung** wird die Freiheit von Beeinträchtigung und eine positive Einstellung der Benutzerin oder des Benutzers bei der Arbeit mit der Software beschrieben.



# 3 Wahrnehmung, Verarbeitung und Umsetzung von Informationen durch den Menschen

Dieses Kapitel befasst sich mit den Schnittstellen zwischen Computer und Mensch, also den Stellen, an denen Daten zu Informationen werden und daraus Handlungen folgen. Sie sind das Maß für eine ergonomische Gestaltung von Software.

## 3.1 Schnittstellen zwischen der Software und dem Prozess der menschlichen Informationsverarbeitung

Software soll die Beschäftigten bei der Erledigung ihrer Aufgaben unterstützen. Das kann sie, wenn sie auch an den Prozess der Informationsverarbeitung des Menschen angepasst ist und ihre Gestaltung ergonomischen Prinzipien folgt.

Abbildung 2 zeigt, wie der Mensch vom Computer Daten aufnimmt (Wahrnehmung), diese Daten als Informationen verarbeitet (Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung)

und mittels Informationstechnik umsetzt (Entscheidung, Handlung). Die Benutzerinnen und Benutzer müssen die Daten auf der Bildschirmanzeige entziffern (Leserlichkeit) und ihren Inhalt verstehen können (Lesbarkeit), damit die Daten mit ihren Sinnen wahrnehmbar sind (Informationsaufnahme). Die wahrgenommenen Informationen mit den Anforderungen aus der Arbeitsaufgabe können dann verarbeitet werden (Informationsverarbeitung) und es wird Wissen generiert. Mit diesem Wissen können Benutzerinnen und Benutzer Entscheidungen treffen und diese in Handlungen umsetzen. Ein Teil dieser Handlungen umfasst die Nutzung der Software, indem Daten mithilfe von Eingabemitteln verändert werden (Informationsumsetzung).

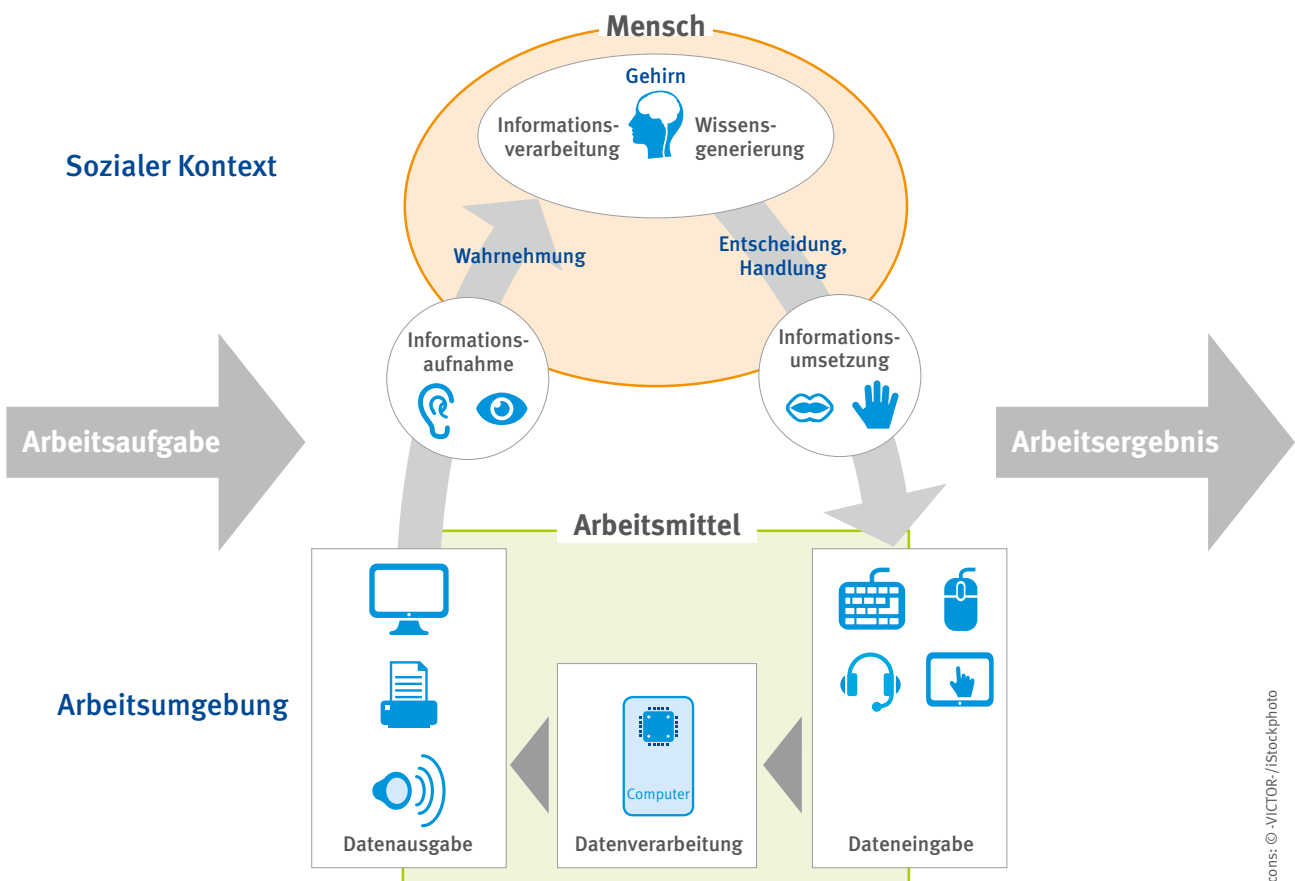


Abb. 2 Modell der Mensch-System-Interaktion in der Informationsverarbeitung

Icons: © VICTOR-/Stockphoto

Die Gestaltung der Software ist im Prozess der Informationsverarbeitung an zwei Stellen besonders wichtig.

1. Für die Informationsaufnahme müssen die Daten so zugänglich und aufbereitet sein, dass Beschäftigte sie wahrnehmen (d.h. sehen, hören, fühlen und erkennen) können. Auch die Menge der Daten muss für die Aufgabenbearbeitung angemessen sein. Daten müssen z. B. in ausreichender Zeichengröße dargestellt werden, damit Beschäftigte sie entziffern und lesen können. Informationen sollten auf der Bildschirmanzeige strukturiert dargestellt werden, damit sich Benutzerinnen und Benutzer orientieren können.
2. Für die Informationsumsetzung müssen die Daten so zugänglich und aufbereitet sein, dass Benutzerinnen und Benutzer die Aufgabenbearbeitung mithilfe der Software bewältigen können. Deshalb sollten nur die Informationen dargestellt werden, die für die Bearbeitung aktuell relevant sind. Für die Aufgabenbearbeitung erforderliche Eingabemittel und Eingabefelder sollten direkt angesteuert werden können. Weitere Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung von Eingabemitteln sind in DIN EN ISO 9241-410 beschrieben.

Basis-Anforderungen werden in Abbildung 71 des Kapitels 11 „Nutzungsqualität und Prüfung“ und in den Kapiteln 8 „Informationsgestaltung“ und 9 „Interaktionsgestaltung“ vorgestellt.

Im Prozess der Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung fällt Benutzerinnen und Benutzern die zentrale

Rolle zu. Sie bearbeiten ihre Aufgaben, indem sie ihre Fähigkeiten, ihr Wissen, ihre Fertigkeiten und Erfahrungen einsetzen. Dafür steuern sie die in Abbildung 2 beschriebene Mensch-System-Interaktion, bei der sie in einzelnen Aufgabenteilen, in Arbeitsschritten und in der Entscheidungsfindung von der Software unterstützt werden sollen.

Das Wissen über den Prozess der Informationsverarbeitung des Menschen hilft bei der ergonomischen Gestaltung von Software. Hierdurch soll die Aufgabenbearbeitung erleichtert und beeinträchtigende Folgen der Beanspruchung vermieden werden. Eine Herausforderung für die ergonomische Gestaltung von Software liegt darin, alle Bedingungen zu berücksichtigen, unter denen die Software genutzt wird. Optimale Bedingungen für den Prozess der Informationsverarbeitung können auch die Intensität psychischer Belastung beeinflussen (siehe Kapitel 4 „Psychologische Ansätze“).

### 3.2 Wahrnehmung von Informationen

Beschäftigte müssen mit ihren Sinnen Informationen erst erkennen, bevor sie diese aufnehmen und umsetzen können. Für die Softwaregestaltung sind das **visuelle**, das **auditive** und das **haptische** System von Bedeutung.

Der Prozess der visuellen, akustischen und haptischen Informationswahrnehmung ist in der Abbildung 3 schematisch dargestellt. Die Sinnesorgane nehmen jeweils nur

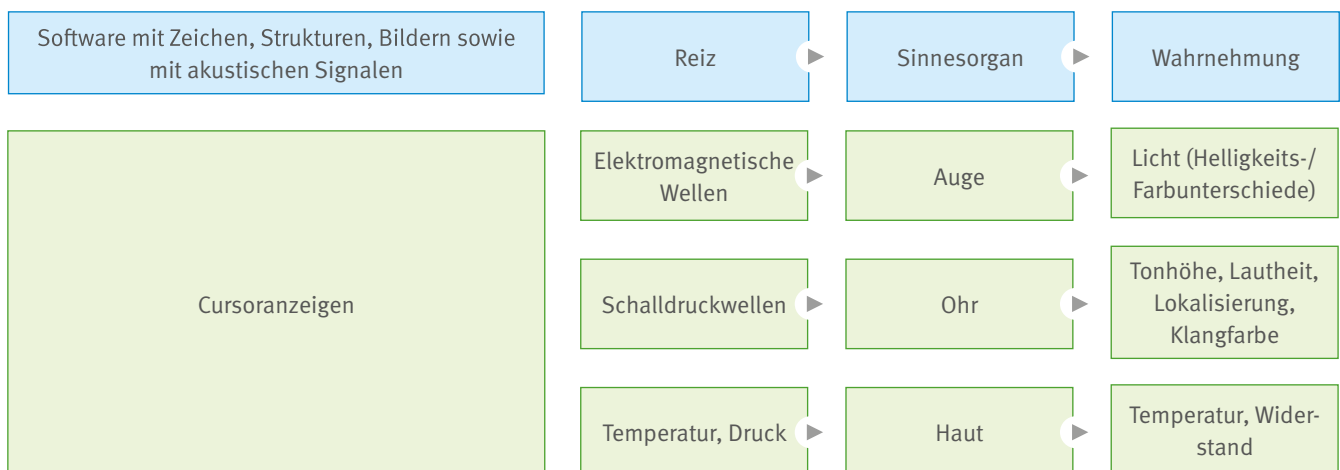


Abb. 3 Prozess der visuellen, akustischen und taktilen Wahrnehmung

bestimmte Arten und Qualitäten von Reizen auf und leiten sie über Nervenfasern an das Gehirn weiter. Reize, die das Auge als Teil des visuellen Systems aufnimmt, sind Farben eines begrenzten Spektrums von Wellenlängen sowie Helligkeits- und Farbintensitäten. Mit ausreichendem Kontrast können sie im Gehirn als Zeichen, Strukturen oder Bilder wiedererkannt werden.

Das Ohr als Teil des auditiven Systems nimmt Schalldrücke in einem begrenzten Frequenz- und Intensitätsbereich auf, die dann nach Weiterleitung des Reizes an das Gehirn als Ton, Geräusch, Laute oder Klangfolgen interpretiert werden.

Die Haut als Teil des haptischen Systems nimmt Informationen zu Ort, Druck und Temperatur auf und leitet diese Reize an das Gehirn weiter. Dort werden diese Informationen mit der Handlung des Beschäftigten verknüpft.

### 3.2.1 Das visuelle Sinnessystem

Eine Informationsaufnahme mithilfe des visuellen Sinnessystems setzt grundsätzlich voraus, dass sich die Informationen im Gesichtsfeld des Menschen befinden. Eine zuverlässige Tiefenwahrnehmung aller Farben ist auf ca. 19° Winkelabweichung von der Sehachse in alle Richtungen begrenzt. Bei größeren Winkeln können Menschen noch Graustufen und Bewegungen erfassen, sofern nicht durch Kopfbewegungen ein größeres Blickfeld entsteht. Für die Farbgestaltung von Informationsdarstellungen

sind sowohl Grenzwerte des menschlichen Sehraumes als auch seine Aufgaben zu berücksichtigen.

Bei ausreichenden Leuchtdichten kann der Mensch über die Farbrezeptoren der Augen (Zapfen) Farben von Blauviolett bis hin zu Purpurrot wahrnehmen. Dies entspricht einem Wellenlängenbereich von ca. 380 nm bis 780 nm aus dem Spektrum der elektromagnetischen Strahlung (siehe Abbildung 4). Wellenlängen außerhalb dieses Bereichs sind zur Informationsdarstellung nicht geeignet.

Unterschiede zwischen Farben können Menschen nur bei ausreichender Helligkeit sicher erkennen und wenn sie im Spektrum und/oder in ihrer Intensität ausreichend weit auseinanderliegen. Das ist z. B. bei unterschiedlichen Grundfarben (rot, blau, gelb) oder bei Schwarz-Weiß-Darstellungen der Fall. Im Spektrum zu nahe beieinander und daher schlecht unterscheidbar sind z. B. schwarze Schrift auf grauem Untergrund oder gelbe Linien auf weißem Hintergrund.

Mithilfe von Hell-Dunkel-Rezeptoren (Stäbchen) auf der Netzhaut werden Helligkeitsabstufungen (Lichtintensitäten) wahrgenommen. Bei Dunkelheit sind Farben allenfalls als Schwarz-Weiß-Unterschiede in Grauabstufungen erkennbar.

Die Softwaregestaltung sollte berücksichtigen, dass eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung die Seh Wahrnehmung unterstützt. Große Helligkeitsunterschiede, die zu

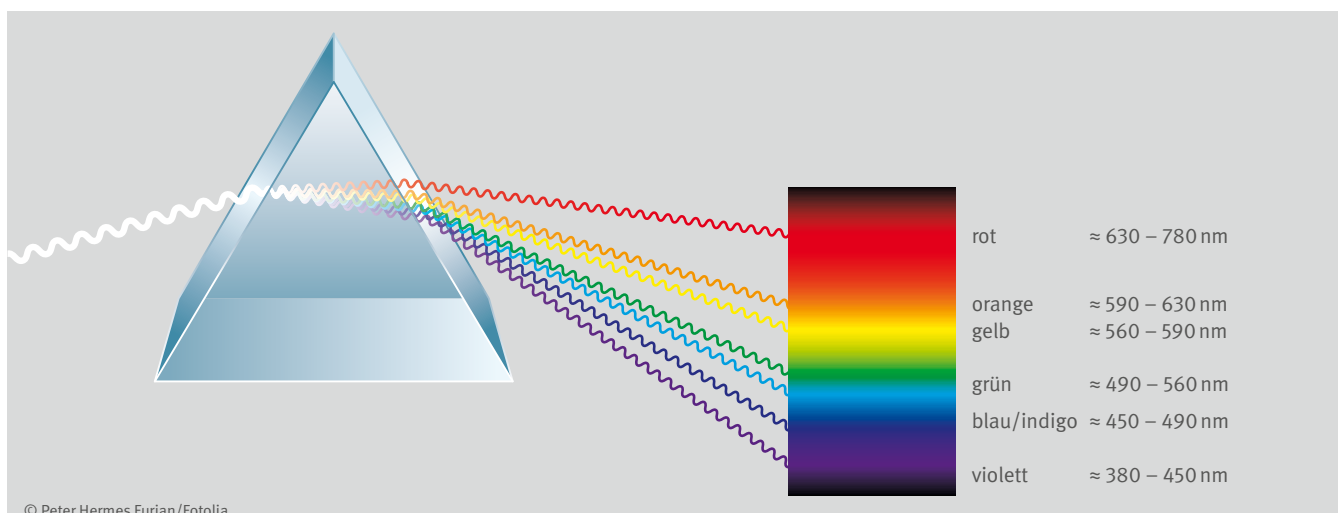


Abb. 4 Mithilfe eines Prismas wird „weißes“ Sonnenlicht in seine Spektralfarben zerlegt.

erhöhten Anforderungen an die Hell-Dunkel-Adaptation führen, sollten vermieden werden. Bei ausreichender Beleuchtung sind die Leuchtdichten in der Umgebung und am Arbeitsplatz zudem so, dass bei Verwendung eines hellen Hintergrundes für die Bildschirmdarstellung mit weniger störenden Spiegelungen gerechnet werden kann. Dies ist einer der Gründe, weshalb die Positivdarstellung (dunkle Schrift auf hellem Grund) von Software grundsätzlich zu empfehlen ist.

Immer wenn ein Ausschnitt einer Bildschirmanzeige direkt angeschaut wird, fällt dieser Ausschnitt genau auf die Stelle des schärfsten Sehens auf der Netzhaut (Netzhautgrube/Fovea centralis) des Menschen (siehe Abbildung 5).

Soll ein größeres Sehobjekt auf der Bildschirmanzeige betrachtet werden, so werden zum scharfen Sehen Ausschnitte von Sehobjekten nacheinander auf die Fovea centralis fokussiert. Dazu sind Kopfbewegungen oder Bewegungen des Augapfels in Form von ruckartigen Blicksprüngen (Sakkaden) notwendig (siehe Abbildung 6). Die Wahrnehmung eines größeren Sehobjekts auf der Bildschirmanzeige, das aus mehreren Ausschnitten zusammengesetzt werden muss, benötigt mehr Zeit und ist mit einer höheren Belastung verbunden.

Um ein scharfes Bild zu erzeugen, muss die Brechkraft der Augenlinse ständig so verändert werden, dass unterschiedlich weit entfernte Bilder auf der Netzhaut scharf

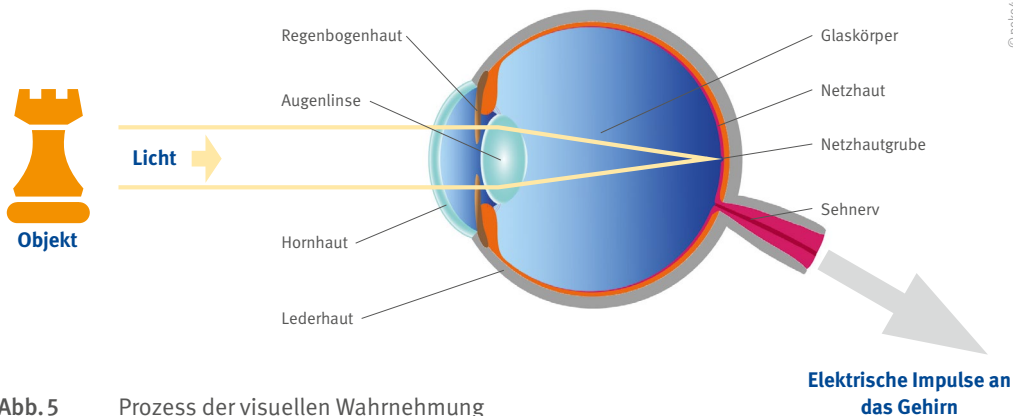
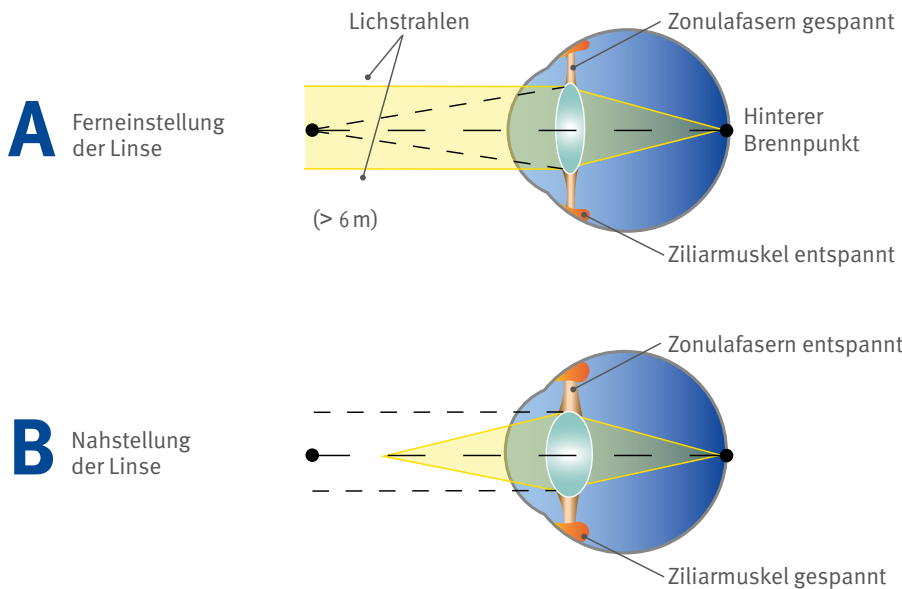


Abb. 5 Prozess der visuellen Wahrnehmung



Abb. 6 Betrachtung eines Sehobjekts durch Blicksprünge auf Teile des Sehobjekts und Zusammenstellung als ganzes Sehobjekt



**Abb. 7**  
Akkommodation – Veränderung der Augenlinse zum Scharfstellen von Sehobjekten

abgebildet werden. Diesen Vorgang der Brechkraftanpassung der Augenlinse nennt man **Akkommodation** (siehe Abbildung 7). Je größer der Entfernungsunterschied, desto mehr Zeit wird benötigt, um die optimale Akkommodation einzustellen und somit Gegenstände in verschiedenen Entfernungen zu erkennen. Zeiten von mehr als einer halben Sekunde sind keine Seltenheit; der Zeitbedarf nimmt in der Regel im höheren Lebensalter zu. Bildschirmanzeigen und andere Medien, die als Informationsquelle dienen, sollten daher eine ähnliche Entfernung zum Auge haben. Sind unterschiedliche Entfernungen erforderlich, sollten Informationen nach Priorität strukturiert werden.

Die Anpassung des Auges an unterschiedliche Beleuchtungsstärken (zum Beispiel Nachthimmel oder Sonnenschein, dunkel oder hell) wird **Adaptation** genannt. Für die Adaptation sind die Regulierung des Lichteinfalls durch den Pupillenreflex sowie die Photorezeptoren der Netzhaut des Auges (Stäbchen und Zapfen) verantwortlich. Die Adaptation im Bereich der Netzhaut ist ein langsamer Stoffwechselprozess, den der Mensch nicht beschleunigen kann. Für die vollständige Dunkeladaptation nach einem Aufenthalt bei Tageslicht mit plötzlichem Übergang in Dunkelheit werden ca. 40 Minuten benötigt. Auch wenn an Arbeitsplätzen, an denen mit Software gearbeitet wird, Übergänge nicht so extrem oder schnell auftreten, sind die Adaptationszeiten bei Darstellungen auf dem Bildschirm zu berücksichtigen.

Die Farb- und Beleuchtungsbedingungen der Bildschirmanzeige sind mit der näheren und weiteren Arbeitsumgebung abzustimmen. Da während der Aufgabenbearbeitung normalerweise Blickwechsel zwischen Bildschirm und Arbeitsumgebung stattfinden, sind hier geringe Helligkeitskontraste zu empfehlen. Grundsätzlich sind neben einer Positivdarstellung auf dem Bildschirm auch helle und reflexionsarme Bildschirmgehäuse und Schreibtischoberflächen gefordert. Damit werden geringere Anforderungen an die Hell-Dunkeladaptation der Augen gestellt und die Wahrnehmung der Informationen wird erleichtert. Diese Grundorientierung der Software (mit Positivdarstellung) ist dann auch die Vorlage für die Gestaltung der Bildschirmanzeigen innerhalb der Software.



### Warum eigentlich Softwareergonomie?

Das visuelle System verrichtet bei der Tätigkeit am Bildschirm Schwerstarbeit. Dateneingabe- oder Dialogtätigkeit erfordern etwa 12.000 bis 33.000 Kopf- und Blickbewegungen zwischen Bildschirm, Tastatur und Vorlage sowie 4.000 bis 17.000 Pupillenreaktionen pro Arbeitstag. Bei der Arbeit am Bildschirm kann die Belastung der Augen und des Sehvermögens hoch sein und gesundheitliche Beschwerden können auftreten. Darauf kann durch die Gestaltung der Software, der Mensch-System-Interaktion sowie der Schnittstellen umfangreich Einfluss genommen werden.

### 3.2.2 Das auditive Sinnessystem

Das Ohr setzt Schallwellen als Druckschwankungen in der Luft in elektrophysiologische Signale um und leitet sie dann zum Gehirn weiter (siehe Abbildung 8). Dort werden sie je nach Wellenlänge und Amplitude als Töne mit Höhe und Intensität interpretiert. Schallquellen können zudem lokalisiert werden.

Für das Ohr des Menschen ist nur ein Teil der Schalldruckwellen (Frequenzbereich zwischen ca. 20 Hz bis 20 kHz) als Ton hörbar. Der wahrnehmbare Frequenzbereich engt sich mit zunehmendem Alter ein. Die gleichzeitige Verarbeitung mehrerer Töne kann abhängig von den Frequenzunterschieden schwierig sein (z. B. Hören von Tönen bei Hintergrundgeräuschen). Der auf eine Arbeitsschicht bezogenen Schalldruckpegel (Beurteilungspegel) sollte 80 dB(A) nicht überschreiten. Er sollte abhängig von den Aufgaben, z. B. andauernd hohe Anforderungen an die Konzentration oder Sprachverständlichkeit, unterhalb von 55 dB(A) liegen. Die Wahrnehmbarkeit ist frequenzabhängig: Die Hörschwelle für niedrige und hohe Frequenzen des wahrnehmbaren Bereichs liegt bei ca. 60 dB, während Töne von etwa 4 kHz bereits bei 0 dB erkannt werden.

Akustische Signale sollten nur der Orientierung dienen und können eine weitere, z. B. visuelle Kodierung, unterstützen. Werden sie für Fehlermeldungen verwendet, dann kann aus dem akustischen Signal allein noch nicht erkannt werden, wo der Fehler war und wie er zustande gekommen ist – es sei denn, es handelt sich um eine Sprachausgabe oder eine kodierte Tonfolge. Da akustische Signale meist plötzlich auftreten, kommt es sofort zu einer Ablenkung der Aufmerksamkeit, um das akustische Signal zu lokalisieren und zu interpretieren. Die Aufgaben-

bearbeitung und andere Wahrnehmungsprozesse werden dadurch unterbrochen. Um Störungen zu vermeiden, sollte möglichst nicht akustisch informiert werden. Für Menschen mit Sehbehinderung hingegen können akustische Signale essenzielle Informationsquellen sein (siehe Kapitel 10 „Barrierefreie Gestaltung von Software“).

Weitere Informationen zur Gestaltung von akustischen Signalen bieten die DIN EN ISO 9241-112 und DIN EN ISO 7731.

### 3.2.3 Das haptische Sinnessystem

Mit der Haut als Teil des haptischen Sinnessystems besitzt der Mensch die Fähigkeit, Informationen zu erfühlen und zu ertasten. Er kann sich dadurch Oberflächeneigenschaften von Objekten zunutze machen. Beim Annähern an oder Berühren eines Gegenstandes, z. B. bei der Nutzung von Eingabegeräten oder Touchscreens, leiten Rezeptoren Informationen über Druck und Temperatur an das Gehirn weiter. Bei Eigenbewegung von Körperteilen (wie z. B. Arm, Hand, Finger) kommen Informationen über die Stellung im Raum und die aktive Kraftausübung hinzu, wenn Form, Größe und Struktur von Gegenständen ertastet werden. Eine Beschreibung der haptischen Wahrnehmung und eine kontrollierte Handlungssteuerung sind möglich, insbesondere, wenn diese Informationen mit bekannten Erfahrungen aus dem Gedächtnis verknüpft werden.

Weitere Informationen zur Gestaltung von Eingabemitteln und Touchscreens bieten DIN EN ISO 9241-410 zu Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte und VDI/VDE 3850 Blatt 2 zu Merkmalen, Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Benutzungsschnittstellen mit Touchscreens.

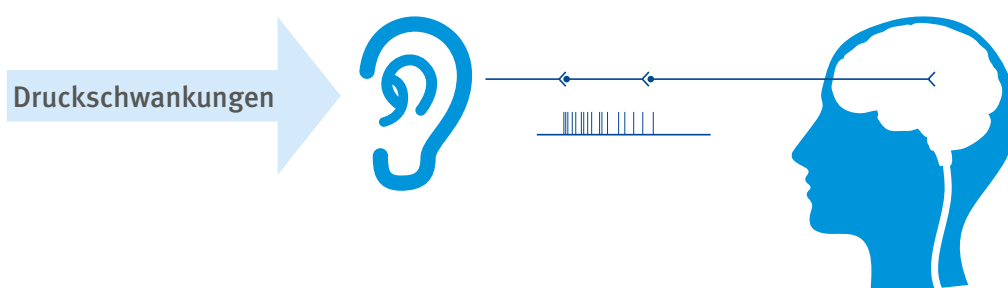


Abb. 8  
Auditive Wahrnehmung



### 3.2.4 Ausgewählte Prozesse der Wahrnehmung

Bei einem einzelnen Wahrnehmungsvorgang nehmen wir immer nur einen kleinen Ausschnitt aus einem ganzen Bild, einen Einzelton aus einer Klangfolge oder einen Buchstaben aus einer Braillezeile (Computer-Ausgabegerät für Menschen mit Sehbehinderung, das Zeichen in Brailleschrift darstellt) wahr. Die einzelnen Sinneseindrücke müssen daher in einem zeitlichen und räumlichen Prozess organisiert werden, um den Zusammenhang zu erkennen.

Bedeutende Organisationsprinzipien zur Informationsdarstellung, die unsere Wahrnehmung unterstützen, sind:

- a. Unterscheidung von Figur und Hintergrund
- b. Gliederung in Bereiche
- c. Prinzipien der Gruppierung – Gestaltgesetze
- d. visuelle Bewegungswahrnehmung

#### a. Unterscheidung von Figur und Hintergrund

Eine Interpretation von Gesamtbildern wird erleichtert, wenn sie leicht in ihre elementaren Bestandteile „Figur“ und „Hintergrund“ zerlegt werden können. Der Hintergrund bzw. Untergrund ist der Bestandteil, von dem sich eine Figur abheben kann (z. B. dunkler Text auf hellem Papier). Die Einteilung von Figur und Hintergrund entsteht durch die Reizverarbeitung im Gehirn, bei der Wahrnehmungstäuschungen und Erfahrungswissen eine Rolle spielen (vgl. das weiße Dreieck in der Abbildung 9).

Die Unterscheidbarkeit informationsrelevanter Signale vor einem Hintergrund unwichtiger Informationen kann durch qualitative Veränderungen oder Mehrfachkodierung verbessert werden. Dies verringert die Anstrengung beim

Filtern der Signale. Hilfreich sind Veränderung der Intensität und eine unterschiedliche Kodierung von Signalen durch Form, Farbe, Dauer oder Zeitcharakteristiken, eine reduzierte Intensität des Hintergrundes (Rauschen) und ein Maskieren und Filtern mithilfe technischer Systeme (siehe auch DIN EN ISO 10075-2).

#### b. Gliederung in Bereiche

Die Strukturierung des Bildschirms durch eine konsistente (gleichbleibende) Gliederung erleichtert die Wahrnehmung als vollständiges Bild mit allen seinen Einzelteilen und dadurch auch die Orientierung auf dem Bildschirm. Gliederungen durch abrupte Veränderungen von Textur oder Wechseln in der Farbqualität (Ton, Sättigung oder Helligkeit) markieren „Grenzen“ zwischen Bereichen.

Diese Grenzen werden vom Sinnessystem wahrgenommen und im Gehirn als solche weiterverarbeitet, sodass der Mensch sowohl ein Bild als Ganzes erkennen als auch darin enthaltene einzelne Bereiche voneinander trennen kann. Weitere Möglichkeiten zur Gliederung oder zur Abgrenzung von Bereichen auf dem Bildschirm zeigt Kapitel 8 „Informationsgestaltung“.

#### c. Prinzipien der Gruppierung – Gestaltgesetze

Das visuelle, auditive und haptische System des Menschen folgt Prinzipien der Gruppierung, auch als Gestaltgesetze beschrieben. Werden einzelne Reize für Auge, Ohr oder Haut nur als einzelne Teile betrachtet, dann werden sie selten korrekt wahrgenommen und verarbeitet. Verschiedene Arten der Anordnung von einzelnen Teilen beeinflussen die Wahrnehmung der Gesamtstruktur. Von den Gestaltgesetzen werden die Gesetze der Nähe, der Ähnlichkeit und der Geschlossenheit im Kapitel 8 „Informationsgestaltung“ anhand von Beispielen illustriert.

#### d. Visuelle Bewegungswahrnehmung

Die Wahrnehmung von Bewegungen oder Veränderungen von Informationen beinhaltet im Vergleich zu statischen Bildern zusätzliche wichtige Informationen und Impulse.

- Bewegungen erregen unsere Aufmerksamkeit: Eine Bewegung im Gesichtsfeld löst eine sofortige Augenbewegung zur Kontrolle aus. Dadurch wird das sich bewegende Objekt in der Fovea centralis (Stelle des schärfsten Sehens auf der Netzhaut) fokussiert und kann dann erkannt werden.

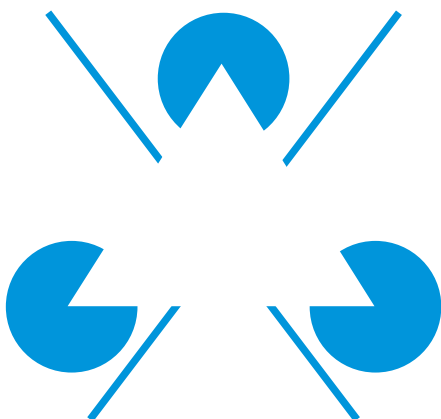


Abb. 9  
Prinzip der Figur-Hintergrund-Gliederung



- Die Bewegungen eines Objektes relativ zu einer Beobachterin bzw. einem Beobachter vermitteln Hinweise zur räumlichen Tiefe und dreidimensionalen Gestalt von Objekten.
- Bewegungen vermitteln Informationen, durch die sich Figur und Untergrund unterscheiden lassen. Ein sich bewegendes Objekt wird meist als Figur vor einem unbewegten Untergrund wahrgenommen.
- Durch Bewegungen kann die Benutzerin bzw. der Benutzer zudem aktiv mit der Software interagieren. So kann anhand der Bewegungen des Mauszeigers auf dem Bildschirm bewertet werden, welche Bewegungen mit der Hand an der Maus erforderlich sind, um das Ziel zu erreichen.

Die Bewegungswahrnehmung dient dem Erkennen von Veränderungen und einer räumlichen und zeitlichen Orientierung beim Schreiben eines Textes oder beim Platzieren einzelner Objekte auf dem Bildschirm. Mithilfe von Bewegung können andauernde Prozesse gekennzeichnet werden (z. B. Fortschrittsbalken). Da blinkende, erscheinende oder sich bewegende Animationen von der eigentlichen Aufgabenbearbeitung ablenken, sollten diese nur eingesetzt werden, wenn die Aufgabe unterbrochen werden kann oder die Animationen für die Bearbeitung der Aufgaben unabdingbar erforderlich sind (z. B. Fehlermeldung).

### 3.3 Verarbeitung von Informationen und Wissensgenerierung

Bei der Gestaltung von Software sind u. a. die Funktion, die Kapazität und die Arbeitsweise des menschlichen Gedächtnisses zu berücksichtigen.

Die Wahrnehmung und das Behalten, Bewerten und Finden von Entscheidungen sowie Auswählen von Handlungen gehören zur Informationsverarbeitung und Wissensgenerierung des Menschen (siehe Abbildung 2). Das menschliche Gedächtnis verarbeitet Informationen weiter, die über die Sinnessysteme aufgenommen wurden und verknüpft sie mit dem bereits vorhandenen Wissensvorrat.

Die Verarbeitung aller Informationen führt schließlich zur

- Generierung von Wissen,
- Lösung von Aufgabenteilen,
- Entscheidungsfindung und
- Umsetzung von Handlungen.

Darüber hinaus steuert das Gehirn gezielt einerseits den Vorgang der Wahrnehmung und andererseits die Umsetzung einer Handlung. So kann willentlich bestimmt werden,

- auf welches Wort einer Bildschirm-Anzeige die Augen gerichtet,
- wie die Blicke über das Wort gelenkt und
- welche Handbewegungen ausgeführt werden, sodass durch gezielte Arm-Hand-Finger-Bewegung die Maus geführt und dadurch mit dem Mauszeiger ein Eingabefeld gewählt werden kann.

#### 3.3.1 Die begrenzte Aufnahmekapazität des Gedächtnisses

Physikalische Reizmerkmale aus Daten der Software sind z. B. Farbe, Intensität, Kontrastverteilung, Position und Bewegung. Der Mensch nimmt diese zunächst im sensorischen Speicher auf. Darin werden die Daten kurze Zeit (visuell ca. 0,5 Sekunden, auditiv ca. 5 Sekunden) zwischengespeichert. Im Anschluss daran gelangen diese Informationen in das Kurzzeitgedächtnis. Dort findet ein großer Teil der Denkarbeit statt. Weitere Gedächtnisprozesse interpretieren die vorhandenen Sinnesdaten, messen ihnen Bedeutung bei und verknüpfen sie mit anderen Gedächtnisinhalten.

Die Speicherkapazität des menschlichen Kurzzeitgedächtnisses ist begrenzt und liegt bei fünf bis neun Informationseinheiten (sog. Chunks). Diese Menge kann über einen Speicherzeitraum von etwa 15 bis 30 Sekunden im Kurzzeitgedächtnis behalten werden. Informationseinheiten sind z. B. mehrstellige Zahlen, Tonfolgen, Abkürzungen, Wörter, Symbole, Piktogramme oder größere begriffliche Einheiten. Je mehr Informationseinheiten gespeichert werden müssen, desto unzuverlässiger werden der Zugriff und die korrekte Wiedergabe.

Eine große Anzahl von Informationseinheiten steigert die psychische Belastung und das Risiko für Fehlleistungen (vgl. auch DIN EN ISO 10075-2). Um das Abspeichern von Informationen und Abrufen von Gedächtnisinhalten zu erleichtern, sind folgende Empfehlungen zur Informationsdarstellung zu berücksichtigen:

- Informationsmenge reduzieren und an die Erfordernisse der Aufgabe anpassen.
- Organisationsprinzipien (siehe Kapitel 3.2.4 „Ausgewählte Prozesse der Wahrnehmung“) nutzen und Informationsmenge und -qualität aufgabenbezogen organisieren (z. B. Gruppen von Informationseinheiten bilden).
- Informationen priorisieren (z. B. Informationen untergeordneter Priorität oder Zusatzinformationen abrufbar für Bedarfsanfrage vorhalten).
- Informationen solange darstellen, bis ihre Verarbeitung abgeschlossen werden kann.
- Schon vorhandene und gängige Informationseinheiten nutzen, z. B. Elemente der Umgangs- oder Fachsprache oder bekannte grafische Darstellungen.
- Alle Informationen, die parallel verarbeitet werden sollen, müssen auch parallel dargestellt werden.
- Es ist empfehlenswert, die einzelnen Informationseinheiten möglichst gut unterscheidbar zu gestalten.
- Es ist am einfachsten, gespeicherte Informationen in der Reihenfolge wiederzugeben, in der sie auch gespeichert wurden.
- Es sollten mögliche Alternativen angezeigt werden, über die Inhalte wiedererkannt werden können und nicht aus dem Gedächtnis abgerufen werden müssen.

### 3.3.2 Prozess der Wissensgenerierung

Das Kurzzeitgedächtnis übernimmt auch die Funktion eines Arbeitsgedächtnisses. Dabei werden das Denken und Entscheiden unterstützt und elementare kognitive Prozesse (z. B. Vergleichen, Speichern, Erinnern) genutzt. Die Benutzerin bzw. der Benutzer speichert das Wissen über den erreichten Zustand ihrer bzw. seiner Aufgabenbearbeitung im Langzeitgedächtnis. Um Zeichen, Berührungsmuster oder Tonfolgen zu erkennen, wird gespeichertes Wissen wieder aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen und im Kurzzeitgedächtnis mit dort vorhandenen Informationen verglichen. In diesem Prozess wird Wissen generiert. Das Arbeitsgedächtnis ist der Motor der Wissensgenerierung.

Im Langzeitgedächtnis kann Wissen über Wochen, Jahre oder sogar lebenslang gespeichert werden. Seine Kapazität scheint nach bisherigen Erkenntnissen unbegrenzt zu sein. Erinnerungsschwächen können damit zusammenhängen, dass auf vorhandenes Wissen längere Zeit nicht zurückgegriffen wurde. Neue Informationen in das Langzeitgedächtnis einzufügen, ist nur möglich, wenn sie mit vorhandenem Wissen verknüpft werden können.

Software ist daher ergonomisch möglichst so zu gestalten, dass Informationen an vorhandene Wissensseinheiten anknüpfen:

- Je bekannter Informationen (z. B. Begriffe, Abkürzungen oder Symbole) sind, desto leichter werden sie erkannt und verstanden.
- Unerwartete und seltene Wörter werden langsamer gelesen aufgrund des häufiger erforderlichen Vor- und Zurückspringens im Text.
- Zeichenfolgen auf dem Bildschirm sollten möglichst vertraut und gut unterscheidbar sein.
- Abkürzungen oder Kodierungen sollten sprechbar sein (z. B. IBAN)
- Wörter und Abkürzungen sollten aus der Fachsprache der Benutzerinnen und Benutzer stammen und mit ihren Erfahrungen in Verbindung stehen (z. B. IBAN für internationale Kontonummern).
- Im Gedächtnis gespeicherte Informationen werden leichter und effektiver wiedererkannt als gesucht. Daher ist das Anzeigen von mehreren Informationen zur Auswahl effektiver und weniger beanspruchend als relevante Informationen oder Objekte aus dem Gedächtnis abzurufen.
- Merkmale zur Unterscheidung von Informationen sollten regelhaft am Anfang oder Ende einer Zeichenfolge platziert werden, damit sie sich auf den ersten Blick erfassen lassen (z. B. Mahnung1.docx, Mahnung2.docx).
- Den Beschäftigten sollen Informationen in externen Speichern bereitgestellt werden, die sie abrufen können (z. B. Abrufen von Zusatzinformationen, kontextsensitive Hilfesysteme). Dadurch können insgesamt zu hohe Beanspruchung des Langzeitgedächtnisses vermieden werden.
- Erfordert es die Aufgabe, Objekte zu identifizieren, dann sollten diese gut unterscheidbar sein.

### 3.4 Umsetzung von Handlungen

Die Software muss so zugänglich und die Informationen auf der Bildschirmanzeige müssen so aufbereitet sein, dass Beschäftigte Entscheidungen treffen und Handlungen zur weiteren Bearbeitung von Aufgaben umsetzen können. Die Prinzipien der Informations- und Interaktionsgestaltung sind auch für die Umsetzung von Handlungen zu berücksichtigen. Zum Beispiel sollten nur die Informationen angezeigt werden, die für die Bearbeitung aktuell relevant sind. Weitere Informationen können im Hintergrund und auf Abruf vorgehalten werden. Optionen zur Handlungsumsetzung sollten direkt angesteuert werden können (z. B. Eingabemittel und Eingabefelder).

Die Steuerbarkeit von Handlungsschritten zur Aufgabebearbeitung mithilfe von Eingabemitteln und Software wird durch folgende Aspekte beeinflusst (siehe DIN EN ISO 10075-2):

- Art der Steuerung (z. B. Lagesteuerung mit der Maus im Gegensatz zu Geschwindigkeitssteuerung mit dem Joystick),
- Dimensionalität der Steuerungsbewegungen (z. B. Pfeiltasten für vier Richtungen, Maus für Lageveränderungen auf einer Ebene),
- Zeitverzögerungen in der Systemantwort (z. B. Antwortzeiten computertechnischer Funktionen wie Datenspeicherung oder Datenfinden),
- Anzeige von Informationen als Rückmeldung auf Steueraktivitäten (z. B. optische Veränderung eines Optionsfeldes nach Optionsauswahl mit dem Mauszeiger),
- Anzeige-Stellteil-Kompatibilität (wird z. B. ein Lautstärkeregler mit der Maus nach rechts verschoben, dann zeigt die Anzeige eine höhere Lautstärke).

Felder, Optionen oder Schaltflächen auf der Bildschirmanzeige lassen sich gut mit Systemen zur Lagesteuerung (z. B. Maus) ansteuern, da die Bewegung der Maus proportional zur Mauszeigerbewegung ist. In diesem Fall nicht geeignet wäre ein Joystick, der als System der Geschwindigkeitssteuerung mit der Bewegung nicht nur die Lage, sondern auch die Geschwindigkeit verändert.

Eine Handlungsumsetzung mithilfe von Eingabemitteln, die ergonomische Gesetzmäßigkeiten berücksichtigt, trägt zu einer ergonomischen Gestaltung bei. Nach dem **Fitts'schen Gesetz** ist die Zeit zum Erreichen einer Steue-

rungsoption auf der Bildschirmanzeige eine Funktion der Entfernung zu dieser Option und ihrer Größe. Ein Ziel wird mit einem Eingabemittel umso schneller erreicht, je größer das Ziel ist und je geringer der Abstand zum Ziel ist. Kleinere Options- oder Schaltflächen und große Entfernungen von Eingaben für nacheinander folgende Arbeitsschritte sollten vermieden werden. Einerseits wird dabei das Auffinden und Fokussieren erschwert und andererseits ist nach dem **Fitts'schen Gesetz** für ein punktgenaues Erreichen relativ viel Zeit erforderlich. Bei Touchscreens sollten Steuerungsflächen groß genug gestaltet sein und für die Aufgaben passend strukturiert sein.

Auch die Berücksichtigung des **Hick'schen Gesetzes** fördert eine ergonomische Informations- und Interaktionsgestaltung. Danach steigt die Bearbeitungszeit mit der Anzahl alternativer Optionsfelder, Schaltflächen oder Informationseinheiten, zwischen denen gewählt werden soll. Daher sollten nur Informationen dargestellt werden, die für die aktuelle Aufgabe erforderlich sind. Da sich die Wahlentscheidungen nicht auf Einzelinformationen, sondern auf Informationseinheiten beziehen, lässt sich die Informationsmenge durch eine angemessene Wahrnehmungsorganisation verringern. So kann z. B. eine Gliederung in Haupt- und Untermenüs Informationseinheiten verringern und dadurch den Zugriff auf einzelne Menüoptionen verbessern.

Bei der Softwaregestaltung sollte auf **Tesler's Gesetz** zur Erhaltung der Komplexität in der Softwareergonomie geachtet werden. Ziel eines benutzungsorientierten Designs sollte es sein, die Komplexität in den Gestaltungsprozess der Software zu verschieben, um die Komplexität für Anwenderinnen und Anwender zu reduzieren. Damit erleichtert der Softwareentwickler die Interaktion der Beschäftigten mit dieser Software.

### 3.5 Wirkung von Licht

Licht ist essenziell für den Sehvorgang, bewirkt aber noch mehr. Es beeinflusst den biologischen Rhythmus, den Schlaf, wichtige Körperfunktionen und das Wohlbefinden. Licht hat immer visuelle und nichtvisuelle Wirkungen.

Eine wesentliche nichtvisuelle Wirkung des sichtbaren Lichts, das auf die Netzhaut trifft, ist die Beeinflussung des Tag-Nacht-Rhythmus (sog. „innere Uhr“) sowie der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. Neben dem Sonnenlicht spielen die künstliche Umgebungsbeleuchtung und das Licht aus Lichtquellen wie Bildschirm, Tablet und Smartphone eine wichtige Rolle. Die Rezeptoren in der Netzhaut reagieren auf den spektralen Anteil des Lichts, der als blaues Licht (maximale Empfindlichkeit bei Wellenlänge ca. 490 nm) wahrgenommen wird, so dass hierdurch abends das Einschlafen verzögert und der Tag-Nacht-Rhythmus verschoben werden kann.

Die Blaulichtemission von Computer-Bildschirmen und mobilen Endgeräten ist zwar im Vergleich zum Sonnenlicht gering, kann jedoch unsere innere Uhr gerade am Abend stören. Aus diesem Grund sollte möglichst auf solche Arbeitsmittel zwei Stunden vor dem Schlafengehen verzichtet werden. Sofern am Abend elektronische Endgeräte genutzt werden, sollten spezielle Blaulichtfilterprogramme zugeschaltet werden. Diese Programme sorgen für eine automatische Anpassung der Farbtemperatur und der Helligkeit in Zeiten, in denen ein hoher Blaulichtanteil vermieden werden sollte.

Während die nichtvisuelle Wirkung des von Bildschirmen emittierten Blaulichtanteils unstrittig ist, gibt es keinerlei gesicherte Hinweise auf eine direkte Schädigung der Augen (z. B. Netzhautschädigung oder Makuladegeneration) durch das Licht im blauen Wellenlängenbereich aus Bildschirmen. Untersuchungen ergaben, dass sämtliche Bildschirme, selbst Industriebildschirme, hinsichtlich einer solchen Blaulichtgefährdung (blue light hazard) völlig unproblematisch sind (siehe Factsheet VBG „Gefährden LED-hinterleuchtete Bildschirme die Augen?“).



#### Tipps zur ergonomischen Informationsdarstellung und Handlungsumsetzung

**Leitsatz: Daten müssen zur Wahrnehmung für die Aufgabenbearbeitung zugänglich und aufbereitet sein:**

- Klare Struktur der Informationen
- Visuelle Darstellung:
  - Vermeiden erhöhter Anforderungen an die Hell-Dunkel-Adaptation durch ausgewogene Leuchtdichteverteilung
  - Positivdarstellung der Anzeigen vorbeugend gegen störende Spiegelungen und unnötig hoher Beanspruchung durch Adaptation
  - Berücksichtigung des menschlichen Sehraumes und Aufgaben bei der Farbgestaltung: zuverlässige Tiefenwahrnehmung aller Farben innerhalb 19° Winkelabweichung von der Sehachse
  - Zum Erkennen und Unterscheiden von Farben auf ausreichende Helligkeit der Darstellung und Unterschiede im Farbspektrum und/oder Intensität achten
  - Vermeiden erhöhter Anforderungen an die Akkommodation möglichst durch ähnliche Entfernungen von Bildschirmanzeigen und anderen Medien zur Informationsdarstellung; alternativ: Strukturierung der Anzeigen nach Priorität
  - Abheben relevanter Figuren und Signale vom Hintergrund (Untergrund, Rauschen, unwichtiger Informationen) durch Form, Farbe, Dauer, Zeitcharakteristiken und Bewegung
  - Gliederung in Bereiche durch Markieren von Veränderung und Wechsel z. B. in Textur und Farbqualität
- Auditive Darstellung:
  - Beachtung des zulässigen Schalldruckpegels z. B. bei andauernd hohen Anforderungen an die Konzentration unterhalb von 55 dB(A)
  - Zur Vermeidung von Störungen möglichst nicht akustisch informieren
  - Gleichzeitige Verarbeitung mehrerer Töne mit geringen Frequenzunterschieden vermeiden

**Leitsatz: Daten müssen zur Informationsumsetzung für die Aufgabenbearbeitung zugänglich und aufbereitet sein:**

- Begrenzte Aufnahmekapazität des Kurzzeitgedächtnisses berücksichtigen:
  - Informationen solange darstellen, bis ihre Verarbeitung abgeschlossen werden kann
  - Gängige Elemente der Umgangs- oder Fachsprache oder bekannte graphische Darstellungen nutzen
  - Informationsdarstellung konform zur Reihenfolge der Datenverarbeitung
  - Gleiche chronologische Wiedergabe von Informationen wie bei der Speicherung
  - Zum erleichterten Wiedererkennen von Informationen alternative Zugangswege vorhalten und Unterschiede deutlich darstellen
- Wissensgenerierung aus dem Langzeitgedächtnis erleichtern:
  - Zur Aufnahme des Wissens über den erreichten Zustand der Aufgabenbearbeitung vom Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis müssen die Informationen an vorhandene Wissenseinheiten anknüpfen
  - Bevorzugt bekannte Informationen (Begriffe, Abkürzungen etc.) z. B. aus der Fachsprache verwenden
  - Abkürzungen und Kodierungen sprechbar machen
  - Anzeigen zur Auswahl von Informationen bzw. möglichen Eingaben anbieten
  - Zusatzinformationen und Hilfesysteme zur Entlastung des Langzeitgedächtnisses zur Verfügung stellen
  - Merkmale zur Unterscheidung von Informationen am Anfang oder Ende einer Zeichenfolge platzieren

- Umsetzung von Handlungen fördern:
  - Ansteuerung der Eingabemittel mit unmittelbarer Reaktion auf dem Ausgabegerät (z. B. Bildschirm) gewährleisten
  - Anzeigen-Stellteil-Kompatibilität beachten
- Auswahl aufgabenadäquater Eingabemittel nach Art der Steuerung und Dimensionalität der Steuerbewegung
  - Aufgabenangemessene Rückmeldung der Steueraktivität gewährleisten
  - Ansteuern von kleinen Options- und Schaltflächen aus großen Entfernungen vermeiden
  - Komplexität der Anwendung auf ein Mindestmaß z. B. durch Automatisierung von Arbeitsschritten beschränken

# 4 Psychologische Ansätze

In diesem Kapitel werden psychologische Ansätze bei der Arbeit am Bildschirm dargestellt, die sich insbesondere auf die Gestaltung, die Einführung und die Benutzung von Software zur Bearbeitung von Arbeitsaufträgen beziehen.

Neben der anzustrebenden Effektivität und Effizienz einer Software fordert die DIN EN ISO 9241-11 ebenso die Zufriedenstellung der Benutzerinnen und der Benutzer, um eine hohe Gebrauchstauglichkeit der Software zu erreichen. Die Freiheit von Beeinträchtigungen und die positive Einstellung gegenüber der Nutzung der Software werden als Teil des anzustrebenden Benutzungserlebnisses (User Experience) verstanden. Dieses Erlebnis der Benutzerinnen und Benutzer umfasst „sämtliche Emotionen, Vorstellungen, Vorlieben, Wahrnehmungen, physiologischen und psychologischen Reaktionen, Verhaltensweisen und Leistungen“ (nach DIN EN ISO 9241-210).

Psychologische Ansätze helfen dabei, diese Aspekte in einem positiven Benutzungserlebnis zu vereinen, indem sie das Verhalten und Erleben der Benutzerin oder des Benutzers beschreiben und messen. Die so gewonnenen Erkenntnisse liefern für die Softwareentwicklung und Implementierung bedeutsame Hinweise, um übermäßige psychische Belastung zu vermeiden.

Software sollte unter Zuhilfenahme psychologischer Erkenntnisse optimal an die Benutzerin und den Benutzer, die Aufgabe und den Arbeitskontext angepasst sein, um folgende Aspekte zu unterstützen:

- menschengerechte Arbeitsgestaltung,
- effektive und effiziente Aufgabenerledigung,
- individuelle Entfaltungsmöglichkeiten,
- Motivation und Zufriedenheit,
- geringes Stresserleben und
- Wohlbefinden und psychische Gesundheit.

## 4.1 Psychische Belastung und Beanspruchung berücksichtigen

Eine ergonomische Software soll an die Benutzerin bzw. den Benutzer, die Aufgabe und die Arbeitsumgebung angepasst sein. Dadurch vermindern sich beeinträchtigende Folgen psychischer Beanspruchung. Die Begriffe „psychische Belastung“, „psychische Beanspruchung“ und „Beanspruchungsfolgen“ werden in der DIN EN ISO 10075-1 beschrieben:

- **Psychische Belastung** wird verstanden als die Gesamtheit der erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken. Sie ist neutral.
- **Psychische Beanspruchung** wird verstanden als die individuelle und unmittelbare Auswirkung psychischer Belastung auf die Beschäftigten, zum Beispiel auf ihre Aufmerksamkeit und Wahrnehmung, Denk- und Gedächtnisleistungen, Gefühle und Empfindungen, in Abhängigkeit von ihren individuellen Voraussetzungen und ihrem Zustand.
- Die **Beanspruchungsfolgen** sind Auswirkungen psychischer Beanspruchung. Sie können fördernd oder beeinträchtigend sein. Zu nennen sind hier exemplarisch Aktivierung und Kompetenzentwicklung im Gegensatz zu psychischer Ermüdung. Das folgende Beispiel verdeutlicht dieses Phänomen.



## Praxisbeispiel: Herr Altmann und seine Urlaubsvertretung im Reisezentrum

### Ausgangssituation:

Herr Altmann arbeitet im Reisezentrum eines hoch frequentierten Bahnhofs. Sein Arbeitsauftrag ist die Beratung von Kundschaft, die es eilig hat und der zügige Verkauf von Fahrkarten. Der Geräuschpegel, komprimierte Stoßzeiten und die Kommunikation mit stark gestressten Fahrgästen sind zu bewältigende Anforderungen an seinem IT-gestützten Arbeitsplatz. Bisher arbeitete Herr Altmann mit einer veralteten Software.

**Die alte Software** bot Herrn Altmann keinerlei zeitliche Orientierungshilfe, da die Wartezeit während des Ladevorgangs lediglich durch eine sich drehende Sanduhr symbolisiert wurde. Er fühlte sich immer wieder unter Druck gesetzt, da er auch Fahrgästen, die es besonders eilig hatten, keine Auskunft darüber geben konnte, wie lange der Buchungsprozess noch dauern wird. Beim Kauf der alten Software wurde übersehen, dass die Masken und Felder in der falschen Reihenfolge angeordnet waren und die Software unverständliche Fehlermeldungen erzeugte. Wichtige Funktionen waren auf unterschiedlichen Ebenen verteilt und erleichternde Tastenkombinationen und Kurzbefehle gab es nicht. Herr Altmann musste sich bei der Benutzung des Programms stark konzentrieren und sich viele Informationen gleichzeitig merken. Das Drucken der Tickets musste über ein zusätzliches Programm stattfinden. Dies bedeutete einen erheblichen Mehraufwand, da die Daten nicht automatisch vom Druckprogramm übernommen wurden, sondern neu eingegeben werden mussten. Der zeitliche Mehraufwand stand im Widerspruch zu Herrn Altmanns Zielen und Vorgaben, seine Kundschaft möglichst schnell zu bedienen.



### Was passiert da eigentlich?

Soll eine Person einen Arbeitsauftrag mit Hilfe einer IT-Lösung erledigen, wird sie ihre Handlungen an die gegebene Situation anpassen. Generell möchte sie die Aufgabe erfolgreich und zufriedenstellend erledigen. Wenn die IT (z. B. die verfügbare Software) sie bei diesem zielgerichteten Handeln nicht unterstützt – sondern im Gegenteil behindert – spricht man in der Psychologie von „Regulationsbehinderungen“.

Das sind vor allem Erschwernisse und Unterbrechungen, zum Beispiel:

- Variierende Informations- und Funktionsstrukturen, die eine ständige Suche und Umorientierung erfordern
- Zeitliche Verzögerungen, weil die Software benötigte Funktionen nicht aufweist
- Die Verteilung von Informationen eines Arbeitsschrittes auf unterschiedliche Masken, worunter die Orientierung leidet
- Fehlende, falsche oder unverständliche Fehlermeldungen
- Umständliche Wechsel zwischen unterschiedlichen Anwendungen und fehlende Möglichkeiten der Zwischenspeicherung oder Korrektur von Eingaben.



Immer, wenn zusätzlicher Aufwand nötig ist oder eine Aufgabe nicht erledigt werden kann, ist die Gefahrbeeinträchtiger Folgen psychischer Beanspruchung besonders groß. Typische kritische Merkmale ungünstig gestalteter Software, die bei Benutzerinnen und Benutzern negative psychische Reaktionen hervorrufen können, sind:

- Hohe Belastung des Gedächtnisses und hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeit und Konzentration
- Zeitdruck durch Verzögerungen bei der Aufgabenerledigung, die auf die Eigenschaften der Software zurückzuführen sind
  - Erschwerte Orientierung durch fehlende Strukturierung und Übersichtlichkeit der Software
  - Unerwartete und widersprüchliche Arbeitsanforderungen durch Software, deren Funktionsweise bestimmten Arbeitsabläufen oder Handlungszielen widerspricht.



**Die neue Software**, mit der Herr Altmanns Arbeitsplatz vor einer Woche ausgestattet wurde, wird ergonomischen Kriterien gerecht und ist teilweise anpassbar. Sie hilft Herrn Altmann bei der zeitlichen Orientierung, indem ein roter Balken am oberen Bildschirmrand den Fortschritt und Zeitverbleib bis zum endgültigen Ausdruck der Fahrkarten darstellt. Sie liefert zudem sehr schnell genaue Informationen. Durch eine integrierte Druckfunktion können nun zügig Tickets gedruckt werden. Die Masken und Felder sind in der richtigen Reihenfolge und an den zu erwartenden Stellen angeordnet, sodass Herr Altmann nicht zwischen unterschiedlichen Ebenen und Masken hin und her springen muss, sondern stringent durch den Buchungsvorgang geführt wird. Das führt auch dazu, dass er sich weniger Informationen merken muss und sich während der Eingabe besser den Kunden zuwenden kann.

Da Herr Altmann morgen in den Urlaub fährt, hat er zudem die Aufgabe, seine Urlaubsvertretung Herrn Unruh einzuarbeiten. Herr Unruh reagiert auf die neue, ihm unbekannte Software allerdings ganz anders als Herr Altmann: Er ist generell eine ungeduldige Person, bevorzugt Ordnung und Routine und wird schnell nervös, wenn er mit neuen Aufgaben und Inhalten konfrontiert wird. Zudem kann er sich nicht so viele Dinge gleichzeitig merken und muss bei den Fahrgästen mehrfach nachfragen, wenn Informationen auf unterschiedlichen Masken einzugeben sind.

Daher ist Herr Altmann sehr froh, dass die neue Software einen Basis- und einen Expertenmodus zur Verfügung stellt. Nachdem der Expertenmodus zu negativen Reaktionen im Verhalten und den Emotionen bei Herrn Unruh führt, entscheidet Herr Altmann sich dafür, seine Urlaubsvertretung in den Basismodus einzuarbeiten. Es zeigt sich schnell, dass dies eine gute Entscheidung ist. Die Software unterstützt Herrn Unruh, die Fahrgäste zu beraten und ermöglicht ihm, sich neben Grundfunktionen langsam in alle Optionen der Software einzuarbeiten.



### Was passiert da eigentlich?

Die Ausprägung einer psychischen Beanspruchung und möglicher Folgen ist abhängig von den individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten der jeweiligen Person und davon, welche Ressourcen und Bewältigungsstrategien ihr zur Verfügung stehen.

Die Folgen dieser psychischen Beanspruchung können zum Beispiel sein:

- Ermüdung, Stresserleben, Frustration, herabgesetzte Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit, Fehler, Interessenlosigkeit, Gefühle der Lustlosigkeit oder Überforderung
- Spaß und Freude bei der Aufgabenerledigung, Leistungssteigerung und Motivation, Lernprozesse, persönliche Entwicklung und Entfaltung, Qualifikationserwerb.

Das Beispiel zeigt: Psychische Belastung und insbesondere Regulationsbehinderungen sind für die ergonomische Softwareentwicklung zu berücksichtigende Größen. Zusammenfassend bedeutet dies:

- Belastung kann förderliche oder beeinträchtigende Auswirkungen haben. Entweder unterstützt die Software die Benutzerinnen und Benutzer und führt zu einem positiven Erleben – oder sie behindert sie bei der Aufgabenerledigung und führt zu einem negativen Erleben.
- Software sollte so entwickelt werden, dass keine kognitive Überforderung der Wahrnehmungs-, Informationsverarbeitungs- und Gedächtnisprozesse der Benutzerinnen und Benutzer entsteht.
- Benutzerinnen und Benutzer sollten gezielt in die Anwendung neuer Software eingearbeitet werden. Die Implementierung von neuer Software im Unternehmen sollte immer als Gestaltung von Aufgaben, Arbeitsprozessen und Abläufen (mehr dazu in Kapitel 4.4 „Arbeitsgestaltung im Prozess der Softwareimplementierung“) verstanden werden.

## 4.2 Software und Kognition

Um den kognitiven Eigenschaften der Benutzerin oder des Benutzers gerecht zu werden und Fehler durch Unaufmerksamkeit zu vermeiden, sollte Software zum Beispiel

- nicht zu viele Informationen gleichzeitig bereitstellen,
- die Gedächtnisspanne der Benutzerinnen und Benutzer berücksichtigen,
- konkrete Handlungshinweise geben,
- den Blick durch markante Strukturen lenken und
- in kritischen Situationen akustische Signalmeldungen liefern.

Metaphern werden gezielt in der Mensch-Computer-Interaktion eingesetzt, um Benutzerinnen und Benutzer zu entlasten. Bei der Entwicklung von Metaphern werden deren Erfahrungen, Erwartungen und Denkmuster auf die Software übertragen. Die Vertrautheit der Benutzerinnen und Benutzer mit der Metapher erleichtert die Orientierung und Navigation. Zudem werden unbekannte und abstrakte Inhalte und Anwendungen schneller überschaubar, erlernbar und handhabbar. Ein Beispiel sind die Desktop-Metaphern, deren Aussehen an reale Objekte erinnern und die wie ein virtueller Schreibtisch organisiert sind. Der „Mülleimer“, der „Aktenordner“, die „Lupe“ oder das „Zahnrad“ sind beispielhafte Symbole, die fast jedes moderne Betriebssystem verwendet.

## 4.3 Software und Emotion

Die Funktionalität einer Software allein reicht nicht aus, um einen dauerhaft motivierenden und gesundheitsförderlichen Arbeitsprozess durch Software zu ermöglichen. Hinzukommen sollten anregende, motivierende und emotional positive Benutzungserlebnisse. Emotionen sind ein Teil der Beanspruchungsreaktion und sollten daher bei der Softwareentwicklung, Implementierung und Anwendung berücksichtigt werden.

Die emotionale Situation der Benutzerin oder des Benutzers entsteht unter anderem aus der Befriedigung psychischer Bedürfnisse. Zudem konnte belegt werden, dass negative Emotionen ungünstige Auswirkungen auf kognitive Prozesse haben.

Daher sollten folgende Punkte bei der Gestaltung und Implementierung von Software berücksichtigt werden:

- Jeder Mensch hat das psychische Bedürfnis nach Autonomie und Kompetenz, dessen Befriedigung bei der Erledigung von Aufgaben durch Software unterstützt werden sollte.
- Die Software sollte die Möglichkeit bieten, eigene Entscheidungen treffen zu können und Arbeitsprozesse zu kontrollieren.

## 4.4 Arbeitsgestaltung im Prozess der Softwareimplementierung

Die Zufriedenheit von Benutzerinnen und Benutzern ergibt sich einerseits aus den Merkmalen der Software und andererseits aus der Art und Weise, wie die Arbeitsaufgaben gestaltet sind. Darüber hinaus ist bei der Einführung von Software eine klare Strukturierung und Segmentierung von Arbeitsaufgaben und -prozessen nötig. Die beiden folgenden Punkte fördern somit ein erfolgreiches Arbeiten an IT-gestützten Arbeitsplätzen und bilden die Grundlage für die Gestaltung von gesundheitsgerechter Arbeit:

1. Die **Gestaltung von softwaregestützten Arbeitsaufgaben** sollte folgende Aspekte der Arbeitsorganisation berücksichtigen:
  - Software sollte Handlungsspielräume bieten: Die Reihenfolge, das Tempo und die Vorgehensweise bei der Erledigung von Aufgaben sollte individuell bestimmt werden können.
  - Software sollte ausreichend Rückmeldung über ihre jeweiligen Handlungen anbieten. System- und Programzustände sollten klar erkennbar sein.
  - Die Ganzheitlichkeit eines Arbeitsprozesses sollte immer erkennbar sein, um die Bedeutung und Sinnhaftigkeit der Aufgabe im gesamten Prozess zu verstehen.
  - Die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Beschäftigten sollten von der Software berücksichtigt werden und eine Mischung unterschiedlicher Tätigkeiten sollte stattfinden.
2. Die **Gestaltung von Arbeitsabläufen und Unternehmensprozessen** hat zum Ziel, den Mensch, die Technik und die Organisation sinnvoll zu verzahnen. Sie bedient sich dabei verschiedener Methoden des Projektmanagements, der Organisationsgestaltung und

der Softwareentwicklung. Bei der Einführung neuer Software sollten insbesondere folgende Handlungsfelder berücksichtigt werden (siehe auch Kapitel 11 „Nutzungsqualität und Prüfung“):

- Während der Zielfindung und Planung sollten Projektmanagementstrukturen eingerichtet, Stakeholder identifiziert, Projektpläne erstellt und Ressourcen (z. B. Personal, Expertise, finanzielle Mittel) bereitgestellt werden.
- Bei tiefgreifenden Veränderungen der Arbeit durch die Einführung von Software sollte der Entwicklungs- und Einführungsprozess durch systematisches Changemanagement begleitet werden.
- Bei der Entwicklung von Software bieten agile Arbeitsmethoden wie „Design Thinking“ oder „Scrum“ die Möglichkeit eines nutzerzentrierten Vorgehens und damit einer besseren Passung des Ergebnisses zu den Bedürfnissen der Benutzerinnen und Benutzer.
- Die Softwareimplementierung sollte auf technischer und organisatorischer Ebene geplant werden. Die Partizipation der Benutzerinnen und Benutzer sollte bewusst möglichst schon in die Planung integriert werden.
- Der Anwendungsstart sollte durch die Bereitstellung der technischen Infrastruktur und auf organisatorischer Ebene durch Schulungen, Informationen, und unter Umständen Struktur- und Prozessveränderung unterstützt werden.
- Die Benutzerinnen und Benutzer sollten z. B. durch Handbücher, Leitfäden und Hotlines unterstützt werden.
- Mit dem Ziel eines effizienten Fehler- und Verbesserungsmanagements sollten transparente Kommunikationsstrukturen definiert und eingerichtet werden.
- Eine Evaluation und Qualitätssicherung kann durch eine transparente Erhebung von Kennzahlen und deren Bewertung stattfinden.
- Die Software sollte kontinuierlich weiterentwickelt und an sich verändernde Arbeitsanforderungen angepasst werden können.

Sind diese Aspekte berücksichtigt, können beeinträchtigende Auswirkungen psychischer Beanspruchung auf diese Weise reduziert bzw. verhindert und das Erleben und Verhalten von Benutzerinnen und Benutzern im Umgang mit der Software positiv beeinflusst werden.

# 5 Rechtliche Aspekte

In diesem Kapitel werden die wesentlichen rechtlichen Grundlagen zu den Anforderungen an die ergonomische Gestaltung von Software dargelegt. Zudem wird eine Übersicht über wichtige technische Regeln, Informationen und Normen zur Konkretisierung und Umsetzung der gesetzlichen Vorschriften zur Softwareergonomie gegeben.

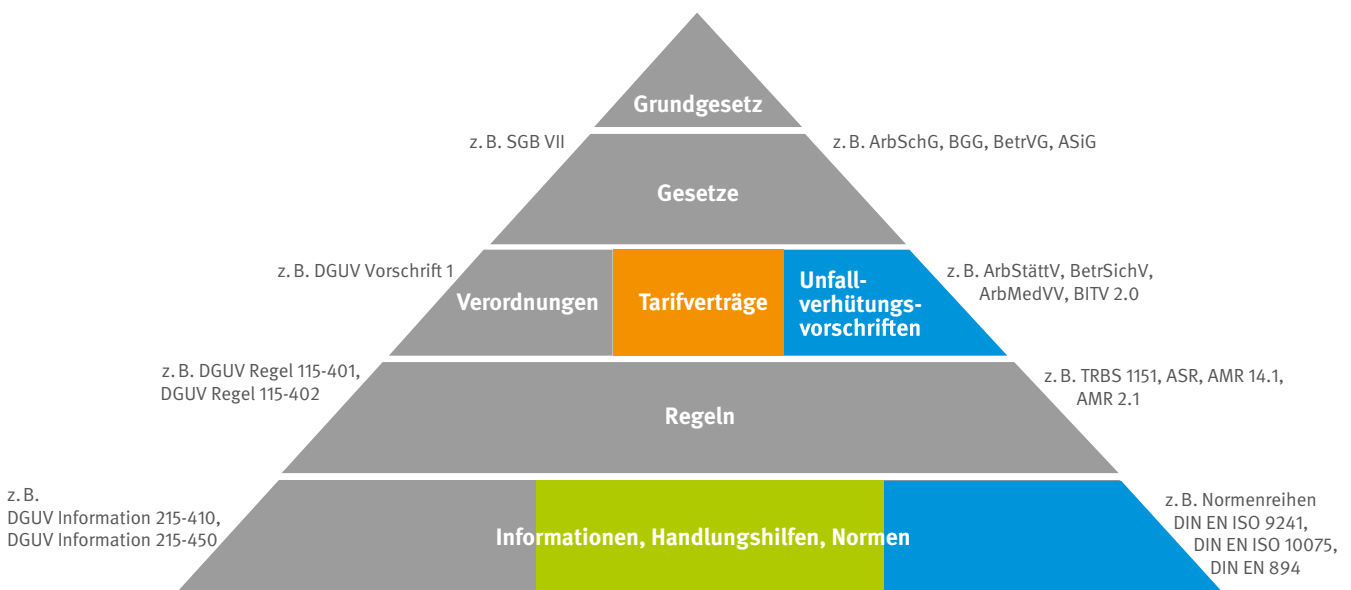


Abb. 10 Duales System zur Rechts- und Regelsetzung sowie die Normung in Bezug auf die Softwareergonomie

Software in Computern, Smartphones, Navigationsgeräten usw. ist Teil eines Arbeitsmittels (siehe Kapitel 5 „Softwarearten“), wenn sie von Beschäftigten zur Erledigung ihrer Arbeitsaufgaben genutzt wird. Sie ist zur Sicherheit und Erhaltung der Gesundheit der Beschäftigten ergonomisch zu gestalten. Dazu muss nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) eine Gefährdungsbeurteilung zum Ermitteln von Gefährdungen und Festlegen von Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten durchgeführt werden.

Nach Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) hat der Arbeitgeber dafür zu sorgen, dass nur Arbeitsmittel bereitgestellt werden, die für die am Arbeitsplatz gegebenen Bedingungen geeignet sind. Bei deren bestimmungsgemäßer Verwendung müssen Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten gewährleistet sein. Dazu sind nach § 3 BetrSichV „auch die ergonomischen Zusammenhänge zwischen Arbeitsplatz, Arbeitsmittel, Arbeitsorganisation, Arbeitsablauf und Arbeitsaufgabe“ zu berücksichtigen (siehe Nutzungskontext in Kapitel 11 „Nutzungsqualität

und Prüfung“). Nach § 6 BetrSichV hat der Arbeitgeber bzw. die Arbeitgeberin dafür zu sorgen, dass die Arbeitsmittel sicher verwendet und dabei die Grundsätze der Ergonomie beachtet werden. Die Grundsätze der Ergonomie beziehen sich auch auf die Verarbeitung von Informationen durch die Beschäftigten.

Die Forderungen an die Eignung der Software werden durch die Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1151 (Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel – Ergonomische und menschliche Faktoren, Arbeitssystem) insbesondere hinsichtlich der ergonomischen Zusammenhänge und Vermeidung von mittelbaren Handlungsfehlern konkretisiert.

Übertragen auf die Software heißt dies, dass bereits bei Auswahl, Beschaffung und Änderung von Software darauf geachtet werden sollte, dass vom Einsatz der Software keine Gefährdungen durch z. B. Handlungsfehler und Beeinträchtigungen ausgehen.

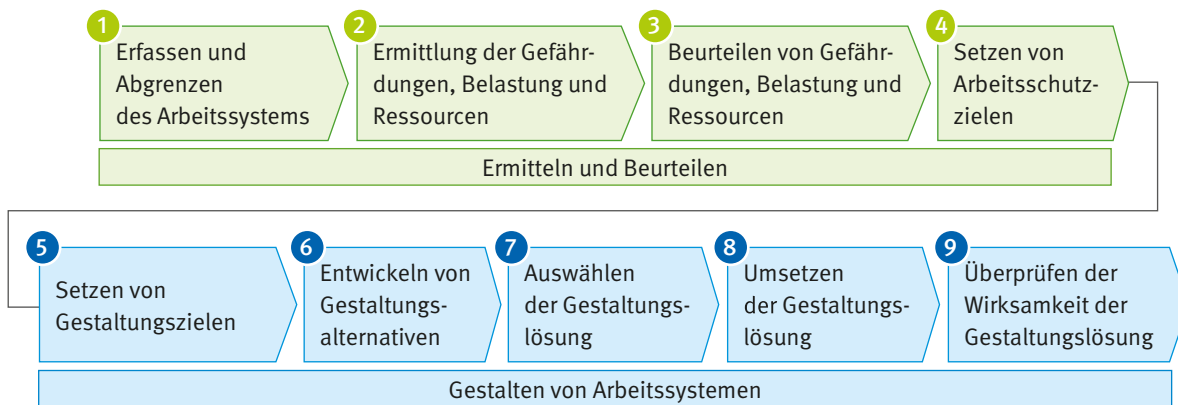


Abb. 11 Handlungsablauf zur Beurteilung und Gestaltung von Arbeitssystemen

Bei der Beschaffung von Software ist zusätzlich darauf zu achten, dass nach §§ 3 und 6 ASiG Fachkraft für Arbeitssicherheit oder Betriebsärztin bzw. Betriebsarzt einbezogen werden und nach § 5 DGUV Vorschrift 1 der Lieferant schriftlich darauf hingewiesen wird, einschlägige Anforderungen für Sicherheit und Gesundheitsschutz einzuhalten.

Nach §§ 90 und 91 Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) ist die Arbeitnehmervertretung bei Planung und Änderung von Arbeitsverfahren, Arbeitsabläufen oder Arbeitsplätzen einzubeziehen.

Eine Veränderung der Software erfordert nach § 3 ArbSchG und § 3 BetrSichV eine Aktualisierung der Gefährdungsbeurteilung. Des Weiteren muss die Software nach § 3 Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) in Verbindung mit Anhang Nr. 6.5 insbesondere für den Arbeitsplatz, die Arbeitsaufgabe und die Qualifikation der Beschäftigten geeignet sein oder angepasst werden können. Generell sind die Beschäftigten vor Aufnahme der Tätigkeit und wiederkehrend regelmäßig hierzu zu unterweisen.

Gestaltungsmaßnahmen aus dem Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) und der Ausführungsverordnung Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV 2.0) befinden sich in Kapitel 10 „Barrierefreie Gestaltung“.

Nach § 5 Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) sind bei der Nutzung von Software an Bildschirmgeräten Vorsorgeuntersuchungen anzubieten (Arbeitsmedizinische Regel AMR 14.1), wobei die zugehörigen Fristen in der AMR 2.1 beschrieben sind.

Das Arbeitsschutzgesetz und seine Verordnungen verlangen, dass die in der Gefährdungsbeurteilung ermittelten Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten dem Stand der Technik entsprechen sowie arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse der Gestaltung berücksichtigt werden. Der Stand der Technik für Software insbesondere hinsichtlich der nutzerzentrierten Gestaltung und Informationsdarstellung wird u. a. in den Normenreihen DIN EN ISO 9241 und DIN EN 894 beschrieben. Wesentliche Inhalte werden z. B. in den Kapiteln 8 „Informationsgestaltung“ und 9 „Interaktionsgestaltung“ dargestellt.

# 6 Softwaretypen

Software wird heute, nicht mehr nur auf Computern, sondern in vielen anderen Geräten angewandt und verarbeitet. In diesem Kapitel werden die gängigsten Softwaretypen und deren wichtigste Vertreter vorgestellt und erklärt.

Neben Computern wird Software auch in Mobiltelefonen, Navigationsgeräten, Fernsehern usw. eingesetzt. Software steht als Begriff für ausführbare Programme und ihre zugehörigen Daten, wie z. B. Konfigurationsdateien oder Schriftartdateien. Sie kann auf verschiedenen Medien gespeichert werden, interne Berechnungen ablaufen lassen, Steuerungen von Abläufen und externen Geräten durchführen sowie auf Ausgabegeräten Grafiken und Texte anzeigen. Software steuert Geräte, berechnet Daten, erzeugt Grafiken und erledigt viele andere Aufgaben. Sie unterscheidet sich grundsätzlich von den physischen Bestandteilen der softwareverarbeitenden Geräte. Diese als Hardware bezeichneten softwareverarbeitenden Geräte, ihre Baugruppen, Einzelteile und Peripheriegeräte sind z. B. Computer, Notebook, Prozessor, Hauptspeicher, Datenträger, Drucker und vieles mehr.

Software wird prinzipiell in Systemsoftware, systemnahe Software und Anwendungssoftware untergliedert (siehe Abbildung 12). Dabei werden Softwaretypen nach ihrer Nähe zur Hardware bzw. zur Verwendung durch Benutzerinnen und Benutzer getrennt.

Als **Systemsoftware** wird die Gesamtheit aller Programme und Dateien bezeichnet, die alle Abläufe bei Betrieb eines softwareverarbeitenden Gerätes steuern. Sie stellt eine Verbindung zur Hardware her und steuert die Verwendung der Hardwareressourcen durch die Anwendungssoftware. Sie verwaltet sowohl die internen als auch die externen Hardwarekomponenten. Arten von Systemsoftware sind z. B. Betriebssysteme, Firmware und Gerätetreiber.

**Systemnahe Software** wird in Bereichen zwischen dem Betriebssystem und der Anwendungssoftware eingesetzt. Als systemnahe Software werden z. B. Dienstprogramme, Datenbank-Verwaltungswerkzeuge und Programmierwerkzeuge bezeichnet.

**Anwendungssoftware** sind ausführbare Programme, die nützliche oder gewünschte Funktionen unterstützen, die zur Bearbeitung von Aufgaben dienen. Anwendungssoftware untergliedert sich in Standardsoftware, Spezialsoftware und Individualsoftware.

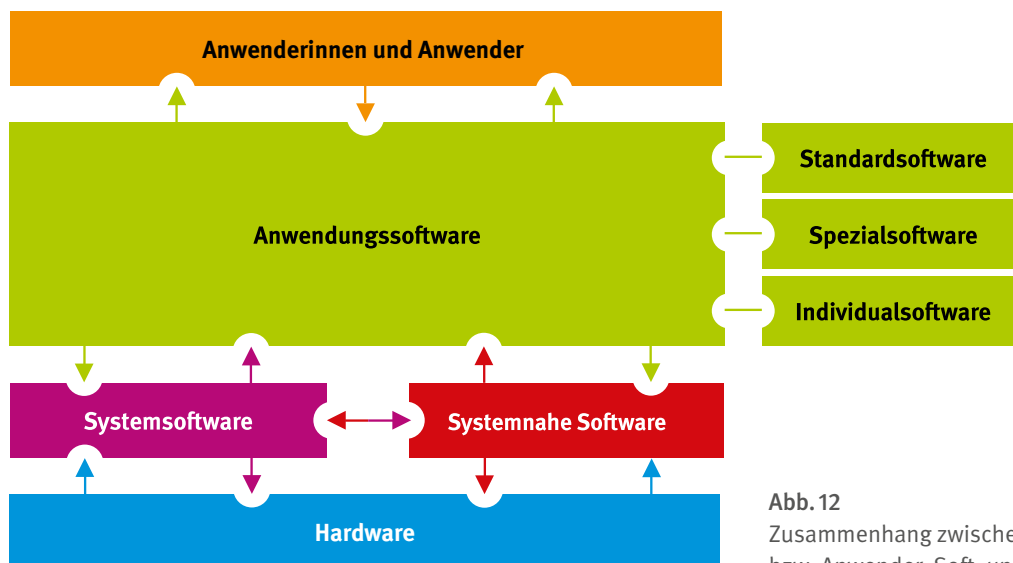


Abb. 12 Zusammenhang zwischen Anwenderin bzw. Anwender, Soft- und Hardware

**Standardsoftware** deckt einen klar definierten Anwendungsbereich ab. Sie kann als fertiges Produkt erworben werden. Bekannte Beispiele für Standardsoftware sind Office-Pakete. In diesen findet sich eine Zusammenstellung von Standardsoftware, die Arbeiten im Büro (z. B. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation) unterstützt.

**Spezialsoftware** wird für bestimmte Aufgaben, wie z. B. Patientenverwaltung, Lohnbuchhaltung, Maschinenkonstruktion, konzipiert und berücksichtigt somit Erfordernisse und Wünsche einzelner Anwendergruppen.

**Individualsoftware** wird den Anforderungen der Kundenschaft entsprechend maßgeschneidert erstellt oder wesentlich an deren Bedürfnisse angepasst. Im Vergleich zur Standardsoftware entstehen verhältnismäßig hohe Kosten für die Entwicklung, Pflege und Wartung von Individualsoftware. Gleichzeitig ist es möglich, alle Anforderungen an die Software umzusetzen und somit auch die Erfordernisse der Anwenderin bzw. des Anwenders an die Softwareergonomie in das Lastenheft zu überführen (siehe Kapitel 12 „Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software“).



# 7 Software und Bildschirm

Wie hängen Software und Bildschirm zusammen und wie beeinflusst der Bildschirm die Darstellung der Software? Diese Fragen werden in diesem Kapitel beantwortet.

Idealerweise passt die Software die Informationsdarstellung automatisch an den jeweiligen Bildschirm mit seiner Größe und Auflösung an (sog. „Responsive Design“). Die in Unternehmen eingesetzte Software hat häufig eine Lebensdauer von mehr als zehn Jahren. Sie wird zwar in Form neuer Versionen (Releases) immer wieder aktualisiert, die fundamentale Struktur der Software bleibt aber erhalten. Bildschirme und auch Rechner haben in der Regel eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa drei bis sechs Jahren. Somit weist die Software einen deutlich längeren Lebenszyklus auf und sollte deshalb an unterschiedliche Hardwarespezifikationen (siehe Anhang 1) anpassbar gestaltet sein. Eine Anpassbarkeit der Informationsdarstellung auf dem Bildschirm wird durch eine Programmierung mit skalierbaren Darstellungen (vektorbasiert) erreicht. Vermieden werden sollten nicht skalierbare Darstellungen (z. B. pixelorientiert), da sie beim Wechsel auf neue, höher auflösende Bildschirme häufig zu verkleinerten Darstellungen bzw. schlechter Leserlichkeit (Erkennbarkeit der Zeichen) führen.

Diese Problematik wird mit folgendem Beispiel verdeutlicht. Eine Software wurde vor einigen Jahren für einen 19-Zoll-Bildschirm im 5:4-Format mit einer Auflösung von 1280 × 1024 Pixel mit nicht skalierbarer Darstellung umgesetzt. Vom Unternehmen sollen nun neue Bildschirme angeschafft werden, wobei mit Hinblick auf das zukünftige papierlose Dokumentenmanagement 27-Zoll-Bildschirme im 16:9-Breitformat mit einer Auflösung von 1920 × 1080 Pixel ausgewählt werden.

Bei der Installation der neuen Bildschirme ergibt sich eine veränderte Darstellung (siehe Abbildung 13).

Abbildung 13 und Tabelle 1 zeigen, dass auf dem neuen Bildschirm nur ein Teil der verfügbaren Anzeigefläche genutzt wird. Immerhin bleibt in diesem Beispiel die absolute Zeichenhöhe erhalten bzw. die Zeichen werden sogar etwas größer auf dem neuen Bildschirm angezeigt, da die Pixelgröße von 0,29 mm × 0,29 mm auf 0,31 mm × 0,31 mm steigt.



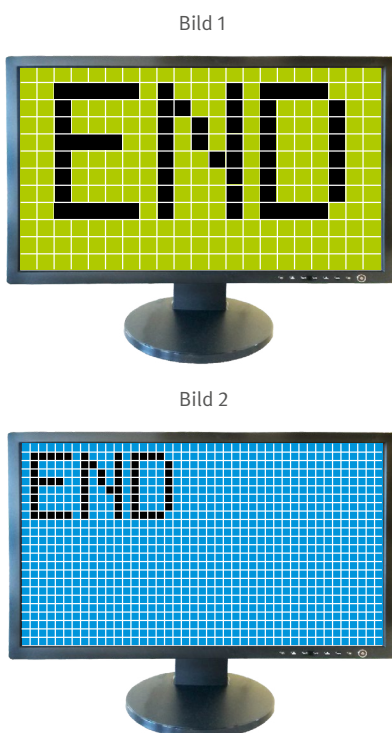
Abb. 13 Darstellung nach Anschluss eines neuen Bildschirms

**Tabelle 1** Auszug aus Anhang 1 (Bildschirmparameter):

	Diagonale/Größe		Bezeichnung	Seitenverhältnis	Anzeigefläche [mm]	Auflösung [px]	Pixelabstand [mm]
	[Zoll]	[mm]					
	19	480	SXGA	5:4	375 × 300	1280 × 1024	0,29 × 0,29
<b>Bild 1</b>	27	686	Full-HD	16:9	598 × 336	1920 × 1080	0,31 × 0,31
<b>Bild 2</b>	27	686	UHD (4K)	16:9	598 × 336	3840 × 2160	0,16 × 0,16

Erweitert man das Beispiel wie folgt, so lässt sich ein weiterer Effekt veranschaulichen: Der EDV-Bereich der betreffenden Firma wird mit besonders hochauflösenden 27-Zoll-Bildschirmen im 16:9-Breitformat mit einer Auflösung von 3840 × 2160 Pixel ausgestattet.

Durch die pixelorientierte Programmierung der Software verringert sich die Größe der Zeichen, da der Pixelabstand von 0,31 × 0,31 auf 0,16 × 0,16 sinkt (siehe obigen Auszug aus Anhang 1 Bildschirmparameter). Durch die kleineren Pixel wird die Darstellung von diagonalen Linien und Kurven zwar glatter, aber die Darstellung der Zeichen auf dem Bildschirm verkleinert sich (siehe Abbildung 14). Auch dieser Effekt führt zu einer Verschlechterung der Leserlichkeit.



**Abb. 14**  
Darstellung nach Anschluss eines neuen Bildschirms

Rastergrafiken basieren auf einem Pixelraster, in dem jedem Bildpunkt ein Farbwert zugeordnet ist. Vektorgrafiken benötigen eine Bildbeschreibung, die die Objekte, aus denen das Bild aufgebaut ist, exakt definiert. So kann beispielsweise ein Kreis in einer Vektorgrafik über Lage des Mittelpunktes, Radius, Linienstärke und Farbe vollständig beschrieben werden und ist damit im Gegensatz zur Rastergrafik stufenlos zu skalieren.

Bei der Beschaffung von Software ist es deshalb wichtig, dass die neue Software eine Programmierung mit skalierbaren Darstellungen umsetzt, damit die Informationen auf unterschiedlichen Bildschirmen optimal angezeigt werden können.



#### Hinweis

Soll eine hohe physikalische Auflösung (z. B. 4K, 5K und 8K) an modernen Bildschirmen genutzt werden, erfordert dies sowohl leistungsfähige Grafikkarten, moderne Schnittstellen als auch breitbandige Kabelverbindungen.

Werden diese Rahmenbedingungen nicht berücksichtigt, so können die erforderlichen Datenmengen für das Video-Signal dem Bildschirm nicht zur Verfügung gestellt werden (Bandbreiten-Problematik).

Mit dem Einsatz von LEDs in modernen Bildschirmdisplays ist auch die Diskussion um die nichtvisuelle Wirkung von Licht durch den hohen Blaulichtanteil der Bildschirmanzeige entstanden (siehe hierzu Kapitel 3.5 „Wirkung von Licht“).

# 8 Informationsgestaltung

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Darstellung von Informationen auf dem Bildschirm und berücksichtigt dabei die Informationsverarbeitung durch den Menschen. Die Themen Gestaltungsgrundsätze, Anordnung von Informationen, Auswahl von Benutzungsschnittstellen, Textgestaltung, Schriften und Farbauswahl werden behandelt.

## 8.1 Gestaltungsgrundsätze

Mithilfe von Gestaltungsgrundsätzen werden Informationen und Elemente der Benutzungsschnittstelle (User Interface) für den Benutzer bzw. die Benutzerin optimal gestaltet. Bei einer Prüfung von Benutzungsschnittstellen bzw. einer heuristischen Evaluation können die Gestaltungsgrundsätze (entsprechend DIN EN ISO 9241-112) verwendet werden.

### 8.1.1 Entdeckbarkeit

Informationen und Elemente sind so zu gestalten, dass sie gut und schnell entdeckt werden können. Wenn sie zu kurz, zu klein oder in unerwarteten Bereichen des Displays angezeigt werden, kann der die Benutzerin bzw. Benutzer sie nicht entdecken, erkennen, lesen und verstehen.

*Beispiel: Eine Information in einer Statuszeile wird angezeigt, wenn gespeichert wird. Diese Information ist solange sichtbar, dass der Benutzer sie entdecken, lesen und verstehen kann. Kann die Information nicht vollständig dargestellt werden, sollte mindestens mit geeigneten Elementen („...“, Laufleiste (Scrollbar), „<“, „>“) darauf hingewiesen werden. Ebenso können geeignete dynamische Elemente wie Tooltips oder Textlaufleisten sinnvoll sein.*

### 8.1.2 Ablenkungsfreiheit

Informationen und Elemente sind so zu gestalten, dass sie nicht von anderen wichtigen Informationen und Elementen ablenken.

*Beispiel: Ein Arbeitsprozess im Hintergrund (z. B. Synchronisation) wird durch einen kleinen Fortschrittsbalken unten in der Statuszeile angezeigt und nicht durch ein animiertes Icon, das sich groß und dominant auf dem Bildschirm bewegt und von der eigentlichen Arbeitsaufgabe ablenkt.*

### 8.1.3 Unterscheidbarkeit

Elemente der Benutzungsschnittstelle und Informationen können durch ihre Darstellung voneinander unterschieden werden (z. B. nach Farbe, Form und Größe). Ebenso dienen Attribute der Anordnung (z. B. nach logischen Gruppen) und Strukturierung (z. B. in Zeilen und Spalten) der Unterscheidbarkeit.

*Beispiel: Um den neuen Status einer App in der Statuszeile anzuzeigen, wird das gesamte Icon verändert und nicht nur einige Farbpixel des Icons.*

### 8.1.4 Eindeutige Interpretierbarkeit

Informationen und Elemente sind eindeutig interpretierbar, wenn sie gut verstanden werden. Dargestellte Informationen sowie Texte und Elemente (mit ihrer Beschriftung) entsprechen dem Wissensstand, dem Vokabular und den Fähigkeiten des Benutzers bzw. der Benutzerin.

*Beispiel: Der Name eines lokalen Netzwerks (z. B. „DGUV Gast“) unterscheidet sich eindeutig und verständlich von anderen verfügbaren Netzwerken (z. B. „DGUV Verwaltung“).*

### 8.1.5 Kompaktheit

Es werden nur die wichtigen und notwendigen Informationen für die Aufgabe dargestellt.

*Beispiel: Eine Eingabe in ein Textfeld wird in einem kurzen prägnanten Satz erklärt. Die Benutzerin bzw. der Benutzer kann über einen Informationsbutton weitere Erläuterungen erhalten.*

### 8.1.6 Interne und externe Konsistenz

Informationen und Elemente sind konsistent, wenn sie in allen interaktiven Systemen, die die Benutzerin bzw. der Benutzer verwendet, mit ähnlichem Zweck ähnlich dargestellt werden. Dies betrifft z. B. Bezeichnungen von Objekten, Aktionen, Ereignissen, Steuerelementen, Befehlen, Abkürzungen und Fehlermeldungen. Eine interne Konsistenz bezieht sich hierbei auf die Informationen und Elemente innerhalb einer Anwendung (Software). Die externe Konsistenz bezieht sich auf Informationen und Elemente über verschiedene Anwendungen hinweg.

*Beispiel: Alle grafischen Elemente wie Icons haben sogenannte Tooltips oder Quickinfos, in denen die Funktion und Bedeutung des jeweiligen Elements kurz erläutert wird.*

## 8.2 Anordnung von Elementen und Informationen

### 8.2.1 Anordnung von Elementen (Maskenaufbau)

Bildschirmmasken sollten so gestaltet sein, dass sie den Anzeigebereich optimal nutzen. So wird sichergestellt, dass kein zusätzlicher Navigations- oder Scrollaufwand entsteht und eine ausreichend große Schrift eingestellt werden kann. Die für die Eingabe benötigten Informationen sollten aufgabenangemessen und konsistent im Masken- oder Seitenbereich platziert werden.

Durch die Umsetzung der Gestaltungsregeln entsteht ein Maskenbild, in dem die Orientierung einfach ist und Informationen gut und schnell erkennbar sind (siehe Abbildung 15):

- die Elemente besitzen immer die gleiche Höhe,
- die Abstände in und zwischen den Elementen sind konsistent,
- die Anzahl der vertikalen und horizontalen Fluchtlinien ist minimiert.

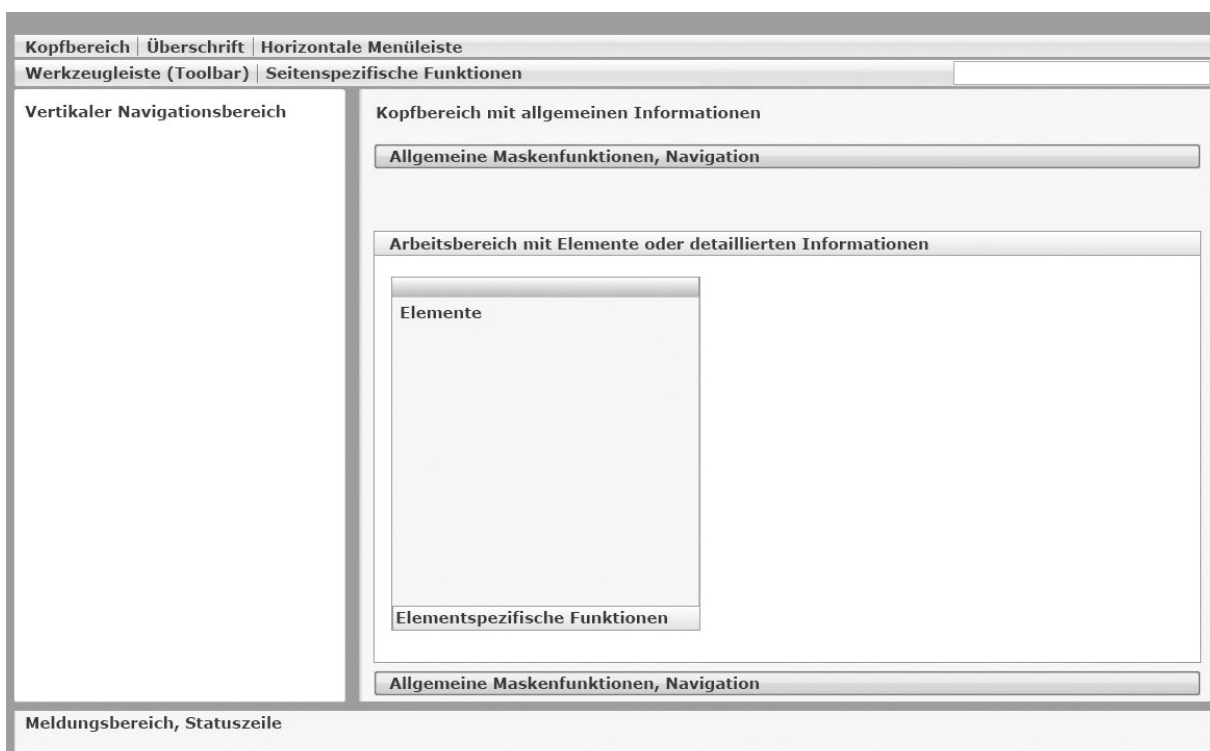


Abb. 15 Typischer Aufbau des Anzeigebereichs einer Anwendung mit verschiedenen Unterbereichen

Das (negative) Beispiel in Abbildung 16 zeigt, dass die Orientierung bei unterschiedlichen Abständen und fehlenden Fluchtlinien schwerfällt. Die Maske könnte besser aussehen wie in Abbildung 17.

A screenshot of a form titled 'Kundendaten'. The fields are arranged in a somewhat haphazard manner. 'Name: Schneider' and 'Straße: Hauptstraße 12' are at the top. Below them are 'Vorname:' (empty), 'PLZ u. Ort: 12345 Großstadt', and three checked checkboxes: 'Führerschein vorhanden', 'Reisepass vorhanden', and 'Geschäftsadresse'. At the bottom are 'Mobil: 010987 654321' and 'Bemerkung:' (empty).

Abb. 16 Unterschiedliche Abstände und Höhen zwischen den Elementen

A screenshot of a form titled 'Kundendaten' showing consistent alignment. Red lines are drawn across the form to illustrate the alignment of the text labels and input fields. 'Vorname:' and 'Straße: Hauptstraße 12' are aligned. 'Name: Schneider' and 'PLZ u. Ort: 12345 Großstadt' are aligned. The checkboxes are also aligned. 'Mobil: 010987 654321' and 'Bemerkung:' are aligned.

Abb. 17 Konsistente Anordnung und Ausrichtung der Elemente (mit Visualisierung durch Hilfslinien)

### 8.2.2 Anordnung von Informationen

In einer Maske sind alle Elemente, die für eine Aufgabe notwendig sind, zusammengefasst und aufgabenangemessen angeordnet.

Im Beispiel (siehe Abbildung 18) ist das „PLZ/Ort“-Feld abseits anderer Adressfelder wie „Straße“ platziert. Auch das „Mobil“-Feld liegt entfernt vom „Telefon“-Feld. Die Positionierung des „PLZ/Ort“-Feldes ist für eine Aufgabe, in der man nur Adressdaten eingibt, ungeeignet. Die Anordnung verursacht beim Navigieren mit der Tab-Taste von Feld zu Feld einen deutlich erhöhten Navigationsaufwand. Das visuelle Auffinden des „PLZ/Ort“-Feldes ist durch dessen Anordnung erschwert.

A screenshot of a form titled 'Kundendaten'. The fields are arranged in a way that is not visually appealing. 'Name: Schneider' and 'Straße: Hauptstraße 12' are at the top. Below them are 'Vorname: Hans' and 'PLZ u. Ort: 12345 Großstadt'. The 'Mobil:' field is placed far to the left, while the 'Telefon:' field is to the right. There are three checked checkboxes: 'Führerschein vorhanden', 'Reisepass vorhanden', and 'Personalausweis vorhanden'. 'Bemerkung:' is empty.

Abb. 18 Unpassende Anordnung der drei angekreuzten Felder oben und passendere Platzierung der Felder in Abbildung 19.

A screenshot of a form titled 'Kundendaten' showing consistent field placement. 'Name: Schneider' and 'Name Kind 1:' are aligned. 'Vorname:' and 'Name Kind 2:' are aligned. 'Straße: Hauptstraße 12' and 'PLZ u. Ort: 12345 Großstadt' are aligned. 'Tel.: 01234 56378910' and 'Mobil: 010987 654321' are aligned. 'Vermögen: 10.987,00 Euro' and 'Bemerkung:' are aligned. There are three checked checkboxes: 'Führerschein vorhanden', 'Reisepass vorhanden', and 'Personalausweis vorhanden'.

Abb. 19 Konsistente Anordnung der Eingabefelder

Ein weiteres Beispiel für die Wichtigkeit einer sinnvollen Ausrichtung sind vertikal am Komma ausgerichtete Zahlen, wenn sie visuell miteinander verglichen werden können (siehe Abbildung 20). Auf der rechten Seite gewährleistet eine vertikale Ausrichtung am Komma die visuelle Vergleichbarkeit; links ist der Vergleich der Zahlen deutlich erschwert.

102,00	102,00
92,60	92,60
45,07	45,07
1345,99	1.345,99
0,80	0,80

Abb. 20 Vertikale Ausrichtung von Zahlen am Komma

### 8.3 Die Gestaltgesetze

Gestaltgesetze sind aus visuellen Wahrnehmungsprozessen abgeleitet. Deshalb ist es wichtig, die Gestaltgesetze bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen zu berücksichtigen.

#### 8.3.1 Gesetz der Nähe

Das Gesetz der Nähe besagt, dass Elemente, die sich in räumlicher Nähe zueinander befinden, als zusammengehörig wahrgenommen werden. Um z. B. eine Beschriftung als zugehörig zu einem bestimmten Feld wahrzunehmen, muss diese in räumlicher Nähe platziert werden (Abbildungen 21 und 22).

Abb. 21 Ungünstige Anordnung

Abb. 22 Günstige Anordnung

Das Gesetz der Nähe wirkt hier durch den vertikalen Abstand zwischen Beschriftung und Feld. So werden die Feldbezeichnungen (auch Label genannt) „Straße“ und „PLZ u. Ort“ in der linken Anordnung (Abbildung 21) eher dem darüber liegenden Feld zugeordnet, statt – wie beabsichtigt – dem darunterliegenden. Auf der rechten Seite (Abbildung 22) fällt die richtige Zuordnung deutlich leichter.

#### 8.3.2 Gesetz der Ähnlichkeit

Das Gesetz der Ähnlichkeit besagt, dass ähnliche Elemente als zusammengehörig wahrgenommen werden. Bei der Gestaltung von Masken ist somit auf die visuelle Trennung von ähnlichen, aber funktional unterschiedlichen Elementen zu achten:

Gehören in den Abbildungen 23 und 24 die Checkboxes rechts zu den Feldern, oder bilden sie eine eigene Gruppe? Die Checkbox „Geschäftsadresse“ wird in Abbildung 23 als Teil der Checkboxgruppe wahrgenommen, weil alle Elemente ähnlich sind, obwohl sie funktional nicht dazu gehört. Durch die verbesserte Anordnung in Abbildung 24 wird visuell deutlich, dass die Checkbox „Geschäftsadresse“ funktional zu den Adressfeldern (siehe Abbildung 24) gehört, die anderen jedoch nicht.

Abb. 23 Ungünstige Gruppierung in Bezug auf die Checkbox „Geschäftsadresse“

Abb. 24 Günstige Gruppierung in Bezug auf die Checkbox „Geschäftsadresse“

### 8.3.3 Gesetz der Geschlossenheit

Das Gesetz der Geschlossenheit besagt, dass fehlende Bestandteile einer „geschlossenen“ Gestalt vom Betrachter ergänzt werden. Häufig erzeugen Elemente in Masken jedoch keine „ergänzbar“ Gestalt (siehe Abbildung 9 aus Kapitel 3). Eine Gruppierung ist oft nur schwer wahrzunehmen, das Auffinden von Informationen wird durch diesen Umstand erschwert (siehe Abbildung 25).

Die Elemente sind in Abbildung 25 so angeordnet, dass sie visuell schwerer zu einer geschlossenen Gestalt ergänzt werden können. In Abbildung 26 kann dagegen eine geschlossene Gestalt (Rechteck) erzeugt werden.

**PKW-Daten:**  
 Hersteller: VAW  
 Fahrzeugtyp: Perican  
 Ausstattung: Basis  
 Lackierung: Silber  
 Polster: Leder  
 Glas: Getönt

**Technik:**  
 Hubraum: 2997 cm³  
 Leistung: 250 kW  
 Höchstgeschwindigkeit: 254 km/h  
 Tankinhalt: 80 L  
 Durchschn. verbr.: 11,5 L  
 Länge: 4700 mm

Baujahr	Preis S Benzin	Preis S Diesel	Preis Turbo
2017:	58 000 €	58 000 €	80 000 €
2018:	60 000 €	61 500 €	84 000 €
2019:	63 000 €	64 000 €	87 000 €
2020:	66 500 €	67 500 €	90 000 €

Abb. 25 Feldgruppe ohne geschlossene Gestalt

**PKW-Daten:**  
 Hersteller: VAW  
 Fahrzeugtyp: Perican  
 Ausstattung: Basis  
 Lackierung: Silber  
 Polster: Leder  
 Glas: Getönt

**Technik:**  
 Hubraum: 2997 cm³  
 Leistung: 250 kW  
 Höchstgeschwindigkeit: 254 km/h  
 Tankinhalt: 80 L  
 Durchschn. verbr.: 11,5 L  
 Länge: 4700 mm

Baujahr	Preis S Benzin	Preis S Diesel	Preis Turbo
2017:	58 000 €	58 000 €	80 000 €
2018:	60 000 €	61 500 €	84 000 €
2019:	63 000 €	64 000 €	87 000 €
2020:	66 500 €	67 500 €	90 000 €

Abb. 26 Feldgruppe mit geschlossener Gestalt

### 8.4 Elemente von grafischen Benutzeroberflächen (Steuerelemente)

Es gibt eine Vielzahl von Elementen, mit denen eine Anwendung bedient wird, z. B. Eingabefelder, Auswahllisten, Radiobuttons (Optionsfelder), Checkboxen (Kontrollkästchen, Markierungsfelder) und Abwandlungen davon. Um die Effizienz und die Ergonomie der Bedienung zu unterstützen, müssen die Elemente sorgfältig entsprechend der beabsichtigten Verwendung (Arbeitsaufgabe) und der Art der Informationen ausgewählt werden.

#### 8.4.1 Auswahl der richtigen Elemente

Elemente sind für bestimmte Zwecke entwickelt worden (analog zur bestimmungsgemäßen Verwendung). Für den optimalen Einsatz dieser Elemente können Empfehlungen gegeben werden.

Die Verwendung von Radiobuttons ist zum Beispiel in der Abbildung 27 die richtige Wahl, da Radiobuttons als Alternativen verstanden werden. Drei Checkboxen für die Auswahl männlich/weiblich/divers zu verwenden, ist falsch, da mit Checkboxen üblicherweise Optionen dargestellt werden. Eine Dropdown-Auswahlliste kann zwar prinzipiell verwendet werden, ist jedoch umständlich zu bedienen und im Hinblick auf die hier gegebene Auswahl von drei Elementen ein ungünstiges Element.

Abb. 27 Richtige, ungünstige und falsche Elementverwendung



### 8.4.2 Einstellungen und Funktionsweise der Elemente

Ergonomische Eigenschaften der Elemente können wesentlich zur Effizienz der Bedienung beitragen. Das folgende Beispiel soll demonstrieren, wie wichtig an die Aufgabe angepasste Einstellungen sind.

Für die Auswahl zwischen vielen Optionen, ist eine Liste ein geeignetes Element. Die ausgeklappte Liste in Abbildung 28 ist viel zu kurz dargestellt (es sind nur drei Optionen sichtbar, obwohl die Liste erheblich länger ist) und würde unnötiges Scrollen erforderlich machen. Dies ist gerade dann von Bedeutung, wenn das Element häufig zu bedienen ist und unterschiedliche Einträge ausgewählt werden müssen.

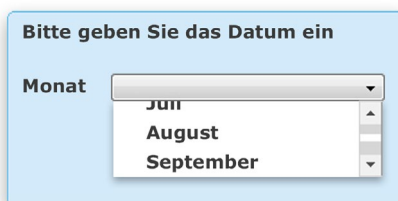


Abb. 28 Listenelement mit zu kurzer Listenlänge

Eine weitere wichtige Forderung zur Ansteuerung von Elementen ist die Möglichkeit der Tastaturbedienung. Vor allem bei tastaturintensiven Arbeiten wie Dateneingaben ist sicherzustellen, dass (alle) Elemente nicht nur mit der Maus, sondern auch mit der Tastatur ausgewählt und bedient werden können. Funktionen wie Texte kopieren, aus einer Liste auswählen und Schaltflächen aktivieren sind auch mit der Tastatur, z. B. durch sogenannte Tastaturkürzel (Shortcuts), zu ermöglichen.

Der Status der Elemente sollte jederzeit visuell unterschieden werden können bzw. erkennbar sein. Die Auswahl in einer Liste oder die Veränderung eines Links, wenn sich der Mauszeiger darüber befindet (Mouseover), sind unterscheidbar zu gestalten (z. B. Farben, Rahmen).

Für jede Aufgabe sind u. a. folgende Einstellungen zu prüfen:

- **Eingabefelder** sind immer so zu dimensionieren, dass die meisten Einträge vollständig angezeigt werden. Unnötig lange Eingabefelder sollten vermieden werden. Alternativ kann der komplette Text in einem separaten Fenster angezeigt werden. Das Eingabefeld ist ggf. scrollbar zu gestalten.
- **Listen** sind immer so groß anzuzeigen oder aufzuklappen, dass eine zweckmäßige Anzahl von Einträgen sichtbar ist. Dies reduziert die Notwendigkeit zu scrollen und unterstützt bei der Suche nach Einträgen.
- **Tabellen** sind anpassbar zu gestalten, z. B. die Sortierrichtung innerhalb einer Spalte, die Spaltenreihenfolge, die Spaltenbreite. Alle Anpassungen sollten gespeichert werden können.
- **Schaltflächen** sind entsprechend der Interaktion so zu belegen, dass die benötigte Funktion mit der „Enter“-Taste ausführbar ist.
- **Datumsfelder** sind mit einer Kalenderfunktion oder mit Kürzeln bedienbar zu gestalten, z. B. indem die verkürzte Eingabe eines Datums von Tag/Monat das aktuelle Jahr automatisch ergänzt.

## 8.5 Textgestaltung

### 8.5.1 Verständliche Texte

Texte bzw. Informationen sind verständlich, nicht kompromittierend oder beleidigend und entsprechend dem Vokabular der Benutzerinnen und Benutzer zu formulieren. Fachbegriffe oder kryptische Codes sind zu vermeiden (sofern diese nicht gebräuchlich sind). Im Unterschied zur Leserlichkeit, die sich auf die visuelle Erkennbarkeit bezieht, ist mit Lesbarkeit die Verständlichkeit von Texten und Informationen generell gemeint. Wie verständlich ein Text ist, wird durch die sprachliche Gestaltung im Kontext der Aufgabe beeinflusst. Je verständlicher Beschriftungen oder Meldungstexte sind, desto leichter ist es, die aktuelle Dialogsituation zu verstehen, die nächsten Arbeitsschritte zu erledigen und das System zu erlernen.

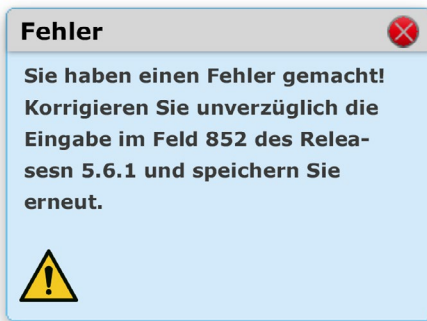


Abb. 29 Ungünstiger Meldungstext

In der abgebildeten Meldung (siehe Abbildung 29) wird die Benutzerin bzw. der Benutzer gewissermaßen „beschuldigt“, einen Fehler gemacht zu haben. Auch das Wort „unverzüglich“ ist nicht angemessen. Es werden keine verständlichen Angaben gemacht, welches Feld eigentlich betroffen ist, sondern es wird nur ein kryptischer Code angezeigt. Mit dieser Meldung hat die Benutzerin oder der Benutzer Schwierigkeiten, das Feld zu finden und den Fehler zu korrigieren.

Funktionen sollten mit Verben wie „Speichern“ oder „Schließen“ bezeichnet werden. Für das Aufrufen von Masken sollten hingegen Substantive verwendet werden, z. B. „Einstellungen“. Innerhalb der Anwendung ist auf eine einheitliche Terminologie und Formulierung zu achten. So kann z. B. die Funktion zur Übermittlung von Daten immer „Senden“ genannt werden, und nicht an einigen Stellen „Datei übertragen“ oder „Upload“.

Abkürzungen in Beschriftungen können zu einer schlechteren Verständlichkeit führen. In der Abbildung 30 ist die etwas ungewöhnliche Abkürzung der Postleitzahl und des Ortes zu sehen.

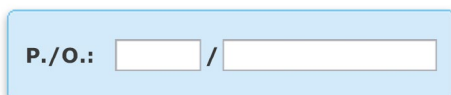


Abb. 30 Kryptische, nicht verständliche Beschriftung von Eingabefeldern

### 8.5.2 Positive und negative Darstellung von Text

Texte sollten in dunkler oder schwarzer Schrift vor einem hellen Hintergrund dargestellt werden (Positivdarstellung). Ein angemessener Wert für einen Kontrast ist dabei nicht zu unterschreiten. Softwareseitig sollte hier ein theoretischer Kontrast von mindestens 4,5:1 programmiert sein (siehe Abschnitt 8.7 Farben). Das Gleiche gilt für Symbole. Sie sollten ebenfalls vor einem hellen Hintergrund in dunkleren Farben dargestellt werden (siehe Abbildung 31).

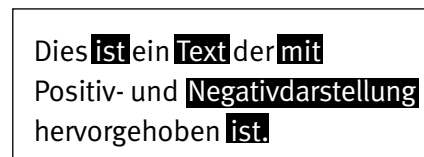


Abb. 31 Inverse Darstellung von Textabschnitten

Grundsätzlich sind inverse Darstellungen von Textabschnitten zu vermeiden. In Bezug auf die Aufgabenstellung kann dies aber im Einzelfall von Vorteil sein, z. B. zur Markierung der Auswahl in einer Liste.

### 8.5.3 Hervorheben und Darstellen von Text

In Fließtexten werden einzelne Wörter hervorgehoben, um die Aufmerksamkeit des Lesers bzw. der Leserin darauf zu lenken. Hervorhebungen innerhalb von Fließtexten sind sparsam zu verwenden. Mögliche geeignete Hervorhebungen sind z. B. Fettdruck, eine andere Textfarbe oder eine andere Hintergrundfarbe, ungeeignet sind z. B. inverse Darstellung oder Großschreibung (siehe Abbildung 32). Unterstreichen sollte in der Regel für die Kennzeichnung von Links vorbehalten sein. Die inverse Darstellung ist für Textmarkierung und Auswahl reserviert. Kursive Zeichen sind wegen des sogenannten Treppeneffekts (siehe Abschnitt 8.6.4 Glättung von Schrift) bei kleineren Schriften eher zu vermeiden. Mittlerweile gibt es jedoch gute Varianten von Bildschirmschriften, die auch eine Kursivdarstellung gut wiedergeben (z. B. Calibri). Allerdings kommt es hier auch auf Schriftgröße oder den eingestellten Zoomfaktor an.

geeignet	ungeeignet	
	reserviert	schlecht lesbar
Hervorhebung Hervorhebung Hervorhebung	<u>Hervorhebung</u> <u>Hervorhebung</u>	<i>Hervorhebung</i> HERVORHEBUNG

Abb. 32 Verschiedene Hervorhebungen von Text

Für Benutzerinnen und Benutzer wichtige Informationen wie z. B. der Name einer Person in einem Eingabefeld sind ohne Ausnahme in normaler Groß- und Kleinschreibung zu schreiben (siehe Abbildung 33).

EIN TEXT, DER PLÖTZLICH NUR GROß IST, IST DEUTLICH SCHWIERIGER ZU LESEN, ALS EIN NORMALER TEXT MIT GROß- UND KLEINSCHREIBUNG.  
Ein Text, der plötzlich nur groß ist, ist deutlich schwieriger zu lesen, als ein normaler Text mit Groß- und Kleinschreibung.

**Abb. 33** Unterschied zwischen Großschreibung und Groß- und Kleinschreibung

Bei der Darstellung von Text ist darauf zu achten, wie viele Buchstaben eine Zeile hat. Ab ca. 80 Buchstaben pro Zeile oder bei sehr kurzen Zeilen (siehe Abbildung 34) wird der Text weniger gut lesbar.

Dies ist ein Beispiel für einen Text, der ca. 70–80 Zeichen pro Zeile hat. Der Text hat eine gute Lesbarkeit .

Dies ist ein Beispiel für einen Text, der deutlich mehr als 80 Zeichen pro Zeile hat. Der Text verliert dadurch seine gute Lesbarkeit .

Dies ist ein Beispiel für einen Textverlauf  
Mit zu wenigen Buchstaben pro Zeile. Er ist weniger gut lesbar.

**Abb. 34** Unterschiedliche Textverläufe

#### 8.5.4 Texte strukturieren

Texte sollten durch Gruppierungen strukturiert werden, um Informationen verständlicher zu gestalten. Wenn Listeneinträge, Texte oder Zahlenfolgen ohne Gruppierung in größerer Zahl (i. d. R. größer 8) angezeigt werden, so ist es ungleich schwieriger, diese Informationen zu erfassen. Ein Beispiel für die Gruppierung von Zahlen ist die IBAN. Die Gruppierung erleichtert das Lesen, Eingeben und Prüfen einer solchen Nummer (siehe Abbildung 35).

DE34500000000234057380      DE34 5000 0000 0234 0573 80

**Abb. 35** IBAN (links ungruppiert, rechts gruppiert)

## 8.6 Schrift

### 8.6.1 Schriftart

Bei der Wahl der Schriftart kommt es darauf an, wie gut ein Text visuell erkannt und gelesen werden kann (Leserlichkeit). Entscheidend dabei ist nicht so sehr, einzelne Buchstaben zu erkennen, sondern vielmehr, Wörter als Ganzes zu erfassen. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Schrift so zu wählen, dass das Wortbild gut wahrnehmbar ist.

Folgende proportionale Schriften ohne Serifen (kleine, abschließende Querstriche an den Buchstabenenden) sind u. a. zu empfehlen:

- Verdana
- Arial
- Calibri
- MS Sans Serif
- Tahoma

Diese Schriften ergeben auf dem Bildschirm ein gutes Schriftbild. Das heißt, dass es bei hinreichender Zeichengröße gleichmäßige und ausreichend große Abstände zwischen den Buchstaben gibt. Die stufenweise Vergrößerung und Verkleinerung der Schrift, z. B. durch eine Zoomfunktion, bewirkt meist keine Verschlechterung der Darstellung. Eine starke Verkleinerung ist dagegen unter Umständen problematisch und kann das Schriftbild verschlechtern (z. B. variierende Abstände zwischen den Zeichen). Allerdings ist hier die Bildschirmauflösung ein beeinflussender Faktor, wobei grundsätzlich gilt: je höher die Auflösung (Anzahl der zur Verfügung stehenden Bildschirmpunkte oder Pixel), desto besser. Die heutigen Bildschirme haben mittlerweile ausreichend hohe Auflösungen, die es erlauben, auch kleinere Schriftgrößen ohne Probleme darzustellen. Es gilt jedoch, wie im nächsten Kapitel beschrieben, eine Mindesthöhe der Schriftzeichen einzuhalten, auch wenn kleinere Zeichen gut lesbar dargestellt werden. Innerhalb einer Anwendung sollte nur eine Schriftart verwendet werden, damit sich die Benutzerin oder der Benutzer an das Schriftbild gewöhnen kann.

### 8.6.2 Schriftgröße


Für jeden Bildschirm und jede Anwendung ist im Einzelfall zu prüfen, ob die Mindestanforderung für Leserlichkeit bezüglich der absoluten Zeichenhöhe auf dem Bildschirm (mit 22 bis 31 Bogenminuten, siehe Abbildung 36) mit der verwendeten Schriftgröße eingehalten wird (vgl. DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“). Die absolute Zeichenhöhe kann z. B. mit einer Messfolie direkt am Bildschirm nachgemessen werden.

Empfohlene Zeichengröße in Abhängigkeit vom Sehabstand	
Sehabstand (mm)	Empfohlene Zeichenhöhe (mm)
500	3,2 bis 4,5
600	3,9 bis 5,5
700	4,5 bis 6,4
800	5,2 bis 7,3

Abb. 36 Empfohlene Zeichenhöhe von Großbuchstaben (bzw. Kleinbuchstaben mit Oberlänge) in Abhängigkeit vom Sehabstand.

Die Schriftgröße muss in Bezug auf die speziellen Bedürfnisse der Benutzerin bzw. des Benutzers und die Arbeitsaufgabe angepasst werden können. So sollte es möglich sein, Masken oder Seiten insgesamt und fehlerfrei zu skalieren, wenn Schriften zu klein oder zu groß sind – unabhängig vom Endgerät oder der Art des Displays und der Anwendung. Eine Verkleinerung kann manchmal sinnvoll sein, z. B. bei großen Tabellen, um das Scrollen zu vermeiden.

**Für Smartphones gilt:** In den meisten Fällen ist die Schriftgröße von 3,2 mm nicht einzuhalten, allerdings ist auch der Sehabstand geringer. Bei einem Sehabstand von 300 mm ergäbe sich eine akzeptable Zeichenhöhe von ca. 2 mm. Da Smartphones heutzutage sehr häufig auch beruflich verwendet werden, ist auf eine ausreichende Schriftgröße zu achten, die sich aus der angegebenen Faustformel ergibt (siehe Abbildung 37).



$$\text{Zeichenhöhe } h \text{ (mm)} = \frac{\text{Sehabstand (mm)}}{155}$$

Abb. 37 Faustformel zur Berechnung der Zeichenhöhe

Wie können Schriften grundsätzlich vergrößert werden?

1. In vielen Fällen werden Anwendungen über ein Browser-Fenster dargestellt, so dass die Zoom-Funktion des Browsers verwendet werden kann.
2. Die Vergrößerung wird über eine spezielle Funktion der Anwendung eingestellt (z. B. die Betrachtung von PDF-Dateien mit einer entsprechenden Reader-Software).
3. Es wird eine alternative Benutzungsoberfläche angeboten, die komplett für eine größere Schrift und größere Elemente gestaltet ist. Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn Anwendungen auch auf Smartphones oder Tablets dargestellt werden sollen (sog. Responsive Design).

### 8.6.3 Mehrdeutige Zeichen

Wenn es erforderlich ist, einzelne Buchstaben zu identifizieren, müssen Zeichensätze verwendet werden, die dies gut ermöglichen. Die Buchstaben „l“ (kleines „L“) und „I“ („großes i“) sind nicht in jeder Schriftart eindeutig voneinander unterscheidbar (siehe Abbildung 38).

Schriftart	kleines „L“ und großes „i“	
Verdana	l I	Gute Unterscheidbarkeit
Calibri	l I	Großes „i“ ist nur etwas kleiner
Arial	l I	Kein Unterschied
MS Sans Serif	l I	Kein Unterschied
Tahoma	l I	Gute Unterscheidbarkeit

Abb. 38 Darstellungsbeispiele zur Unterscheidbarkeit

### 8.6.4 Glättung von Schrift

Die Glättung ist ein Hilfsmittel, um die „gezackten“ Schrägen und Kurven einer Schrift optisch „glatter“ darzustellen. Der optische Ausgleich des „Treppeneffekts“ (engl. Antialiasing) kann die Leserlichkeit durch ein verbessertes Schriftbild erhöhen. Doch je kleiner die Schrift ist, desto „verschwommener“ oder unschärfer kann sie werden.

Durch die Vergrößerung sind in der Abbildung 39 deutlich kleine graue Bildpunkte zu sehen, die benötigt werden, um die schwarzen Zacken in den Buchstaben zu glätten, die durch die einzelnen Bildpunkte entstehen.



Abb. 39 Vergrößerte Darstellung geglätteter und unglätteter Buchstaben

Icons oder Bilder können ebenfalls geglättet werden (siehe Abbildung 40), wenn sie verkleinert oder vergrößert in einer Anwendung eingebunden sind. Dabei ist zu beachten, dass bei einer Glättung wichtige Pixel, die zur Erkennbarkeit und Unterscheidbarkeit von Symbolen beitragen, verloren gehen können.



Abb. 40 Geglättete Icons

## 8.7 Farben

### 8.7.1 Farbkodierung und Farbkombinationen

Farben sollten grundsätzlich sparsam verwendet und nicht als einzige Form der Kodierung genutzt werden. Als Faustregel gilt, dass nicht mehr als sechs Farben für die Gestaltung von Informationen zu verwenden sind. Bei der Farbwahl sollen die Erkennbarkeit und die Unterscheidbarkeit der Farben gewährleistet sein. Die Merkfähigkeit der Benutzerinnen und Benutzer darf nicht zu sehr beansprucht werden, wenn Informationen zusätzlich mithilfe von Farben kodiert werden. Neben Farben für Text und Hintergrund spielt die richtige Farbwahl auch für Symbole, Links, die Kennzeichnung von Pflichtfeldern oder von Ele-

menten mit fehlerhaften Eingaben eine große Rolle. Dabei muss unterschieden werden zwischen Farben, die eine bestimmte Information übermitteln, und Farben, die ausschließlich der Ästhetik dienen.

### 8.7.2 Kritische Farbkombinationen

Farbkombinationen, die aufgrund stark unterschiedlicher Wellenlängen der Farben nicht gleichzeitig scharf gesehen werden können, sind zu vermeiden. Deshalb sollten Farben von den Rändern des Spektralbereichs wie Rot und Blau nicht kombiniert werden (siehe Abbildung 41). Bei solchen Farbkombinationen versucht das Auge ständig entweder die eine Farbe oder die andere Farbe scharf zu stellen, wodurch ein Tiefeneffekt entsteht, der das Lesen erschwert (Chromostereopsis).

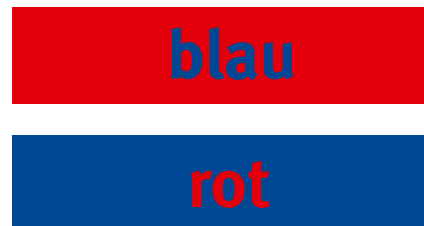


Abb. 41 Veranschaulichung des Chromostereopsis-Effektes

Auch bei Farbkombinationen mit grauem Hintergrund ist Vorsicht geboten, denn dieser enthält alle drei Farbwerte Rot/Grün/Blau in gleichen Anteilen.

Ein weiterer physiologischer Aspekt ist die sogenannte Rot-Grün-Farbfehlsichtigkeit. Neben Rot und Grün können kombinierte Farbfehlsichtigkeiten noch bei Blau-Gelb oder bei einzelnen Farben Rot, Grün oder Blau vorkommen. Texte in solchen Farbkombinationen sind für Betroffene schlecht bis gar nicht zu lesen.

### 8.7.3 Konventionen

Farbkonventionen beziehen sich hier auf die Verwendung von Farben im westlichen Kulturkreis (siehe Abbildung 42). Die Farben Rot, Gelb und Grün haben eine besondere Bedeutung, die man bei der Gestaltung von Oberflächen berücksichtigen sollte.

<b>Rot</b>	Unmittelbare Gefahr, Stopp, Verbot
<b>Gelb</b>	Vorsicht, Achtung
<b>Grün</b>	Sicherheit, in Ordnung, gefahrenlos, Fluchtwege

Abb. 42 Verwendungsbeispiele der Farben Rot, Gelb und Grün nach europäischen Konventionen

Rot soll als Hervorhebung nur dann verwendet werden, wenn es sich um eine wichtige Meldung handelt und die Benutzerin oder der Benutzer z. B. Gefahr läuft, Daten zu verlieren, falls sie oder er eine bestimmte Funktion ausführt. Es ist zu vermeiden, den Text selbst in Rot hervorzuheben, ebenso wie den Hintergrund. Stattdessen kann Rot z. B. für eine Teilfläche, einen Rahmen oder ein Symbol verwendet werden, um die Dringlichkeit zu verdeutlichen.

Auf keinen Fall ist Rot z. B. für häufig genutzte Maskenbereiche zu verwenden, nur um eine bestimmte Information hervorzuheben. Auch andere gesättigte Farben sind sehr sparsam zu verwenden, da das Auge unnötig stark belastet wird.

### 8.7.4 Kontrast

Für die Leserlichkeit (visuelle Erkennbarkeit) von Texten spielen Kontrast und Helligkeit eine entscheidende Rolle. Eine gute Erkennbarkeit von Elementen wird u. a. durch die hardwareseitige Einstellung der Helligkeit, des Kontrastes und der Farbintensität am Bildschirm bestimmt. Über das Betriebssystem können softwareseitig weitere Einstellungen erfolgen, z. B. durch die Wahl von geeigneten Farbprofilen.

Die Abbildung 43 zeigt eine häufige Situation, in der Felder inaktiv dargestellt sind. Durch die Grautöne mit fast derselben Helligkeit für Schrift und Hintergrund wird zwar der inaktive Zustand angezeigt, was aber auch den Kontrast und damit die Leserlichkeit reduziert. Dies ist problematisch, wenn die Informationen trotz Deaktivierung gelesen werden müssen.

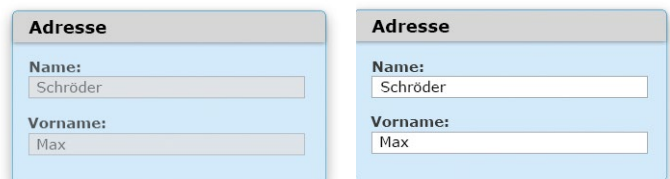


Abb. 43 Beispiel zum Kontrast bei farblicher Hinterlegung

Eine geeignete Farbwahl kann den Kontrast und die Leserlichkeit von Texten erhöhen, wie in Abbildung 44 zu sehen ist.

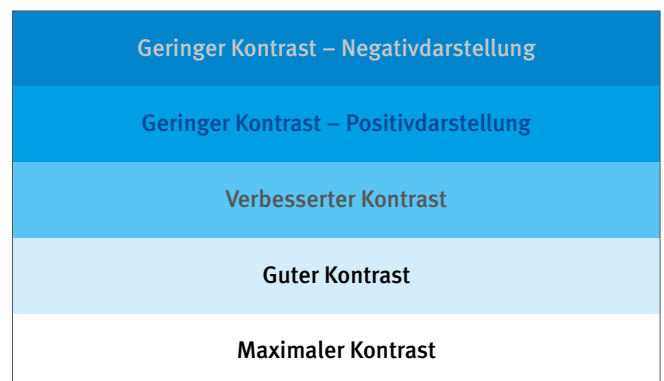


Abb. 44 Verbesserter Kontrast durch Wahl einer geeigneten Farbe



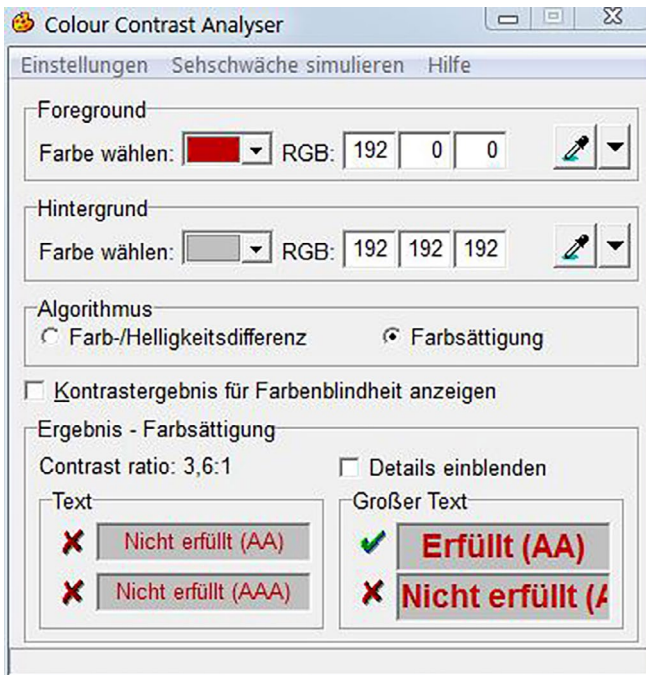


Abb. 45 Farbkontrast-Analyser

Der theoretische Kontrast kann auch durch eine Software, einem sogenannten Farbkontrast-Analyser (siehe Abbildung 45), bestimmt werden. Dieser Farbkontrast-Analyser ermittelt den vorgegebenen Kontrast zwischen der programmierten Vordergrundfarbe und der programmierten Hintergrundfarbe. Der Kontrast sollte einen Wert von 4,5:1 nicht unterschreiten. Für häufig gelesene oder wichtige Texte ist ein Verhältnis von 7:1 zu bevorzugen.

### 8.7.5 Farben für Symbole

Farben oder Farbflächen sind nicht allein für die Kodierung von Information zu verwenden. Durch einen zusätzlichen Text, eine grafische Kontur oder ein prägnantes Symbol kann leichter erkannt werden, dass eine Information übermittelt wird.

In der Abbildung 46 sind links nur Farben zur Kennzeichnung des Status eines Netzwerkdruckers verwendet, rechts dagegen auch weitere Zeichen (Häkchen und Kreuz). Dies verbessert Unterscheidbarkeit und Erkennbarkeit. Zusätzlich ist es sinnvoll, einen erklärenden Text anzuzeigen (siehe Abbildung 47).

## 8.8 Informationsgestaltung für Smartphones und Tablets

Bei der Nutzung von Apps (Anwendungen) auf Smartphones oder Tablets sind wichtige ergonomische Vorgaben für die Informationsgestaltung zu beachten.

### 8.8.1 Anpassung der Darstellung von Informationen an die Bildschirmgröße

Damit die Schrift noch eine ausreichende Größe auf dem relativ kleinen Bildschirm eines Smartphones hat, muss bei der Gestaltung von Apps darauf geachtet werden, dass die Informationen optimal auf dem Bildschirm verteilt und angeordnet sind. Der Navigationsaufwand sollte möglichst gering gehalten werden.

Bei browserbasierten Anwendungen ist häufig ein sogenanntes „responsive Design“ möglich, das automatisch je nach Bildschirmgröße die Informationen optimiert anordnet, z. B. ist bei einem Smartphone dann nur noch ein vertikales Scrollen nötig. Dies ist in der Regel bei Apps mit einer erweiterten Funktionalität und mit einer Reihe unterschiedlicher Elemente wie Eingabefelder oder sogar Tabellen nur schwer möglich. Deshalb müssen Apps programmseitig speziell für diese Bildschirmgrößen gestaltet werden. Wenn mit derselben App auf einem großen und kleinen Bildschirm gearbeitet werden soll, ist dennoch Konsistenz zu gewährleisten.

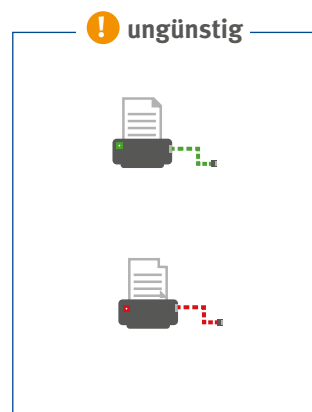


Abb. 46 Ungünstige Statusanzeige



Abb. 47 Günstige Statusanzeige



### 8.8.2 Bedienbereiche und Navigation optimieren

Grundsätzlich sollte klar sein, welche Informationen und Bildschirmbereiche über Berührung (Touch) aktiviert werden können. Wird über mehrere Bildschirme navigiert, ist sicherzustellen, dass eine aufgabenangemessene Orientierung bereitgestellt wird. Bereiche oder Elemente, die mit Touch aktiviert werden können, sind so zu gestalten, dass sie gut anwählbar sind. Typischerweise ist ein Bereich von ca. 5 mm um die Auswahlfläche inaktiv, vorzusehen, um ein unbeabsichtigtes Auslösen benachbarter Auswahlflächen zu verhindern. Hyperlinks in Fließtexten sind häufig zu klein für Touchbedienung per Hand. Das gleiche gilt für die Gestaltung des Scrollbars.

### 8.8.3 Icongestaltung

Häufig werden Symbole eingesetzt, um auf den kleinen Bildschirmen Platz zu sparen. Gerade bei Touchbedienung ist es wichtig, selbstbeschreibungsfähige Icons anzubieten und Label auf Wunsch anzeigen zu können, da der Einsatz von Tooltips und Ähnlichem hier nur schlecht umzusetzen ist.



#### Hinweis

Zur Gestaltung von Touchscreens wird auf Ausführungen in der DIN EN ISO 9241-410 (Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte) sowie VDI/VDE 3850 Blatt 3 (Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen – Merkmale, Gestaltung und Einsatzmöglichkeiten von Benutzungsschnittstellen mit Touchscreens) verwiesen.

# 9 Interaktionsgestaltung

In diesem Kapitel werden sieben Grundsätze der Interaktionsgestaltung und weitere Empfehlungen dargestellt und erläutert. Diese Anforderungen können beim Bewerten von Software-Oberflächen von aktueller oder von zu entwickelnder Software verwendet werden.

Folgende Grundsätze der Interaktionsgestaltung werden vorgestellt:

- Angemessenheit für Benutzeraufgaben (suitability the user's tasks),
- Selbstbeschreibungsfähigkeit (self-descriptiveness),
- Erwartungskonformität (conformity with user expectations),
- Erlernbarkeit (learnability),
- Steuerbarkeit (controllability),
- Robustheit gegenüber Benutzungsfehlern (use error robustness [during use]) und
- Benutzerbindung (user engagement).

## 9.1 Grundsätze der Interaktionsgestaltung

### 9.1.1 Angemessenheit für Benutzeraufgaben


Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es die Benutzer bei der Erledigung ihrer Aufgaben unterstützt, d. h., wenn die Bedienfunktionen und die Benutzer-System-Interaktionen auf den charakteristischen Eigenschaften der Aufgabe basieren (anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie) (DIN EN ISO 9241-110).

Die aufgabenangemessene Gestaltung der Benutzungsoberfläche ist ein wichtiger Grundsatz. Informationen sind aufgabenangemessen anzuordnen, zu strukturieren und darzustellen. Finden Benutzerinnen und Benutzer die von ihnen benötigten Informationen nicht oder sind Inhalte auf mehrere Masken verteilt, erhöht sich der Interaktionsaufwand. Die Anzahl der Klicks oder der Interaktionsschritte steigt und es besteht Verbesserungspotenzial.

Informationen sind aufgabenangemessen präsentiert und gestaltet, wenn z. B. Inhalte so sortiert werden, dass die für die Arbeitsaufgabe benötigten Informationen direkt sichtbar sind. Felder und Informationen, die zu einer Arbeitsaufgabe gehören, sind zu gruppieren. Dadurch sind sie ohne zusätzlichen Navigationsaufwand erreichbar.

bar. Wird der Dialog für mehrere unterschiedliche Aufgaben verwendet, so ist abzuwägen, welche Anordnung für die häufigste Aufgabe am sinnvollsten ist. Müssen Daten aus Dokumenten oder Formularen manuell übertragen werden, sollte die Eingabemaske auf dem Bildschirm der vorhandenen Struktur sinnvoll entsprechen.

Aufgabenangemessene Voreinstellungen helfen, Aufgaben zu erledigen, ohne dass für jeden Einzelfall aufwendige Einstellungen vorgenommen werden müssen. So wird beispielsweise beim Drucken automatisch ein Standarddrucker angeboten.

 **Wenn die Angemessenheit für Benutzungsaufgaben nicht eingehalten wird ...**

Auf einer Maske nicht aufgabenangemessen verteilte Felder erschweren die Suche, was zu Lasten der Leistungsfähigkeit und der Produktivität gehen kann. Es können vermehrt Benutzungsfehler auftreten. Durch den erhöhten Navigationsaufwand benötigen Benutzerinnen und Benutzer mehr Zeit zur Bearbeitung der Aufgabe. Sie müssen sich mehr anstrengen, die benötigten Informationen zusammen zu tragen, deren Struktur und Anordnung zu verstehen bzw. sich zu merken.

### 9.1.2 Selbstbeschreibungsfähigkeit

Wo immer erforderlich für den Benutzer, bietet das interaktive System angemessene Information an, die die Fähigkeiten des Systems und seine Nutzung unmittelbar offensichtlich machen, ohne dass hierzu unnötige Benutzer-System-Interaktionen erforderlich werden. (DIN EN ISO 9241-110).

Das System informiert die Benutzerinnen und Benutzer über zur Verfügung stehende Funktionen und deren Gebrauch. Für sie soll zu jedem Zeitpunkt offensichtlich sein, wo sie sich in der Programmstruktur befinden, welche Eingaben sie vornehmen können und welche Funktionen sie ausführen können, um die Arbeitsaufgabe zu erledigen.

Die Beschriftungen von Eingabefeldern und Schaltflächen, zusätzliche Informationen z. B. zum erwarteten Eingabeformat, sind handlungsleitend und damit selbstbeschreibungsfähig zu formulieren (siehe Abbildung 48). Informationen über den aktuellen Systemzustand, längere Downloadzeiten, Suchprozesse oder Abhängigkeiten zwischen Feldern unterstützen ebenfalls die Selbstbeschreibungsfähigkeit und erklären, wie das System funktioniert. Weitere Informationsquellen (z. B. Handbücher) sollten dafür nicht erforderlich sein.

In der Abbildung 48 verdeutlicht die Erklärung unter dem Eingabefeld eine Abhängigkeit zu anderen Eingaben. Der Link ist aktiv und kann zur Erkundung der Maske „Antragstellung“ genutzt werden. Die Felder in der verlinkten Maske „Antragstellung“ sind erst dann aktiv, wenn der Eingabecheck ein Alter über 18 Jahre erkannt hat.

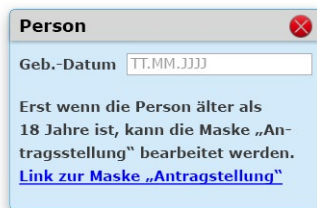


Abb. 48 Selbstbeschreibungsfähigkeit eines Eingabefeldes

In Softwareanwendungen werden Funktionen auch mithilfe von Symbolen dargestellt (siehe Abbildung 49). Benutzerinnen und Benutzer sollen die mit den Symbolen verbundenen Funktionen erkennen. Symbole mit Beschriftung erhöhen die Selbstbeschreibungsfähigkeit.

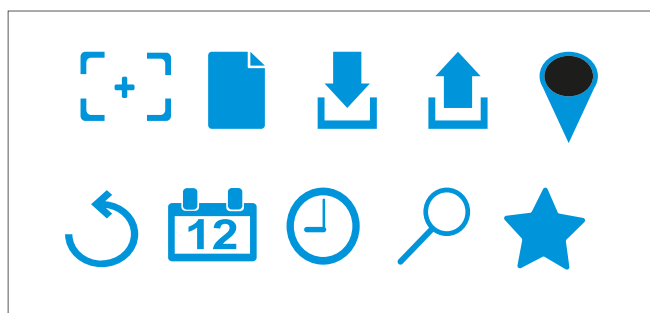


Abb. 49 Darstellungen von Funktionen mithilfe von Symbolen

Zur Selbstbeschreibungsfähigkeit gehört auch das Anzeigen von aktuellen Systemprozessen. Abbildungen 50 und 51 zeigen Beispiele für selbstbeschreibungsfähige Statusmeldungen beim Speichern.

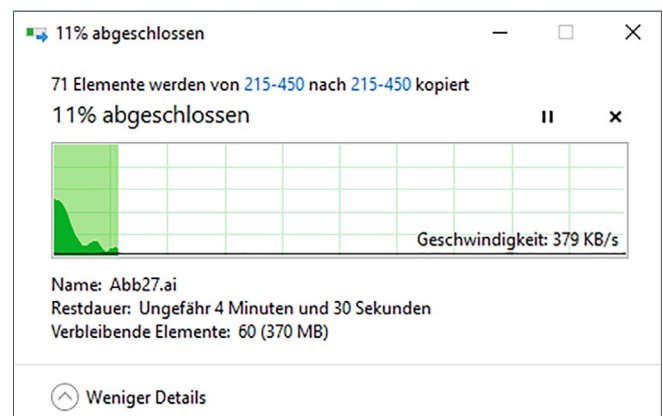


Abb. 50 Statusmeldung zum Speicherprozess mit weiteren Details auf Anfrage



Abb. 51 Ein in der Taskleiste angezeigter Prozessstatus, der auch bei geschlossenem Meldungsfenster informiert.

### ! Wenn die Selbstbeschreibungsfähigkeit nicht eingehalten wird ...

Mangelhafte Selbstbeschreibungsfähigkeit erhöht den Bednutzungs- und Schulungsaufwand, sowie die Beanspruchung des Kurz- und Langzeitgedächtnisses.

### 9.1.3 Erwartungskonformität

Das Verhalten des interaktiven Systems ist vorhersehbar, basierend auf dem Nutzungskontext und allgemein anerkannten Konventionen in diesem Kontext (DIN EN ISO 9241-110).

Die Benutzungsschnittstelle mit ihren Funktionen und Eigenschaften soll den Erwartungen der Benutzerinnen und Benutzer, ihrem mentalen Modell vom System, ihren Erfordernissen, sowie den allgemeinen und kulturkreisabhängigen Konventionen entsprechen. Erfahrungen und Gewohnheiten müssen, soweit möglich, berücksichtigt werden.

Es wird zwischen interner und externer Konsistenz unterschieden. Interne Konsistenz erfordert eine einheitliche Gestaltung innerhalb einer Softwareanwendung. Externe Konsistenz bedeutet eine einheitliche Gestaltung über verschiedene Softwareanwendungen hinweg. Ein Beispiel hierfür sind gleiche Symbole für gleiche Funktionen.

Informationen sind erwartungskonform zu strukturieren, konsistent anzuordnen und darzustellen. Sprachliche, aber auch gestalterische Konventionen, wie das Platzieren der Menüleiste oberhalb oder links vom Informationsbereich, sind zu berücksichtigen. Gleiches gilt für die Erwartung an eine spezielle Strukturierung und Darstellung von Informationen. Adressfelder sind z. B. immer in der erwarteten Reihenfolge bzw. auf die gleiche Art und Weise anzuzeigen. Eine widerspruchsfreie, konsistente Anordnung, z. B. von Überschriften, Schaltflächen oder Fehlermeldungen, erleichtert das Auffinden von benötigten Informationen und Funktionen.

Die Konvention für ein Datumsformat ist in verschiedenen Regionen unterschiedlich. Die Benutzungsschnittstelle auf der linken Seite der Abbildung 52 könnte zum Beispiel ein amerikanisches Datumsformat verwenden, das eine Benutzerin oder ein Benutzer im deutschen Sprachraum nicht erwarten würde. Dieser Hinweis fehlt. Die auf der linken Seite der Abbildung 52 dargestellte Softwareanwendung ist daher nicht erwartungskonform und nicht selbstbeschreibungsfähig. Im Gegensatz dazu ist die auf der rechten Seite der Abbildung 52 dargestellte Softwareanwendung erwartungskonform (Datumsformat entspricht unseren Konventionen) und selbstbeschreibungsfähig (das erwartete Datumsformat wird angezeigt).

Abb. 52 Benutzungsschnittstellen zur Datumeingabe

Auch Menüoptionen müssen erwartungskonform gestaltet werden. Das Beenden einer Softwareanwendung wird nicht unter dem Oberbegriff „Hilfe“ erwartet (siehe Abbildung 53).



Abb. 53 Nicht erwartungskonforme Menüoption

### ! Wenn die Erwartungskonformität nicht eingehalten wird ...

Die Benutzung der Anwendung erfordert eine erhöhte Konzentration. Damit wird wahrscheinlich das Arbeitstempo geringer, der Lernaufwand höher und die Anzahl von Benutzungsfehlern steigen.

#### 9.1.4 Erlernbarkeit

Das interaktive System unterstützt die Entdeckung seiner Fähigkeiten und deren Verwendung, erlaubt das Explorieren („Ausprobieren“) des interaktiven Systems, minimiert den Lernaufwand und bietet Unterstützung, wenn Lernen erforderlich ist (DIN EN ISO 9241-110).

Durch diesen Grundsatz sollen Benutzungskonzepte entwickelt werden, die leicht erlernbar sind. Die Softwareanwendung zeigt Erklärungen, z. B. in Meldungen oder Assistenzsystemen, und hilft dadurch das System und dessen Funktionsweise schneller zu verstehen und zu erlernen. Die Erklärungen sind verständlich, hilfreich und zielgruppenorientiert formuliert.

### ! Wenn die Erlernbarkeit nicht eingehalten wird ...

Die Benutzerinnen und Benutzer müssen deutlich mehr Zeit aufwenden, um die Benutzung und die Funktionen der Software zu erlernen und das Arbeitsergebnis zu erreichen. Hinzu kommt eine sinkende Motivation beim Umgang mit kompliziert zu benutzender Software.

### 9.1.5 Steuerbarkeit

Das interaktive System erlaubt es dem Benutzer, die Kontrolle über die Benutzungsschnittstelle und die Interaktionen zu behalten, einschließlich der Geschwindigkeit, Abfolge und Individualisierung der Benutzer-System-Interaktion (DIN EN ISO 9241-110).

Dieser Grundsatz bezieht sich auf folgende Forderungen für Benutzerinnen und Benutzer:

- Die Aufgabenbearbeitung mit dem System kann abgebrochen oder zu einem beliebigen Zeitpunkt unterbrochen und später genau an diesem Punkt ohne Datenverlust wieder aufgenommen werden.
- Die Abfolge der Bearbeitung von Aufgabenschritten sowie die Art der Interaktion (z. B. mit Tastatur, Touchpad oder Maus) kann ausgewählt werden.
- Die Geschwindigkeit der Interaktion mit dem System kann selbst bestimmt werden (z. B. eine Meldung wird so lange angezeigt, bis das Lesen der Meldung bestätigt worden ist).

Die Angebote für eine Steuerung des Systems durch die Benutzerin oder den Benutzer werden durch die Anforderungen der Arbeitsaufgabe vorgegeben. Ist ein Wechsel zwischen verschiedenen Aufgaben oder Masken nötig,

sollte die Anwendung dies ermöglichen. Dauert der Download einer Datei sehr lange, ist eine Abbruchmöglichkeit zu realisieren.

Die Benutzungsschnittstelle soll eine individuelle Anpassung der Software ermöglichen. So können Benutzerinnen und Benutzer Standardwerte verändern oder weitere Aspekte wie die Größe der dargestellten Informationen den eigenen Bedürfnissen entsprechend einstellen (siehe Abbildung 54).

Auch das Verhalten von Elementen und die Darstellung von Informationen ist anpassbar zu gestalten. Welche Anpassungsmöglichkeiten zur Verfügung gestellt werden, ergibt sich aus den Bedürfnissen der Benutzerinnen und Benutzer, den Arbeitsaufgaben und daraus abgeleiteten ergonomischen Anforderungen (siehe Kapitel 11.2 „Aufgabengestaltung im Arbeitssystem – Planen des menschzentrierten Gestaltungsprozesses“, Abbildung 71).

**!** **Wenn die Steuerbarkeit nicht eingehalten wird ...**  
Die Arbeit mit der Softwareanwendung kann umständlicher sein und einen höheren Arbeitsaufwand erfordern, wenn Benutzerinnen und Benutzer die Interaktion nicht nach Erfordernissen ihrer Aufgabe oder ihren Bedürfnissen steuern können.

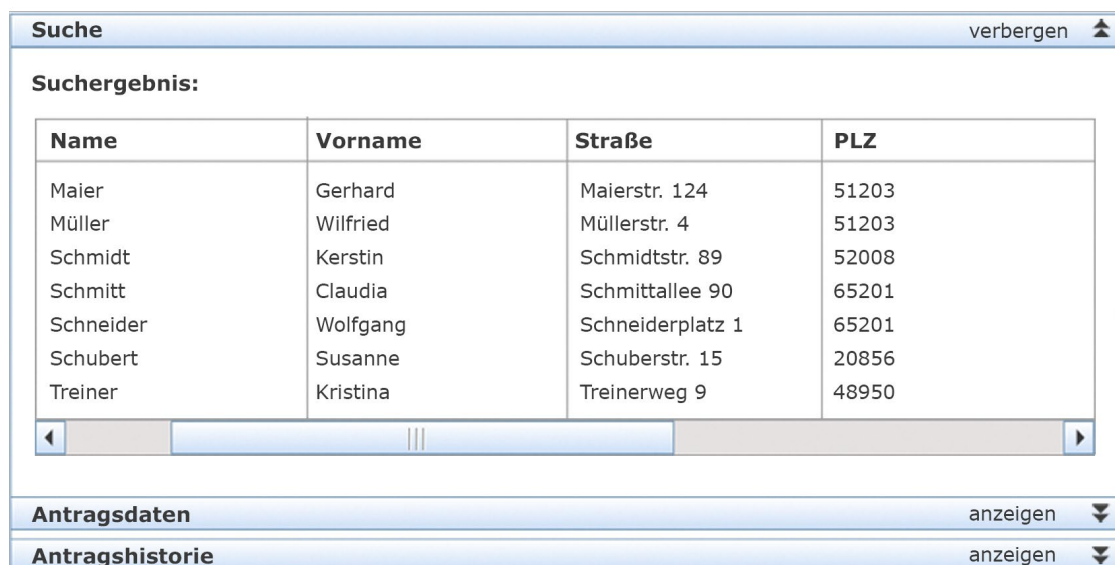


Abb. 54 Anpassbare Anzeige von Maskeninformationen durch die Funktionen „verbergen“ bzw. „anzeigen“

### 9.1.6 Robustheit gegenüber Benutzungsfehlern

Das interaktive System unterstützt den Benutzer beim Vermeiden von Fehlern, toleriert Benutzungsfehler toleriert Benutzungsfehler im Falle von erkennbaren Fehlern und unterstützt den Benutzer bei der Fehlerbehebung (DIN EN ISO 9241-110).

Dieser Grundsatz bezieht sich auf folgende Aspekte:

- Fehlervermeidung,
- Fehlertoleranz und
- Fehlerbehebung.

Eine Softwareanwendung ist robust gegenüber Benutzungsfehlern, wenn sie fehlerhafte Eingaben erkennt und bei deren Korrektur unterstützt (siehe Abbildung 55).

Das System ist fehlertolerant, wenn trotz fehlerhafter Eingaben das angestrebte Ergebnis der Eingabe mit entweder gar keiner oder nur minimaler Korrektur erreicht werden kann.

Die Softwareanwendung toleriert Fehler bis zu einem gewissen Grad und überlässt Benutzerinnen und Benutzern die Entscheidung, wann und ob sie diese korrigieren. Es kann an anderen Stellen im Dialog weitergearbeitet werden, bevor ein Fehler korrigiert wird. Die Anwendung kann Vorschläge zur Behebung des Fehlers anbieten und diesen nach Bestätigung korrigieren.

Fehler können auch vermieden werden, wenn auf bereits (korrekt) durchgeführte Eingaben oder Informationen zurückgegriffen werden kann. Dies kann auch durch eine automatische Ergänzung einer Eingabe in einem Eingabefeld geschehen (z. B. Autovervollständigen).

#### ! Wenn die Robustheit gegenüber Benutzungsfehlern nicht eingehalten wird ...

Ein nicht fehlerrobustes oder -tolerantes System erschwert den Umgang mit Fehlersituationen. Fehler werden nicht rechtzeitig erkannt und korrigiert. Den Fehler zu verstehen und anschließend zu korrigieren, benötigt zusätzlichen Arbeitsaufwand.

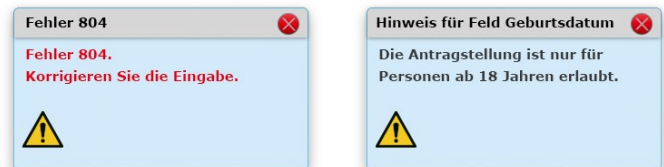


Abb. 55 Unpassende Fehlermeldung (links), unterstützende Meldung (rechts)

### 9.1.7 Benutzerbindung

Das interaktive System stellt Funktionen und Informationen auf einladende und motivierende Weise dar und fördert so eine kontinuierliche Interaktion mit dem System (DIN EN ISO 9241-110).

Dieser Grundsatz bezieht sich auf folgende Aspekte:

- Motivieren des Benutzers bzw. der Benutzerin,
- Vertrauenswürdigkeit und
- stärkere Einbeziehung der Benutzerinnen bzw. der Benutzer.

Dieser Grundsatz soll Benutzerinnen und Benutzer ermutigen, das System dauerhaft zu nutzen. Das System präsentiert bestätigende und positiv formulierte Meldungen, z. B. zeigt ein Virenschutzprogramm folgende eindeutige Bestätigung an: „Sie sind geschützt“, zusammen mit einem großen grünen Haken und dem Link „Weitere Informationen“. In Meldungen können positiv beeinflussende Aspekte eingebaut werden, die auf die Emotionen von Benutzerinnen und Benutzern zielen, z. B. das Bild eines freundlichen Menschen, wenn Hilfe beim Support angefragt wurde.

Benutzungsbindung wird durch Vertrauen in die Nutzung eines Systems gefördert. Dies wird z. B. durch eine fehlerfreie Funktionsweise der Software, ein transparentes Datenmanagement und eine hohe Verfügbarkeit der Software erreicht.

#### ! Wenn die Benutzerbindung nicht eingehalten wird ...

Fehlende Akzeptanz und innere Abneigung bis hin zur Ablehnung gegenüber der Software demotivieren Benutzerinnen und Benutzer. Es besteht die Gefahr, dass mehr Benutzungsfehler entstehen und das Bearbeiten einer Arbeitsaufgabe aufwendiger wird.



## 9.2 Umsetzung der Empfehlungen zur Interaktionsgestaltung

### 9.2.1 Terminologie

Alle Texte sind so zu formulieren, dass die Benutzerinnen und Benutzer diese sofort verstehen können und mit dem Vokabular vertraut sind. Dies gilt für Beschriftungen (Labels) sowie Menü- und Listeneinträge gleichermaßen. Es sollten keine technischen Formulierungen oder Abkürzungen verwendet werden, die schwer verständlich sind und bei denen es schwerfällt, diese zu erlernen und zu behalten.

Ähnliche Anforderungen gibt es für die verständliche Gestaltung von Symbolen. Es sind Symbole zu verwenden, die für eine bestimmte Funktion erwartet werden, weil z. B. ein ähnliches Symbol aus anderen Anwendungen bekannt ist. Ein Beispiel wäre das Symbol einer Diskette für die Funktionalität „Speichern“. Obwohl es keine Disketten mehr gibt, hat die Benutzerin oder der Benutzer eine entsprechende Erwartung aufgebaut. Es empfiehlt sich, Beschriftungen zu den Symbolen (Tooltips) anzuzeigen.

### 9.2.2 Meldungen

Auf eine Aktion der Benutzerin oder des Benutzers soll die Anwendung mit einer Meldung reagieren. Meldungen sollen konstruktiv und objektiv formuliert sein. Die Formulierungen sollen die Kenntnisse und Fähigkeiten von Benutzerinnen und Benutzern berücksichtigen. Handelt es sich z. B. um seltene Interaktionssituationen, so sind ausführlichere Meldungen anzuzeigen oder auf Anfrage bereitzustellen.

Meldungen sollten nicht nur informativ, sondern auch lernförderlich sein und helfen, Wissen darüber aufzubauen, wie das System oder die Anwendung funktioniert. Ein informativer Meldungstext macht insbesondere bei Fehlern deutlich, welches Problem entstanden ist, wie es dazu gekommen ist und welche weiteren Schritte zur Behebung unternommen werden müssen.

Die Anzeige eines veränderten Mauszeigersymbols ist für länger andauernde Reaktionen des Systems ungeeignet. Es ist bei Windows® beispielsweise unklar, ob bei angezeigtem Kreiszeigersymbol Hintergrundaktivitäten stattfinden, das System ausgelastet ist oder das System

„abgestürzt“ ist. Die Benutzerin oder der Benutzer sollte vielmehr mit Textmeldungen oder über Fortschrittsbalken (z. B. mit Zahlenangaben) informiert werden. Optional sollte dieser Prozess abgebrochen werden können. Der Zeitpunkt und die Interaktion für eine ausführliche Meldung hängen von den Erfordernissen der Aufgabe sowie den Erfahrungen und Erwartungen der Benutzerin oder des Benutzers ab.

### 9.2.3 Interaktion und Kontrolle

Benutzerinnen und Benutzern sollte es möglich sein, Start und Verlauf der Interaktion mit der Software zu kontrollieren.

- Benutzerinnen und Benutzer können die Geschwindigkeit des Bearbeitungsprozesses steuern, indem sie einzelne Funktionen des Systems anpassen. Sie kontrollieren die Anzeige der Datenmenge z. B. in einer Tabelle oder Liste. Einstellbar wäre dann die Anzahl der angezeigten Zeilen pro Seite. Darüber hinaus werden Meldungen in Popup-Fenstern solange lesbar angezeigt, wie dies nötig ist.
- Die Arbeit während Interaktionen kann unterbrochen und zu einem späteren Zeitpunkt ohne Datenverluste wieder aufgenommen werden, wenn es die Arbeitsaufgabe erfordert. Eine Eingabemaske kann z. B. geöffnet bleiben, um andere Aufgaben in einer Anwendung zu erledigen. Auf der anderen Seite können Daten zwischengespeichert werden, ohne dass die Interaktion bzw. das bearbeitete Fenster geschlossen und erneut geöffnet werden muss.
- Eingaben und Änderungen in Masken können zurückgenommen werden, sodass die ursprünglichen Daten wieder angezeigt werden. Die automatische Korrektur von Fehlern, idealerweise in Verbindung mit Meldungen zur Korrektur, kann unterstützen.

Das Erkunden und Erlernen des Systems wird gefördert, indem Schritte zurückgenommen werden können und die Originaldaten noch verfügbar sind. Bei selten verwendeten oder bei komplexen Interaktionen kann ein Assistent („Wizard“) Benutzerinnen und Benutzer in lernförderlicher Weise unterstützen, indem er sie anleitet, z. B. ein Formular auszufüllen und ihnen die einzelnen Schritte genau erklärt.

Das Verhalten während Interaktionen (z. B. das Eingeben in Masken) und das Verhalten speziell der Elemente ist innerhalb einer Softwareanwendung durchgängig und einheitlich zu gestalten. Durch diese Konsistenz kann



sich die Benutzerin oder der Benutzer an ein bestimmtes Verhalten gewöhnen und die Erwartung aufbauen, dass die Elemente überall gleichermaßen funktionieren. Eine erwartungskonforme Bedienung erleichtert die Aufgabenerledigung und reduziert die Notwendigkeit, sich auf unterschiedliche Arten der Benutzung zu konzentrieren. Hierzu gehören z. B. Tastaturbelegungen wie Funktionstasten und Kurzwahl-tasten (z. B. Shortcuts wie Strg+P für „Drucken“). Konsistenz gilt ebenso für alle verwendeten Begriffe und Texte. Beschriftungen von Elementen sowie Benennung von Funktionen oder Meldungstexten sind einheitlich zu formulieren.

Die Benutzerin oder der Benutzer kann in der Maske der Abbildung 56 die Interaktion in unterschiedlicher Weise steuern. So kann er oder sie

- 1 die Bearbeitung der Maske jederzeit abbrechen und die Änderungen verwerfen,
- 2 die Daten zwischenspeichern, ohne die Maske schließen zu müssen,

- 3 wieder zu den Originaldaten vor der Änderung zurückkehren (oder Standardeinstellungen verwenden),
- 4 das Fenster geöffnet lassen (oder minimieren), um zwischendurch ein weiteres Fenster zum Bearbeiten einer Person zu öffnen,
- 5 die Anzahl der dargestellten Zeilen einstellen und
- 6 die Fehler erst später beheben und zu anderen Feldern gehen.

Neben der Konsistenz innerhalb einer Anwendung ist auch auf die externe Konsistenz mit anderen Anwendungen innerhalb eines Arbeitsumfeldes (Nutzungskontextes) zu achten.

**Person bearbeiten**

Name:

Vorname:

Straße:

PLZ u. Ort:

**Personen:** Anzahl der angezeigten Zeilen einstellen

Name	Vorname	Straße	PLZ
Maier	Gerhard	Maierstr. 124	51203
Müller	Wilfried	Müllerstr. 4	51203
Schmidt	Kerstin	Schmidtstr. 89	52008
Schmitt	Claudia	Schmittallee 90	65201
Schneider	Wolfgang	Schneiderplatz 1	65201
Schubert	Susanne	Schuberstr. 15	20856
Treiner	Kristina	Treinerweg 9	48950

**Fehler im Feld „PLZ“:**  
 Sie haben die Postleitzahl mit einem Leerzeichen geschrieben. Bitte korrigieren Sie die PLZ jetzt oder später.

Abb. 56  
Kontrolle und Steuerbarkeit in einer Maske

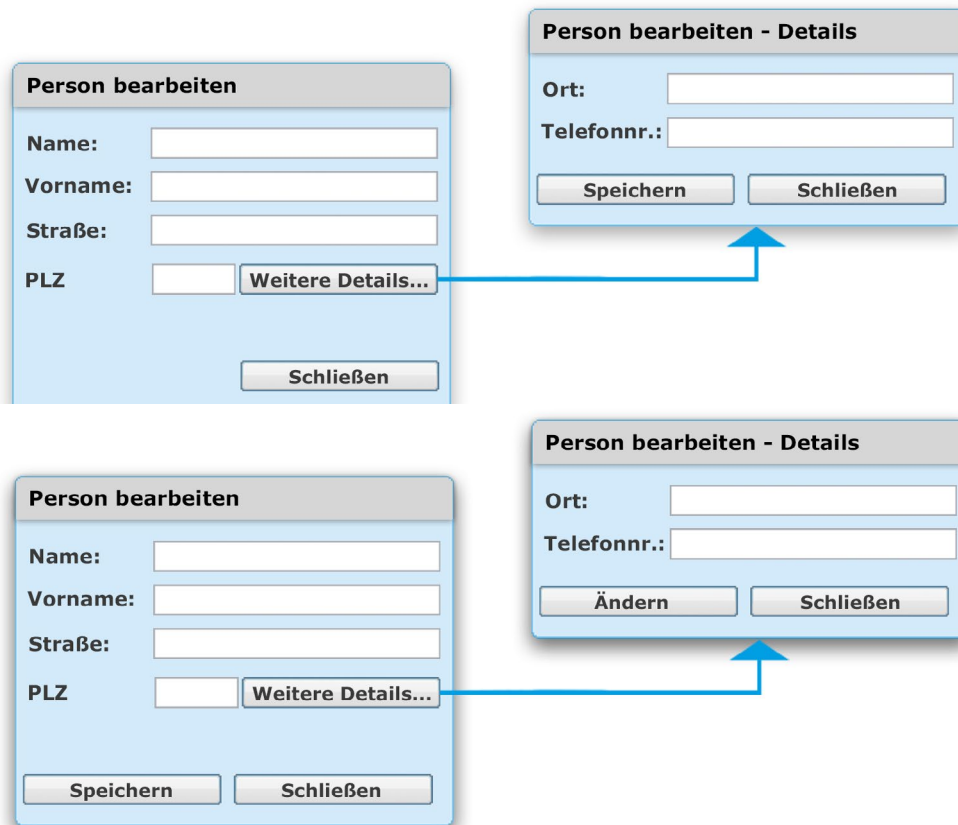


Abb. 57 Unklares Speicherverhalten (oben) und klare „Ändern“ und „Speichern“ Funktionen (unten)

In der Abbildung 57 ist ein Speichern im untergeordneten Dialog „Person bearbeiten – Details“ möglich. Hingegen ist in der übergeordneten Interaktion die Bedienung unverständlich, da hier ein Speichern nicht angeboten wird.

Die Interaktion und die Funktionalität der Softwareanwendung sollen zu jedem Zeitpunkt selbsterklärend sein. Das bedeutet, dass ohne große Mühe für die Benutzerin und den Benutzer verständlich ist, an welcher Stelle im System sie bzw. er sich befindet und welche Interaktionsschritte an diesem Punkt ausgeführt werden können. Durch eine unübersichtliche Gestaltung einer Maske, ein verschachteltes Menü, unbekannte Abkürzungen oder zu viele Symbole ohne Beschriftung werden mögliche Interaktionsschritte nicht offensichtlich.

#### 9.2.4 Häufigkeiten

Die Erledigung einer Aufgabe kann durch die Vorbelegung von Eingabe- und Auswahlfeldern vereinfacht werden. Sinnvolle Vorbelegungen, Gruppierungen, Anordnungen und weitere Hilfestellungen können den Aufwand beim Bearbeiten oder Eingeben von häufig genutzten Daten deutlich reduzieren. Vorbelegungen sollten auch für Auswahlen in Listen oder Checkboxes vorgesehen und durch Benutzerinnen und Benutzer angepasst werden können.

Typische Auswahlen in Listen oder Menüs können entsprechend der Häufigkeit der Benutzung gruppiert oder sortiert werden. Die Anwendung kann repetitive Eingaben automatisch ergänzen, sofern dies im Einzelfall sinnvoll und gewünscht ist. Um das lange Navigieren in einer umfangreichen Kundenliste zu vermeiden, sind in der Abbildung 58 im oberen Teil der Liste häufige und zuletzt bearbeitete Kundinnen und Kunden platziert.

**Kunde bearbeiten**

**Kundenliste:**  
(im oberen Teil befinden sich häufig bearbeitete Kunden)

Name	Vorname	Straße	PLZ
Maier	Wilfried	Müllerstr. 4	51203
Schmidt	Kerstin	Schmidtstr. 89	52008
Schmitt	Claudia	Schmittallee 90	65201
Maier	Gerhard	Maierstr. 124	51203
Müller	Wilfried	Müllerstr. 4	51203
Schmidt	Kerstin	Schmidtstr. 89	52008
Schmitt	Claudia	Schmittallee 90	65201
Schneider	Wolfgang	Schneiderplatz 1	65201
Schubert	Susanne	Schuberstr. 15	20856
Treiner	Kristina	Treinerweg 9	48950

Abb. 58 Berücksichtigung von häufig genutzten Daten

### 9.2.5 Fehler erkennen und vermeiden

Die Software sollte das Erkennen und Vermeiden von Fehlern ermöglichen. Das Erkennen von Fehlern wird unterstützt, indem die Eingaben – sofern möglich – auf Fehler hin geprüft und Felder markiert werden, die einen Fehler enthalten. Meldungen weisen zusätzlich präzise auf den Fehler hin. Sie sind so zu platzieren und zu formulieren, dass sie wahrgenommen und verstanden werden.

Fehler können zudem vermieden werden, wenn verständliche Informationen auf Interaktionsschritte und Eingaben hinweisen (siehe Abbildung 59). Nicht zuletzt ist es wichtig, Interaktionssituationen herauszufinden, in denen typischerweise Fehler auftreten, um diese durch entsprechende Gestaltung oder zusätzliche Informationen zu vermeiden. Plausibilitätsprüfungen sind ein Mittel, Fehler früh zu erkennen, wobei die Korrektur der Fehler gegebenenfalls später erfolgen kann. Die Anwendung sollte auch in der Lage sein, Fehler selbst zu korrigieren oder eine Korrektur vorzuschlagen. In Abbildung 59 sollte durch die Softwareanwendung das Leerzeichen in der Postleitzahl automatisch korrigiert werden.

**Person bearbeiten**

Name:

Vorname:

Straße:

PLZ u. Ort:

**Im Feld „Straße“ ist eine zu hohe Hausnummer eingegeben worden. Bitte korrigieren Sie die Hausnummer.**



Abb. 59 Ergänzende Fehlermeldung

### 9.2.6 Hilfesysteme

Es sollte grundsätzlich vermieden werden, dass Benutzerinnen und Benutzer das Hilfesystem in Anspruch nehmen müssen. Zu besonders schwierigen Interaktionssituationen sollten schon während der Interaktion selbst verständliche Informationen gegeben werden, um die Arbeitsaufgabe mit dem System bewältigen zu können. Beschriftungen sollten eventuell ausführlicher gehalten sein und z. B. die Eingabe oder Abhängigkeiten zwischen Feldern erklären.

Wenn ein Hilfesystem benötigt wird, sind Informationen für die aktuelle Interaktionssituation anzubieten (sogenannte „Kontextsensitive Hilfe“).

### 9.2.7 Anpassbarkeit an spezielle Bedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer

Durch eine Analyse der Bedürfnisse bzw. des Nutzungskontextes werden individuelle Anforderungen an die Software erhoben. Dies kann bedeuten, dass z. B. eine vergrößerte Schrift einstellbar ist, weil häufiger eine Sehschwäche vorliegt, oder bei einer virtuellen Tastatur die größeren Tasten auswählbar sind, je nach den individuellen Eigenschaften und Bedürfnissen der Benutzerin bzw. des Benutzers. Es ist in der Regel sinnvoll, die Belegung von Funktionstasten und die Nutzung eigener Begriffe, Beschriftungen und Abkürzungen zu ermöglichen.

Die Bedienungseffizienz kann erhöht werden, wenn die Oberfläche anpassbar ist und Interaktionsformen (mit z. B. Maus, Tastatur, Touch oder Sprache) auswählbar sind. Die Anpassbarkeit der Oberfläche sollte jedoch das genaue Ermitteln der Bedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer nicht ersetzen. Die Ergonomie einer Software wird deutlich erhöht, wenn für die Nutzung z. B. mindestens drei unterschiedliche Schriftgrößen und ergonomische Farbschemata angeboten werden (siehe Abbildung 60).

### 9.2.8 Ein- und Ausgabemedien

Ein- und Ausgabemedien sollten der Arbeitsaufgabe entsprechen und für Benutzerinnen und Benutzer wählbar sein. Je nach Art der Arbeitsaufgabe kann es sinnvoll sein, Eingaben mit Tastatur, Maus, Sprache, Touch oder Gesten vorzunehmen. Bei der Bearbeitung einer Grafik sollten sämtliche Funktionen mit der Maus erreichbar sein, bei der Eingabe von Adressen sollten alle Funktionen und Felder mit der Tastatur vorgenommen werden können.

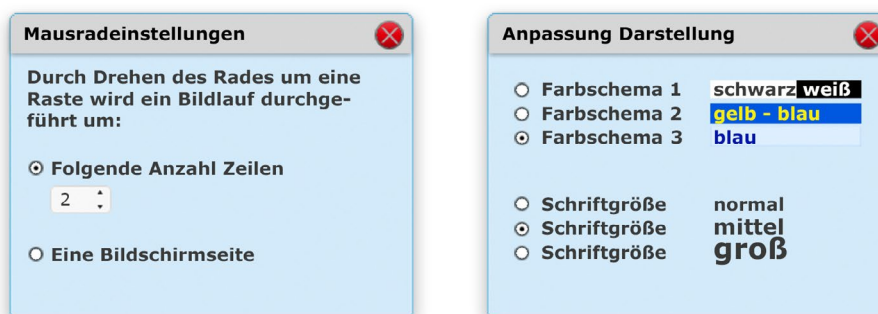


Abb. 60 Anpassbarkeit der Scrollfunktion (links) und Auswahlmöglichkeiten für die Darstellung am Bildschirm (rechts)

# 10 Barrierefreie Gestaltung von Software

Barrierefrei sind Einrichtungen, Produkte und auch Software die von allen Menschen, unabhängig von einer eventuellen Behinderung, selbstständig genutzt werden können. Dabei schwingt im Begriff „barrierefrei“ stets auch die Bedeutung von „universell nutzbar“ mit. Der Begriff Universelles Design wird in der UN Behindertenrechtskonvention als ein Design von Produkten, Umfeldern, Programmen und Dienstleistungen verstanden in der Weise, dass sie von allen Menschen möglichst weitgehend ohne eine Anpassung oder ein spezielles Design genutzt werden können. Hierbei ist die Nutzung behinderungsbedingt notwendiger Hilfsmittel, auch nach BGG, zulässig. Es geht in diesem Kapitel also nicht um Lösungen speziell für Menschen mit Behinderung, sondern im Gegenteil um ein erweitertes Nutzungskonzept, das möglichst alle Zielgruppen einbezieht.

## 10.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Barrierefreiheit des öffentlichen Raums, einschließlich des Internets, ist weltweit als eine gesellschaftliche Aufgabe anerkannt. Die Europäische Union unterhält seit 1999 Aktionsprogramme für eine „Informationsgesellschaft für alle“, in denen die Barrierefreiheit eine wichtige Rolle spielt. In Deutschland wurde im Jahr 2002 das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) erlassen, dazu eine Ausführungsverordnung „Barrierefreie Informationstechnik-Verordnung (BITV)“. Demnach müssen die Bundesbehörden und andere Einrichtungen des öffentlichen Rechts auf Bundesebene seit Ende 2005 ihre Internetseiten und öffentlich zugängliche Informations-Software barrierefrei gestalten.

Im weiteren Verlauf der Gesetzgebung wurde der Geltungsbereich der Verpflichtung zur Barrierefreiheit immer weiter ausgedehnt. Die deutschen Bundesländer regeln bisher jeweils für sich, welche Dienststellen ihre öffentlichen Informationsangebote barrierefrei machen müssen. Durch die EU-Richtlinie 2016/2102 über die Barrierefreiheit von Internetangeboten öffentlicher Stellen sind auch die Bundesländer gehalten, ihre Gesetzgebung anzupassen.

Die Privatwirtschaft wurde erstmals durch den im März 2019 verabschiedeten European Accessibility Act (EAA) einbezogen. Produkte und Dienstleistungen von allgemeinem Interesse, u.a. Bankdienstleistungen, Personenverkehr, Online-Handel etc. müssen künftig barrierefrei sein. Die Richtlinie soll bis 2022 in nationales Recht umgesetzt werden, für die praktische Anwendung sollen Übergangsfristen bis 2028 gelten.

Auch für den Bereich der Arbeitsplätze setzt sich die Forderung nach Barrierefreiheit immer mehr durch. Für die öffentlichen Stellen des Bundes wurde erstmals in der Novelle des BGG von 2016 in § 12 Abs. 2 festgelegt, dass die von den Beschäftigten zu nutzenden elektronischen Informationsangebote und Verwaltungsverfahren künftig barrierefrei sein sollen. Verbindliche Umsetzungspläne sind bis Ende Juni 2021 vorzulegen. Eine entsprechende Beschaffungsverordnung ist bereits seit April 2016 in Kraft (Vergaberechtsmodernisierungsverordnung – VergRModVO). Demnach ist bei allen IT-Beschaffungen der Bundesbehörden, Hard- und Software einschließlich mobilen Geräten, Telekommunikationsanlagen etc., die Barrierefreiheit ein wesentliches Vergabekriterium.

Die technischen Spezifikationen für Barrierefreiheit sind in internationalen Standards beschrieben. Zu nennen sind insbesondere die vom World Wide Web Consortium (W3C) herausgegebenen Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung von Web-Inhalten „Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)“, die seit 1999 bestehen, weltweit in die nationalen Gesetzgebungen eingegangen sind und kontinuierlich aktualisiert werden. Die deutsche BITV verweist seit Mai 2019 auf die weiter gefasste Europäische Norm EN 301549 „Barrierefreiheitsanforderungen für IKT-Produkte und -Dienste“.

In den USA gibt es vergleichbare Regelungen schon seit 1998, als das dortige Rehabilitationsgesetz um eine Richtlinie „Section 508“ ergänzt wurde (heute aufgegangen in harmonisierten IT-Richtlinien der US-Bundesbehörden). Section 508 bestimmte, dass US-Regierungsbehörden bei der Beschaffung ihrer gesamten IT-Ausstattung auf Barrierefreiheit achten müssen. Die entsprechenden techni-



schen Spezifikationen wurden mitgeliefert, ebenso eine Durchführungsbestimmung, nach der die IT-Hersteller eine Eigenerklärung zur Barrierefreiheit ihrer Produkte (Voluntary Product Accessibility Template VPAT) abzugeben haben, die in einem öffentlichen Verzeichnis gesammelt werden. Dieser Regelung und der Marktmacht der US-Regierungsbehörden ist es zu verdanken, dass weit verbreitete Software-Marken, z. B. Microsoft® Office und SAP®, einen relativ hohen Standard an Barrierefreiheit erreicht haben.

In Deutschland besteht durch das Sozialgesetzbuch (SGB) schon lange eine generelle Beschäftigungspflicht für schwerbehinderte Menschen (§ 154 SGB IX). Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber, sowohl im öffentlichen Dienst als auch in der Wirtschaft, müssen wenigstens 5 % ihrer Arbeitsplätze an schwerbehinderte Menschen vergeben oder alternativ eine Ausgleichsabgabe zahlen. Wer behinderte Menschen beschäftigt, hat Anspruch auf öffentliche Förderung zur behindertengerechten Gestaltung der bereitgestellten Arbeitsplätze. Diese auf dem Schutzrecht des Einzelnen basierenden Maßnahmen haben zu zahlreichen individuellen Anpassungen geführt, jedoch bisher nur wenig dazu beigetragen, dass eine barrierefreie betriebliche IT-Infrastruktur entstehen kann. So ist zumeist die in Betrieben genutzte Anwendungssoftware nicht barrierefrei – mit Ausnahme der oben genannten weltweit verbreiteten Standardprodukte. Mit der europaweiten Verpflichtung des öffentlichen Dienstes auf barrierefreie IT-Ausstattung wird sich auch in Deutschland der Markt entsprechend anpassen.



#### Definition „Barrierefreiheit“ nach BGG § 4

„Barrierefrei sind ... Systeme der Informationsverarbeitung, akustische und visuelle Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen ..., wenn sie für Menschen mit Behinderung in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe auffindbar, zugänglich und nutzbar sind.“

## 10.2 Universelles Design

Barrierefreiheit ist universelles Design. Dies sagt auch die Definition des BGG aus (siehe Kasten), nach der Einrichtungen barrierefrei sind, wenn sie von Menschen mit Behinderungen „in der allgemein üblichen Weise“ genutzt werden können. Erst wenn ein Dienst nicht barrierefrei gemacht werden kann, fordert das BGG behindertengerechte Spezial-Lösungen, wie etwa einen Gebärdensprachdolmetscher zur Unterstützung gehörloser Menschen im Verwaltungsverfahren.

Universelles Design wendet die Prinzipien der Softwareergonomie und der Gebrauchstauglichkeit auf die größtmögliche Zielgruppe an. Während die allgemeine Ergonomie sich an gut 90 % der Zielgruppe wendet, will universelles Design möglichst 100 % erreichen. Einbezogen werden Menschen mit eingeschränkten körperlichen, sensorischen und mentalen Fähigkeiten, ebenso aber einschränkende Umgebungsbedingungen wie Blendung oder



Abb. 61  
Abgesenkte Bordsteinkanten  
i. V. m. einem Leitsystem.

Lärm, und situative Einschränkungen, wie z. B. eine Informationsanzeige auf dem Flughafen, die unvertitelt und mit Ton präsentiert wird, damit Meldungen auch gelesen werden können.

Barrierefreie Produkte sind universell nutzbar. Das Musterbeispiel für universelles Design ist die abgesenkte Bordsteinkante i. V. m. einem Leitsystem, die gesetzlich prinzipiell verordnet wird, damit Rollstuhlfahrerinnen und Rollstuhlfahrer sich im Straßenverkehr ohne fremde Hilfe bewegen können (siehe Abbildung 61). Darüber hinaus aber wird diese Einrichtung auch z. B. von Eltern mit Kinderwagen, Radfahrenden und Reisenden mit Rollenkoffer sehr geschätzt. Was für die einen zwingend erforderlich ist, um teilhaben zu können, bringt anderen mehr Komfort oder mehr Effizienz.

Auch die Wirtschaftlichkeit ist ein Argument für universelles Design. Offensichtlich ist Barrierefreiheit in unserer Gesellschaft volkswirtschaftlich effizient, denn je besser alle Lebensbereiche barrierefrei gestaltet sind, desto weniger Aufwand entsteht für persönliche Assistenz oder technische Anpassungen. Auf betriebswirtschaftlicher Ebene rechnet sich Barrierefreiheit besonders dann, wenn es um nachhaltige Lösungen für eine möglichst große Zielgruppe geht.

### 10.3 Behinderungen

Wie soll eine Software für alle nutzbar gemacht werden? Schließen sich die verschiedenen Bedürfnisse nicht gegenseitig aus? Zur Beantwortung der Fragen sollten die grundlegenden menschlichen Fähigkeiten des Wahrnehmens, Verstehens und Handhabens als Kontinuum von stark bis zu schwach betrachtet und diese in möglichst großer Bandbreite unterstützt werden. Hierzu gehören auch technische Hilfen, die den Verlust einer Fähigkeit ausgleichen.

#### Sehen

Menschen nehmen Information bevorzugt visuell auf. Bilder sind in mancher Hinsicht aussagefähiger als Sprache. In der Datenverarbeitung wird diese Fähigkeit genutzt, indem Informationen durch flächige Anordnung, Farben und Icons grafisch aufbereitet werden und hierdurch Bedeutungszusammenhänge sichtbar sind.

**Sehbehinderungen** sind Einschränkungen des Sehvermögens, die nicht durch eine Sehhilfe ausgeglichen werden können.

- Eine verminderte Sehschärfe kann oft durch die **Vergrößerung der Zeichen** ausgeglichen werden. Individuelle Anforderungen reichen von einem geringen Zoomfaktor, der die Übersichtlichkeit nur wenig beeinträchtigt, bis hin zu bildschirmgroßen Zeichen.
- Unterschiede in der Lichtempfindlichkeit äußern sich in verschiedenen Anforderungen an **Helligkeit und Kontrast**. Es gibt beide Ausprägungen: Ältere Menschen brauchen zumeist eine höhere Helligkeit bzw. einen starken Kontrast. Bei manchen Augenkrankheiten ist zu viel Licht störend, dann werden schwache Kontraste oder eine Negativdarstellung (helle Zeichen auf dunklem Hintergrund) bevorzugt.
- Die **Farbwahrnehmung** ist bei manchen Menschen durch genetische Disposition eingeschränkt. Verbreitet ist die Rot-Grün-Farbfehlsichtigkeit, von der überwiegend Männer betroffen sind (ca. 6 bis 8 % in Deutschland).

Sehbehinderungen sind so vielfältig, dass es keine konkrete Gestaltung gibt, die für alle passt. Die Richtlinien (siehe Kapitel 5, 10.1 und 10.5) verlangen vor allem die individuelle Einstellung von Schriftgrößen und -farben sowie einen Mindestkontrast. Bedeutungsunterschiede sollen nicht durch Farbe allein, sondern z. B. auch durch verschiedene Symbole dargestellt werden (siehe Kapitel 8 „Informationsgestaltung“).

#### Blindheit

Fällt der Sehsinn aus, finden sich andere Wege, um Informationen aufzunehmen und Zusammenhänge zu verstehen. Bei Blindheit spielt die akustische Vermittlung bzw. die gesprochene Sprache eine besondere Rolle. Zur Nutzung eines Computers sind Blinde auf spezielle Hilfstech-niken angewiesen.

- Information muss als Text kodiert sein, damit sie von der Hilfstech-nik vorgelesen werden kann.
- Bilder und Grafiken müssen beschriftet und sprachlich erläutert werden.
- Grafisch übermittelte Bedeutungszusammenhänge müssen auch sprachlich oder durch semantische Strukturen (siehe Kapitel 10.5) dargestellt werden.





Abb. 62  
Film mit Untertiteln und  
Gebärdensprache

Der Aufwand für die textuelle Aufbereitung grafischer Information zahlt sich vielfältig aus, speziell im Internet, wo dieselben Maßnahmen u. a. zur Aufbereitung für Suchmaschinen dienen.

### Hören

Einschränkungen des Hörvermögens spielen in der Datenverarbeitung nur eine begrenzte Rolle, gewinnen aber durch die Verbreitung von Multimedia-Angeboten an Bedeutung.

- Signale sollen nicht nur akustisch, sondern auch optisch übermittelt werden.
- Gesprochene Sprache muss in Schrift umgesetzt werden.

Die textliche Aufbereitung (z. B. Audiodeskription) von Videos und Sprachdokumenten trägt, ähnlich wie die Maßnahmen für Blinde, zu einer Aufwertung des Informationsangebots bei.

Untertitel in Filmen sind gut für Gehörlose, dienen aber auch zum Auffinden durch Suchmaschinen, helfen beim Erlernen einer Fremdsprache und sind in lauten Umgebungen (z. B. Bahnhöfen) nützlich.

### Gehörlosigkeit

Menschen, die von Geburt an gehörlos sind oder in der frühen Kindheit das Gehör verloren haben, können in der Regel die Lautsprache nicht erlernen. Das führt häufig auch dazu, dass die Schriftsprache nur sehr aufwendig

erlernt werden kann. Für ein genaues Verständnis komplexer sprachlicher Inhalte ist deshalb die Gebärdensprache zu bevorzugen (siehe Abbildung 62). Videoaufnahmen von Gebärdensprache können eingesetzt werden, um Software zu erläutern und Informationsangebote zu übersetzen.



### Videos

...in Gebärdensprache sind ein spezielles Angebot für gehörlose Menschen und müssen nicht generell, sondern nur aufgrund einer Bedarfsanalyse eingesetzt werden. Verpflichtet sind z. B. öffentliche Stellen nach § 4 BITV. Sie müssen auf der Startseite ihres Internetangebots Videos in Gebärdensprache bereitstellen, die Informationen zum Inhalt, Hinweise zur Navigation, zur Barrierefreiheit und zu weiteren Informationen in Gebärdensprache enthalten.

### Verstehen – Kognitive Beeinträchtigung

Das Verstehen von Inhalten, Strukturen und Funktionen von Software ist eine kognitive Leistung, die jeden Menschen je nach den spezifischen Umständen herausfordern kann. Unerfahrene Benutzerinnen oder Benutzer erkennen z. B. ungewohnte Bedienelemente nicht. Bei Zeitmangel, Stress oder Ablenkung können unter Umständen komplexe Strukturen nicht erfasst werden. Menschen mit geringem Bildungsstand, fremder Muttersprache oder geringer Fachkenntnis verstehen ggf. sprachlich komplex dargestellte Inhalte nicht.

Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen haben es in der Regel schwerer, Informationen aufzunehmen und zu verarbeiten. Sie profitieren besonders von den Regeln der allgemeinen Softwareergonomie, wie übersichtliche Navigation und konsistente Gestaltung, die in die Gestaltungsregeln für barrierefreie Webinhalte aufgenommen wurden. Eine geeignete Informationsaufbereitung und die Vermeidung von Ablenkungen können die Nutzbarkeit von Software und Internet auch für diese Zielgruppe erweitern.

Einfache Sprache unterstützt viele Zielgruppen.

Eine **einfache Sprache** fördert die Verständlichkeit von Inhalten. Wichtige Regeln sind einfache Sätze, die Vermeidung von Fremdwörtern und die Erläuterung notwendiger Fachbegriffe. Einfache Sprache entspricht laut WCAG dem Niveau der Sekundarstufe I (mittlere Schulbildung, 9./10. Klasse). Auch vertiefende Fachinformationen sollen eine Einführung auf einfacherem Sprachniveau haben und damit für eine größere Zielgruppe leichter zugänglich sein.

Leichte Sprache richtet sich vorrangig an Menschen mit einer Lernbehinderung.

**Leichte Sprache** richtet sich an Menschen, deren Sprachverständnis in etwa dem Grundschulniveau entspricht. Eine stark vereinfachte Grammatik, konkrete Begriffe und die Reduzierung der Inhalte auf das Wesentliche machen Informationen für diese Zielgruppe zugänglich. Übersetzungen in leichte Sprache fertigen spezielle Dienstleister an, u. a. das „Netzwerk Leichte Sprache“. Ebenso wie Gebärdensprache gilt leichte Sprache als behinderungsspezifisches Angebot, zu dem nur Behörden verpflichtet sind.

Die **optische Aufbereitung** von Informationen, z. B. leicht lesbare Schrift, aussagekräftige Zwischenüberschriften und Akzentuierung durch Grafiken, ist für viele Menschen hilfreich. In besonderem Maße profitieren Menschen mit Lese-/Rechtschreibschwäche davon, die sich nur schwer einen Überblick über einen Text verschaffen können. Für diese Zielgruppe ist auch das Vorlesen von Texten geeignet, vor allem wenn das Mitlesen durch eine optische Hervorhebung des gesprochenen Textes unterstützt wird.

Bei verminderter Konzentrationsfähigkeit ist es wichtig, Ablenkung durch **Animationen** zu vermeiden bzw. Animationen abschaltbar zu machen. Blitzen in einer Frequenz ab 3 Hertz kann unter Umständen epileptische Anfälle auslösen und ist unbedingt zu vermeiden.

### Handhaben – Körperliche Behinderungen

Informationstechnik ist immer auf irgendeine Weise interaktiv. Zur Bedienung ist es erforderlich, Optionen aus Menüs auszuwählen, Schaltflächen (sog. Buttons) zu drücken oder Daten in Eingabefelder einzutippen. Die klassischen Eingabegeräte sind Tastatur und Maus, neuerdings ergänzt um Touchscreens, die mit Gesten bedient werden (siehe Abbildung 63). Die Handhabung dieser Eingabegeräte erfordert motorische Fähigkeiten wie Stetigkeit, Zielgenauigkeit, Schnelligkeit, Kraft und einen gewissen Aktionsradius. Gerade die Maus- und Touchscreenbedienung erfordern eine Feinmotorik, die schon bei leichter Einschränkung der Hand nicht mehr aufzubringen ist.

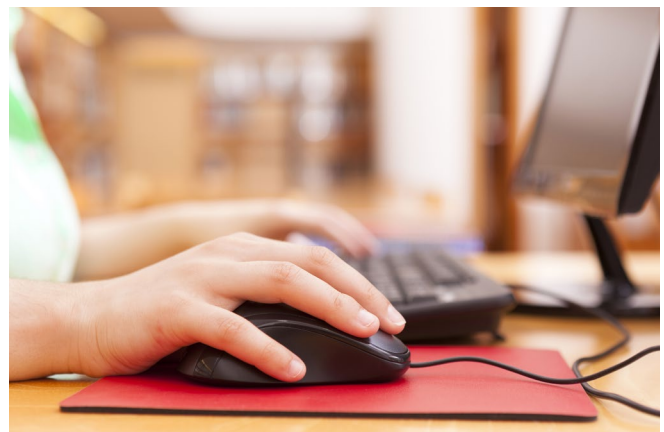


Abb. 63 Maus in der Hand (oben), Geste auf Touchscreen (unten)

Für Menschen mit körperlichen Einschränkungen, die in der Steuerung ihrer Hände beeinträchtigt sind, existieren vielfältige technische Hilfen zur Computerbedienung.

Die **Tastaturbedienung** wird von Menschen mit körperlicher Behinderung ebenso wie von Blinden und von erfahrenen Benutzerinnen und Benutzern eingesetzt. Barrierefreie Software muss lückenlos mit der Tastatur bedienbar sein.

Menschen mit Behinderungen benötigen oftmals **mehr Zeit** und eine höhere **Fehlertoleranz**, um eine Aufgabe am Computer zu erledigen. Auch diese Anforderungen stehen in engem Bezug zur Softwareergonomie.

### Ältere Menschen

Die Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung steigt mit dem Alter. Altersbedingte Einschränkungen kann es in allen genannten Funktionen geben:

- im Sehen und Hören,
- im Kurzzeitgedächtnis und in anderen kognitiven Funktionen und
- in der Kraft und Genauigkeit von Bewegungen.

Zwar tritt die einzelne Funktionseinschränkung bei älteren Menschen oft nur in leichter Form auf, doch in der Kombination kann sich eine erhebliche Beeinträchtigung ergeben.

## 10.4 Technische Hilfen

Einige Behinderungen erfordern spezielle Ein-/Ausgabegeräte, um den Computer benutzen zu können. Software-Entwicklerinnen und -Entwickler sollten sich mit der generellen Funktionsweise von assistiven (unterstützenden) Technologien vertraut machen, denn sie bestimmen wesentlich die Arbeitsweise von Menschen mit Behinderung/en.

### Eingabehilfen des Betriebssystems

In modernen Betriebssystemen sind verschiedene Eingabehilfen eingebunden. Unter der Bezeichnung „Erleichterte Bedienung“ oder „Bedienungshilfen“ sind aus der Systemsteuerung u. a. abrufbar:

- der Kontrastmodus zur Definition eigener Farbschemata und Schriftgrößen,
- die Bildschirmlupe für die Ausschnittvergrößerung,
- eine Einrastfunktion für Tasten zur einhändigen Bedienung der Tastatur,
- eine Bildschirmtastatur für die Texteingabe mit Zeigegegeräten,
- Einstellung der Reaktionszeit der Maus,
- Steuerung der Maus mit der Tastatur und
- Sprachausgabe, Spracheingabe.

Barrierefrei gestaltete Software sollte die Eingabehilfen des Betriebssystems berücksichtigen und unterstützen.

Innovative Wege ging das iPhone®, das erstmals die Sprachausgabe VoiceOver® in das Betriebssystem integrierte. Die Verbindung von Touchscreen und Sprachausgabe ist für Blinde besonders einfach zu bedienen und heutzutage in vielen vergleichbaren Systemen integriert.

### Screenreader

Screenreader sind Programme zur Computernutzung für Blinde und Menschen mit Sehbehinderung. Sie interpretieren den Bildschirminhalt und geben die Informationen z. B. über Braillezeile<sup>1</sup> (siehe Abbildung 64), Sprachausgabe und Großschrift aus.

Der Screenreader stellt Informationen über die Funktion der Bedienelemente, die Bedeutung der grafischen Symbole, die aktuelle Eingabeposition und den Aufbau des gesamten Bildschirms zur Verfügung. Diese Information muss die Software liefern. Barrierefreie Software nutzt soweit möglich die Standardfunktionen des Betriebs-



Abb. 64 Braillezeile

<sup>1</sup> Braillezeile = Computer-Ausgabegerät für blinde Menschen, das Zeichen in Brailleschrift darstellt.

systems und kommuniziert darüber hinaus über eine spezielle Accessibility-Schnittstelle mit dem Screenreader. In der Entwicklung von browserbasierten Anwendungen stellt der semantisch korrekte HTML-Code sicher, dass der Screenreader ausreichende Informationen erhält.

Blinde steuern den Computer vorwiegend mit der Tastatur, da die Nutzung der Maus mit Screenreadern zwar möglich, aber sehr umständlich ist. Der Screenreader hat eigene Shortcuts, die neben den Shortcuts der Anwendung zur Navigation auf dem Bildschirm genutzt werden.

**Vergrößerungssoftware**

Bei hochgradiger Sehbehinderung wird üblicherweise eine Vergrößerungssoftware eingesetzt. Diese erfüllt als externes System die gleiche Funktionalität wie die Bildschirmlupe des Betriebssystems, jedoch mit größeren Einstellbereichen, besserer grafischer Qualität und genauerer Anpassbarkeit. In einigen Fällen bietet diese Software auch die Möglichkeit den Kontrast zu beeinflussen.

**Spezialtastaturen und Zeigergeräte**

Für Menschen mit verminderten motorischen Fähigkeiten existieren vielfältige alternative Geräte zur Tastatur (siehe Abbildung 65) und Maus. Je nach den verbleibenden Fähigkeiten gibt es besonders große, besonders kleine, speziell angeordnete Tastaturen, robuste Trackballs, Kopf-, Augen- oder Mundsteuerung. Solange nur ein Schalter mit einem beliebigen Körperteil gesteuert werden kann, ist die Computerbedienung im Prinzip möglich.



Abb. 65 Spezialtastatur

**Sprachsteuerung**

Die Steuerung des Computers über Sprachbefehle erfordert eine Anpassung und Eingewöhnung, ist dann aber effizient als Hilfsmittel für Menschen mit körperlicher Behinderung einsetzbar. Darüber hinaus wird die Sprach-eingabe erfolgreich zum Diktieren in Fachsprachen, z. B. in Medizin und Recht, verwendet.

**Technische Beratung**

Die Auswahl der passenden technischen Hilfen zur Computernutzung erfordert eine genaue Analyse der individuellen Fähigkeiten und der zu erledigenden Aufgaben, außerdem eine gute Kenntnis der infrage kommenden Produkte. Eine herstellerunabhängige Beratung bieten u. a. Integrationsämter, Arbeitsagenturen und Unfallversicherungsträger.

**10.5 Gestaltungsrichtlinien**

Die Barrierefreiheit von Software wird in internationalen Richtlinien und Standards definiert. Maßgebend wurden die Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) des World Wide Web Consortiums (W3C) für die Barrierefreiheit von Inhalten im Internet. Seit der Version 2.0 basiert WCAG auf generellen Gestaltungsprinzipien, die in jeder technischen Umgebung einzuhalten sind (siehe Abbildung 66). Hieran orientieren sich auch neuere Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung von Dokumenten und von Software (DIN EN 301549).

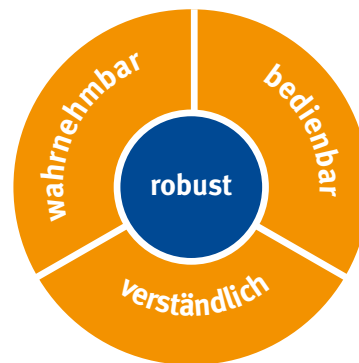


Abb. 66 Die vier Gestaltungsprinzipien nach WCAG: wahrnehmbar, bedienbar, verständlich, robust

**Die Richtlinien des W3C**

Das W3C erarbeitet die Standards für das Internet, u. a. Hypertext Markup Language (HTML) für die Kodierung von Inhalten, Cascading Style Sheets (CSS) für Stilvorlagen und Scalable Vector Graphics (SVG) für Vektorgrafiken. Das W3C hat eine Web Accessibility Initiative (WAI), die auf die Barrierefreiheit der Webstandards achtet und Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung herausgibt.



Zentrale Richtlinien der WAI sind:

- die Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) zur barrierefreien Gestaltung der Inhalte,
- die Authoring Tools Accessibility Guidelines (ATAG), die u. a. Online-Editoren betreffen,
- die User Agent Accessibility Guidelines (UAAG) für die barrierefreie Funktionalität des Browsers bzw. des Anzeigegerätes und
- der Standard Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) dient der Anpassung von Web-Anwendungen an assistive Technologien.

Die Zusammenfassung dieser Richtlinien in ein harmonisiertes Werk „Accessibility Guidelines (AG)“ ist in Arbeit, wird aber erst in einigen Jahren erscheinen.

## WCAG

Die Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) bestehen seit 1999. Die zweite Version WCAG 2.0, verabschiedet im Dezember 2008, wurde grundlegend neu strukturiert. Seit Juni 2018 gilt die Version WCAG 2.1.

Das hierarchisch aufgebaute Regelwerk basiert auf vier Gestaltungsprinzipien, davon drei ergonomische – wahrnehmbar, bedienbar, verständlich – und ein technisches Prinzip – robust (siehe Abbildung 66).

Das Regelwerk ist in 13 Richtlinien und 78 Erfolgskriterien aufgefächert. Die Erfolgskriterien sind in drei Konformitätsstufen A, AA und AAA differenziert. Von hier aus wird verwiesen auf technische Dokumente, die nicht mehr verbindlich sind, sondern informativen Charakter haben. Auf diese Weise soll der raschen technischen Entwicklung im Internet Rechnung getragen werden.

WCAG gilt für alle im Internet gebräuchlichen Inhaltsformate. Während WCAG 1.0 die W3C-eigenen Formate HTML und CSS voraussetzte und den Gebrauch von Fremdformaten und Programmiersprachen unter strenge Auflagen stellte, sind seit WCAG 2.0 auf barrierefreien Websites auch Dokumente in PDF und Anwendungen in JavaScript erlaubt, sofern diese barrierefrei gestaltet sind.

Allerdings zeigt sich bei der Nutzung komplexer Anwendungen, dass WCAG die Dynamik und den Prozesscharakter von Software nicht ausreichend abbildet. Auch andere Richtlinien für barrierefreie Software füllen diese Lücke noch nicht.



## 13 Richtlinien nach WCAG 2.1

### 1. Wahrnehmbar

- 1.1. Textalternativen für Nicht-Text-Inhalte
- 1.2. Alternativen für zeitbasierte Medien
- 1.3. Anpassbar an verschiedene Darstellungsmodi
- 1.4. Unterscheidbare Darstellung von Inhalten

### 2. Bedienbar

- 2.1. Vollständig per Tastatur zugänglich
- 2.2. Ausreichend Zeit
- 2.3. Anfälle vermeiden (kein Blitzen)
- 2.4. Übersichtliche Navigation
- 2.5. Verschiedene Eingabemöglichkeiten

### 3. Verständlich

- 3.1. Leseverständnis fördern
- 3.2. Vorhersehbar (Konsistente Darstellung)
- 3.3. Hilfestellung bei der Eingabe

### 4. Robust

- 4.1. Kompatibel mit allen Browsern und mit Hilfstechniken

## Weitere Gestaltungsrichtlinien

WCAG 2.0 war wegweisend für weitere Richtlinien zur barrierefreien Gestaltung von Informationstechnik. Für barrierefreie PDF-Dokumente gibt es die DIN ISO 14289-1 PDF/UA (Universal Accessibility), der die Konzepte von WCAG 2.0 auf PDF anwendet.

Die zuerst 2014 erschienene Norm EN 301549 „Barrierefreiheitsanforderungen für IKT-Produkte und -Dienste“ betrifft sämtliche IT-Produkte, Hard- und Software sowie Telekommunikationsanlagen. Die Norm hat einen allgemeinen Teil mit grundlegenden Anforderungen bei eingeschränktem Sehen, Hören, Sprechen, Greifen etc. Die Gestaltungsrichtlinien zu Internetseiten, Dokumenten und Software entsprechen WCAG 2.1 Level AA. Zusätzlich sind in das Kapitel Software Teile der DIN EN ISO 9241-171 „Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software“ eingegangen: Zusammenarbeit mit assistiven Technologien, Beachtung der Eingabehilfen des Betriebssystems, individuelle Nutzereinstellungen. Aus ATAG sind Anforderungen für Editoren übernommen worden. Ebenso sind Anforderungen an barrierefreie Dokumentation und Benutzerservice definiert. Somit kann EN 301549 als harmonisierte Basisanforderung an barrierefreie Software gelten.

Erweiterte Anforderungen an barrierefreie Software werden in dem, 2017 fertig gestellten, „BIT inklusiv Prüfverfahren“ für Anwendungssoftware gesammelt. Für die Konformitätsstufe II des Verfahrens „Ergonomische Ergänzungen“ wurden WCAG Level AAA, DIN EN ISO 9241-171 und zahlreiche Usability-Normen ausgewertet.

### **Die deutsche Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung – BITV 2.0**

Die seit 2002 bestehende BITV hatte anfangs eigene, von WCAG abgeleitete technische Spezifikationen. Seit Mai 2019 nennt in § 3 BITV 2.0 „Anzuwendende Standards“ nur die Grundprinzipien wahrnehmbar, bedienbar, verständlich und robust und verweist im Weiteren auf die im Amtsblatt der EU genannten Normen. Somit ist für den Geltungsbereich der BITV 2.0 die europäische Norm DIN EN 301 549 (Barrierefreiheitsanforderungen für IKT-Produkte und -Dienste) anzuwenden.

Ergänzend werden für Websites öffentlicher Stellen in § 4 BITV 2.0 Erläuterungen in Deutscher Gebärdensprache und in Leichter Sprache verlangt, um den besonderen Belangen Rechnung zu tragen. In § 7 BITV 2.0 wird eine Erklärung zur Barrierefreiheit gefordert.

## **10.6 Technische Umsetzung der Gestaltungsrichtlinien**

WCAG 2.1 ist eine Richtlinie an der Schnittstelle von Ergonomie und Technik. In den vier Prinzipien spiegeln sich die Anforderungen von den Menschen mit Behinderungen wieder, die mithilfe assistiver Technologien das Internet auf vollwertige Weise nutzen wollen.

Barrierefreiheit gilt als Ausweis für qualitativ hochwertiges Webdesign, vor allem weil die technische Umsetzung der Richtlinien eine korrekte Anwendung der Webstandards verlangt. Im Folgenden sollen der technische Aspekt der Barrierefreiheit und das Zusammenspiel von Technik und Ergonomie an einigen Beispielen verdeutlicht werden.

### **Alternativtexte**

„Alternativtexte für Bilder“ ist die bekannteste Anforderung an barrierefreies Webdesign. Für alle Bildelemente, seien es Symbole, Infografiken oder Fotos, müssen Alternativtexte vorhanden sein. Die Alternativtexte sollen funktional äquivalent sein. Sie geben den Inhalt oder die

Funktion des Bildes wieder. Die Information steht auch dann zur Verfügung, wenn das Bild ausfällt, z. B. weil es bei geringer Bandbreite nicht geladen wurde oder weil Blinde es nicht wahrnehmen können.

Alternativtexte müssen sinnvoll und angemessen sein. Die Formulierung des genauen Wortlautes ist eine Aufgabe des User-Interface-Designers oder des Autors. Der Alternativtext soll den Inhalt des Bildes knapp benennen. Bei verlinkten Bildern (Icons, Logos, Schaltflächen) soll der Alternativtext das Ziel des Links bzw. die ausgelöste Aktion benennen. Rein dekorative Bilder mit nur unbedeutendem Inhalt werden durch ein leeres ALT-Attribut vor dem Screenreader verborgen. Informative Bilder (Diagramme, Fotos) benötigen eine ausführliche Beschreibung, die über die knappe Benennung im ALT-Attribut hinausgeht. Sinnvolle Alternativtexte sind auf Internetseiten also vor allem dann anzutreffen, wenn die Beschäftigten der gesamten Produktionskette, vom User-Interface-Design über die HTML-Entwicklung bis zur Redaktion, in den Anforderungen der barrierefreien Gestaltung geschult sind.

### **Semantische Strukturierung**

Damit Inhalte auf verschiedene Weise dargestellt werden können, ohne dass Information oder Struktur verloren geht, ist eine semantisch korrekte Kodierung in den passenden HTML-Elementen erforderlich. Diese Anforderung gilt für die Inhalte im Detail wie auch für den Aufbau der ganzen Seite. Texte werden als Absätze <p>, Listen <li>, Überschriften <h1> bis <h6> ausgezeichnet (getaggt). So können Benutzerinnen und Benutzer von Screenreadern mit einem Shortcut von einer Überschrift zur nächsten springen und sich einen Überblick über die Inhalte verschaffen. Sie erfahren die Anzahl von Elementen in einer Liste und die Art der Eingabefelder in einem Formular. Für die Funktionsbereiche einer Seite, z. B. Navigation, Hauptinhalt und Randspalte, gibt es seit HTML5 ebenfalls die passenden semantischen Elemente.

Semantisch korrektes HTML ist ein Hauptmerkmal der standardkonformen Programmierung, ist aber in der Praxis des Webdesigns noch nicht in voller Konsequenz angekommen. Weithin durchgesetzt hat sich bisher die Regel, Tabellen <table> nur für Datentabellen zu verwenden und nicht zu Layout-Zwecken zu missbrauchen. Vielfach wird bereits die Verwendung von Stylesheets, also separat gespeicherten Formatvorlagen, die für die

gesamte Website gelten, als „standardkonform“ bezeichnet, was im Sinne der Barrierefreiheit zu kurz gegriffen ist.

### Vergößerung

Die oft gestellte Frage nach einer ausreichenden Schriftgröße wird aus Sicht der Barrierefreiheit nicht beantwortet, hierfür ist auf die allgemeine Softwareergonomie (vgl. Kapitel 7 „Software und Bildschirm“) zurückzugreifen. WCAG 2.1 fordert stattdessen, dass alle Inhalte bis zu 200 % vergrößert werden können. Diese Regel unterstützt Menschen mit einer leichten Sehbehinderung, die noch nicht auf eine Bildschirmlupe angewiesen sind.

Die Vergrößerung kann auf verschiedene Weise implementiert werden, mit mehr oder weniger Komfort bei der Benutzung. Die einfachste Form ist der Seitenzoom, eine Funktion des Browsers, die keine besonderen Eigenschaften der Website voraussetzt. Hierbei wird die ganze Seite proportional vergrößert. Wenn die verfügbare Fläche ausgeschöpft ist, überragt die Seite den Bildschirm und es muss seitwärts gescrollt werden, was die Orientierung und das Leseverständnis erschwert. Bei Fehlern im Webdesign kann es passieren, dass bei Vergrößerung

Überlagerungen und Verluste von Information entstehen (siehe Abbildung 67). Ein weitergehendes Erfolgskriterium von WCAG 2.1 „Umbruch“ verlangt daher, dass die Inhalte bei einer Vergrößerung von 400 % umbrechen, so dass sie ohne Seitwärtsscrollen gelesen werden können. Dies entspricht im Responsive Design der Darstellung im Handy.

Responsive Design ist die Anpassung von Inhalten an sehr verschiedene Anzeigegeräte wie Smartphones, Tablets und Breitbildmonitore. Hierbei werden in Abhängigkeit von der Bildschirmgröße verschiedene Layouts definiert, u. a. eine einspaltige Darstellung für Smartphones. Responsive Design ist eines der zentralen Themen des aktuellen Webdesigns und ein Paradebeispiel dafür, wie barrierefreie Praktiken sich für die Mehrheit der Benutzerinnen und Benutzer auszahlen.

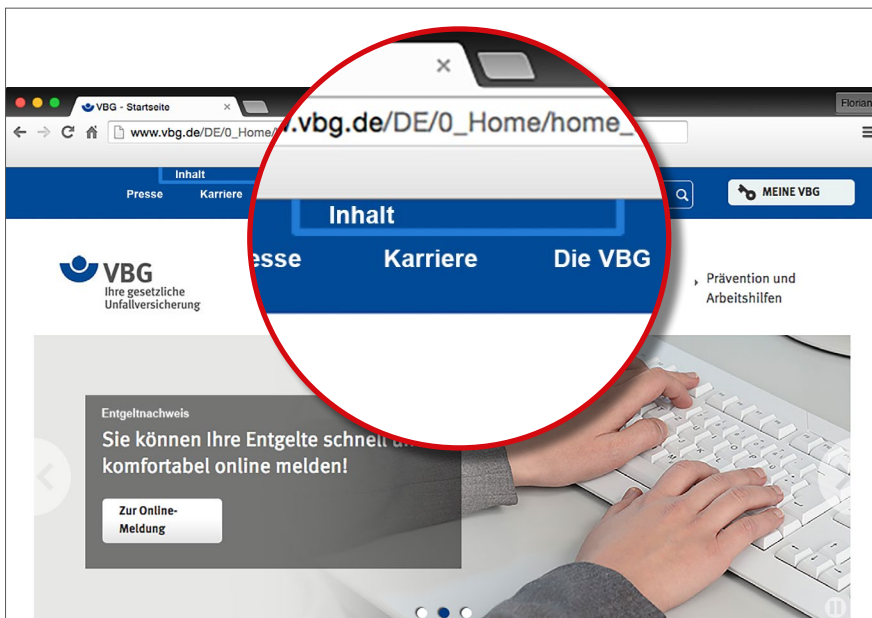
- 1 Überlagerung – das darf nicht passieren.
- 2 Besser: fluides Layout mit Silbentrennung.
- 3 Im Smartphone ist die einspaltige Darstellung von Formularen üblich.

Die Abbildung zeigt drei Varianten eines Formulars mit dem Titel 'Angaben über den Leistungsberechtigten' bei 200% Textvergrößerung:

- 1 (links oben):** Zeigt eine Überlagerung der Eingabefelder. Die Beschriftungen sind überlappend und die Eingabefelder sind teilweise verdeckt.
- 2 (links unten):** Zeigt ein fluides Layout mit Silbentrennung. Die Beschriftungen sind über mehrere Zeilen verteilt, was die Lesbarkeit verbessert.
- 3 (rechts):** Zeigt eine einspaltige Darstellung, wie sie üblich für Smartphones ist. Die Eingabefelder sind übereinander gestapelt und gut lesbar.

Abb. 67 Eingabeformular bei 200 % Textvergrößerung.





**Abb. 68**  
Sprungmarke „Zum Inhalt“ wird sichtbar bei Aktivierung mit der Tastatur

### Tastaturbedienung

Motorisch eingeschränkte Menschen und Blinde sind zur Bedienung von Software auf die Tastatur angewiesen, daher muss alle Funktionalität vollständig mit der Tastatur erreichbar sein. HTML-Seiten sind für Tastaturbedienung eingerichtet. Links und Formularelemente können mit der Tab-Taste ausgewählt (fokussiert) und mit „Enter“ oder „Space“ aktiviert werden. Ergänzend können Sprungmarken eingesetzt werden, um Gruppen von Links zu überspringen und direkt zum Ziel zu kommen (siehe Abbildung 68).

Die HTML-Ausstattung für Tastaturbedienung genügt nicht mehr, wenn große Portalsysteme oder komplexe Web-Anwendungen zu bewältigen sind. Mit Javascript und WAI-ARIA kann eine differenzierte Tastatursteuerung aufgebaut werden, wie sie aus Desktop-Anwendungen bekannt ist. Entsprechende Ansätze gibt es in den bekannten Javascript-Bibliotheken.

Eine effiziente Tastaturbedienung erfordert, dass

- eine sinnvolle Tab-Reihenfolge besteht,
- der Tastaturfokus (die aktuelle Eingabeposition) gut sichtbar ist,
- der Tastaturfokus bei allen Bedienschritten erkennbar mitgeführt wird und
- die Tastaturbefehle gut merkbar und dokumentiert sind.

### Technische Robustheit

Internetseiten sind robust, wenn sie mit allen Browsern, Anzeigegeräten und insbesondere auch mit assistiven Technologien genutzt werden können, ohne dass Inhalte, Strukturen oder Funktionen verloren gehen.

Eine Voraussetzung für die Kompatibilität mit einer Vielzahl von Technologien ist die formale Richtigkeit der Kodierung. **Valides HTML**, das den Syntaxcheck des W3C besteht, ist also ein Erfolgskriterium für barrierefreie Websites.

Die Bedeutung von Bedienelementen muss in den Dimensionen **Name, Rolle und Wert** von assistiven Technologien erkannt werden können. HTML bringt diese Qualität von Haus aus mit, wie oben unter „Semantische Strukturierung“ ausgeführt wurde. In gleicher Weise müssen sich auch andere Formate zu erkennen geben. Auch Dokumente in PDF und E-Book-Dateien in EPUB müssen „getaggt“ sein, also auf programmtechnisch erkennbare Weise in Überschriften, Absätze, Listen etc. gegliedert sein. Anwendungen in Javascript oder anderen Programmiersprachen müssen, ähnlich wie HTML-Formulare, ihre Bedienelemente programmtechnisch erkennbar machen. Von Vorteil ist z. B., wenn ein Javascript-Widget wie die Baumstruktur oder der Schieberegler mit den semantisch passenden HTML-Elementen aufgebaut wird. Ergänzend stehen WAI-ARIA-Attribute zur Verfügung, um weitere Semantik und Verhalten hinzuzufügen.

## 10.7 Qualitätssicherung

Wie wird sichergestellt, dass Software in barrierefreier Qualität zur Verfügung steht? Die Weichen werden bereits bei der Auswahl der geeigneten technischen Plattform gestellt. Ressourcen wie Best Practices, Tutorials und Prüf-tools sind eine wichtige Voraussetzung dafür, dass Personal für Entwicklung und Qualitätssicherung qualifiziert werden kann.

### 10.7.1 Technische Formate und Plattformen

Während die Gestaltungsrichtlinien für barrierefreie Software technikübergreifend formuliert werden können, sind die verschiedenen technischen Formate und Plattformen sehr unterschiedlich auf die Barrierefreiheit vorbereitet. Am weitesten entwickelt sind die Voraussetzungen im Internet.

#### Websites

Informationsangebote im Internet in Text, Bild, Ton und Film können heute unter Anwendung der Gestaltungsrichtlinien von WCAG 2.1 nahezu vollständig barrierefrei gestaltet werden. Die Basis hierfür ist semantisch korrektes HTML, das für assistive Technologien zugänglich ist. Bei der Umsetzung hilft eine Vielzahl von Internetressourcen, u. a. das Portal „Einfach für Alle“ der Aktion Mensch, das die im Web verfügbaren Anleitungen, Musterlösungen und Prüf-tools sammelt. Das verbreitete Framework „Bootstrap“ bietet bereits gute barrierefreie Vorlagen. Ein praxistaugliches Verfahren für die Qualitätssicherung steht u. a. mit dem „BITV-Test“ zur Verfügung.

#### Web-Anwendungen

Moderne browserbasierte Software verwendet im User-Interface die Formate HTML5, CSS3, JavaScript und AJAX. Barrierefreiheit wird durch die Anwendung der WCAG sichergestellt, sowie zusätzlich durch Einsatz von WAI-ARIA zur Beschreibung der dynamischen Features für assistive Technologien. Während die statischen Aspekte von Web-Anwendungen mit Websites vergleichbar sind, ist in den dynamischen Aspekten der Stand der Barrierefreiheit heute noch relativ experimentell. Sowohl HTML5 als auch WAI-ARIA sind im Fluss, mit bisher uneinheitlicher Implementierung in Browsern und Screenreadern. Javascript-Frameworks für Anwendungsentwicklungen wie „Angular“ und „React“ generieren nicht automatisch, wie es wünschenswert wäre, semantisch korrektes HTML.

So sind barrierefreie Web-Anwendungen nach wie vor ein Pionierthema. Die Konzepte werden in den Blogs von Accessibility-Experten diskutiert.

#### Andere technische Plattformen

Außerhalb der Browserwelt basiert die Entwicklung von barrierefreier Software auf den Accessibility-Features des jeweiligen Betriebssystems. Die Betriebssysteme unterstützen die Barrierefreiheit im Prinzip auf ähnliche Weise. Sie stellen barrierefreie Standardroutinen für Bedienoberflächen zur Verfügung. Darüber hinaus bieten sie eine Accessibility-Schnittstelle an, der die speziellen Bedienelemente von Anwendungssoftware gemeldet werden können, um sie für assistive Technologien verfügbar zu machen.

Die Bedienung der Accessibility-Schnittstelle des Betriebssystems ist Sache der jeweiligen Programmiersprache. Konkrete technische Hinweise sollten in den Handbüchern zu den Programmiersprachen zu finden sein. Es gibt jedoch kaum produktspezifische Ratgeberliteratur oder Fachforen. Relativ gut unterstützt ist die Barrierefreiheit z. B. bei Microsoft® .net® und bei SAP®. Die Hersteller assistiver Technologien haben sich in der Vergangenheit auf Microsoft Windows® konzentriert und liefern Skripte vorzugsweise für Standardsoftware in diesem Betriebssystem.

Einen eigenen Weg geht der Hersteller Apple® mit seinen Betriebssystemen Mac-OS® für Personalcomputer und iOS® für mobile Geräte. Diese haben den Screenreader mit Sprachausgabe bereits integriert. Es werden ausführliche Empfehlungen für die Entwicklung barrierefreier Smartphone-Apps in iOS® zur Verfügung gestellt.

Als Testverfahren steht das „BIT inklusiv Prüfverfahren“ für Anwendungssoftware zur Verfügung. Das Verfahren wurde in der ersten Ausbaustufe 2017 zunächst für kompilierte Anwendungssoftware unter MS Windows® fertig gestellt. Mit kleinen Anpassungen kann es auch auf andere Plattformen, u. a. für mobile Anwendungen, eingesetzt werden.

## 10.7.2 Qualifikation

Barrierefreie Gestaltung gehört bisher nicht zu den regulären Ausbildungsgängen der IT- und Designberufe und wird an den Hochschulen nur sporadisch gelehrt. Entsprechend unsicher ist die Qualität von Dienstleistungsangeboten zur Barrierefreiheit. Im Bereich des BITV-Tests gibt es ein Verzeichnis der Agenturen, die bereits Internetauftritte erstellt haben, die als gut zugänglich bewertet wurden. Der internationale Berufsverband der Accessibility-Experten IAAP bietet Zertifizierungslehrgänge an.

## 10.7.3 Entwicklungsprozess

Barrierefreiheit ist so grundlegend, dass sie in einer Software zumeist nicht oder nur mit großem Aufwand nachgerüstet werden kann. Ein gutes Ergebnis kann nur erwartet werden, wenn bereits in der Konzeptionsphase die Anforderungen von Menschen mit Behinderungen berücksichtigt wurden.

### Design-Prozess

Für die Entwicklung barrierefreier Software empfiehlt sich besonders das Vorgehen nach dem Human Centered Design Prozess, ergänzt um die Zielgruppe der Menschen mit Behinderungen:

- Usability-Empfehlungen werden um die Anforderungen der Barrierefreiheit erweitert.
- Arbeitsabläufe berücksichtigen auch den Gebrauch von assistiven Technologien, z. B. Vergrößerungssoftware und Screenreader.
- Verschiedene Nutzungsstrategien werden berücksichtigt, z. B. ausschließliche Tastaturbedienung.
- Usability-Tests werden auch mit Menschen mit Behinderungen durchgeführt.

### Entwicklungsbegleitende Tests

Zur Erfolgskontrolle während der Entwicklung bietet sich der Test von Mustervorlagen und Teilprodukten an. Für Webseiten steht eine Vielfalt von Prüftools zur Verfügung (siehe auch Anhang 4). Web-Anwendungen sollten darüber hinaus mit assistiven Technologien getestet werden.

Der Accessibility-Test von Desktop-Software besteht im Wesentlichen in der Bedienung der Software mit der Tastatur, mit den Accessibility-Optionen des Betriebssystems und mit assistiven Technologien. Für die Fehleranalyse gibt es Tools zur Abbildung der Accessibility-Schnittstelle.



### Empfehlenswerte Prüftools

für den Test von Internetseiten

- The WAVE, web accessibility evaluation tool, Hervorhebung von Accessibility-Features wie beispielsweise Alternativtexte, Landmarks oder Überschriften <https://wave.webaim.org/>
- Color Contrast Analyser, Bestimmung des Helligkeitskontrasts von Text oder Grafik <https://developer.paciellogroup.com/resources/contrastanalyser/>
- W3C HTML-Validator, Syntax Checker für korrektes HTML <https://validator.w3.org/>
- Axe-Core Accessibility Engine, automatisiertes Prüfwerkzeug <https://www.deque.com/axe/>

für den Test von PDF-Dokumenten

- PDF Accessibility Checker (PAC) [www.access-for-all.ch/ch/pdf-werkstatt/pdf-accessibility-checker-pac.html](http://www.access-for-all.ch/ch/pdf-werkstatt/pdf-accessibility-checker-pac.html)

für den Test von Software unter MS Windows®

- Inspect <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/winauto/inspect-objects>

#### 10.7.4 Zertifizierung

Prüfsiegel sind bisher ausschließlich für barrierefreie Websites etabliert. Auf nationaler Ebene sind u. a. der deutsche BITV-Test und das schweizerische Zertifikat der Stiftung „Zugang für alle“ zu nennen.

Der BITV-Test ist ein Prüfverfahren für Websites zur Feststellung der Konformität mit der Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung (BITV). Das Verfahren besteht seit 2002 und wurde im Auftrag der Bundesregierung vom BIK-Projekt entwickelt, einem Konsortium der deutschen Blindenverbände mit einem privaten Testinstitut. Die Prüfschritte verwenden frei verfügbare Prüftools und sind vollständig dokumentiert. Der BITV-Test ist für

entwicklungsbegleitende Tests frei verfügbar. Das Prüfsiegel „BIK WCAG-konform“ sagt aus, dass alle Anforderungen gut oder sehr gut erfüllt wurden. Es wird von lizenzierten Testinstituten erteilt, die im BITV-Testkreis zusammengeschlossen sind.

Eine internationale Harmonisierung von Zertifikaten wird durch Richtlinien zum Aufbau von Testverfahren eingeleitet. Vom W3C wurden entsprechende Empfehlungen unter dem Titel „Website Accessibility Conformance Evaluation Methodology (WCAG-EM)“ veröffentlicht. Eine Harmonisierung der Testverfahren in Europa wird im Rahmen der EU-Richtlinie 2016/2102 über die Barrierefreiheit von Internetangeboten öffentlicher Stellen erwartet.

# 11 Nutzungsqualität und Prüfung

Der Einsatzzyklus von Software läuft von der Planung bis zur Ablösung. Nach einer Ermittlung von Nutzungsanforderungen werden Gestaltungslösungen entwickelt und evaluiert. Dieser Zyklus wird mit seinen Methoden hier vorgestellt.

## 11.1 Nutzungsqualität im Einsatzzyklus

Software ist ein Arbeitsmittel (siehe auch BetrSichV). Ihre Nutzungsqualität ist hoch, wenn sie die Beschäftigten bei der Bearbeitung ihrer Aufgaben in allen Einsatzphasen (siehe Abbildung 69 und Tabelle 2) optimal unterstützt.



Abb. 69 Einsatzzyklus von Software (siehe auch Tabelle 2)

Eine hohe Nutzungsqualität von Software bezieht sich auf eine ergonomische Gestaltung von Software. Zur Überprüfung und Bewertung von Nutzungsqualität gehören die folgenden Prozesse:

- Arbeitssysteme nach ergonomischen Grundsätzen gestalten (DIN EN ISO 6385),
- Nutzeraufgaben ableiten (DIN EN 29241-2, DIN EN 614-2, DIN EN ISO 11064-1) und
- Benutzungsschnittstellen gestalten (DIN EN ISO 9241-210).

Der Aufwand zur Prüfung und Bewertung variiert abhängig vom Softwaretyp (z. B. Neuentwicklung oder Anpassung, siehe Kapitel 6 „Softwarearten“). Das Prüfen und Bewerten der Nutzungsqualität soll gravierende Mängel einer ergonomischen Gestaltung, gravierende Gefährdungen und Beeinträchtigungen der Benutzerinnen bzw. der Benutzer bereits in frühen Einsatzphasen aufdecken. Ergebnisse einer Gefährdungsbeurteilung sollen in einem Lastenheft berücksichtigt und die Wirksamkeit der Maßnahmen regelmäßig überprüft und bewertet werden.

Nutzungsqualität von Software kann nicht pauschal, sondern nur für einen spezifizierten Nutzungskontext (siehe Kapitel 11.3 „Nutzungskontexte der Software spezifizieren“) geprüft und bewertet werden. Gründe hierfür können sein:

- Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts
- Einzelkomponenten in Nutzungskontexten ändern sich und dadurch verändert sich ein vormals spezifizierter Nutzungskontext.
- Eine makellose Software für jeden beliebigen Einsatzzweck ist nicht zu realisieren.
- Mindestanforderungen und Methoden können aus rechtlichen Vorgaben nur unvollständig entnommen werden.
- Nicht alle Anforderungen sind bekannt.
- Eine ausreichende Benutzeranzahl für eine korrekte Methoden- bzw. Testauswertung wird meist nicht erreicht.

Einige Phasen der Entwicklung von Software sind in der Abbildung 70 dargestellt und werden in den Kapiteln 11.3 bis 11.6 weiter erläutert.

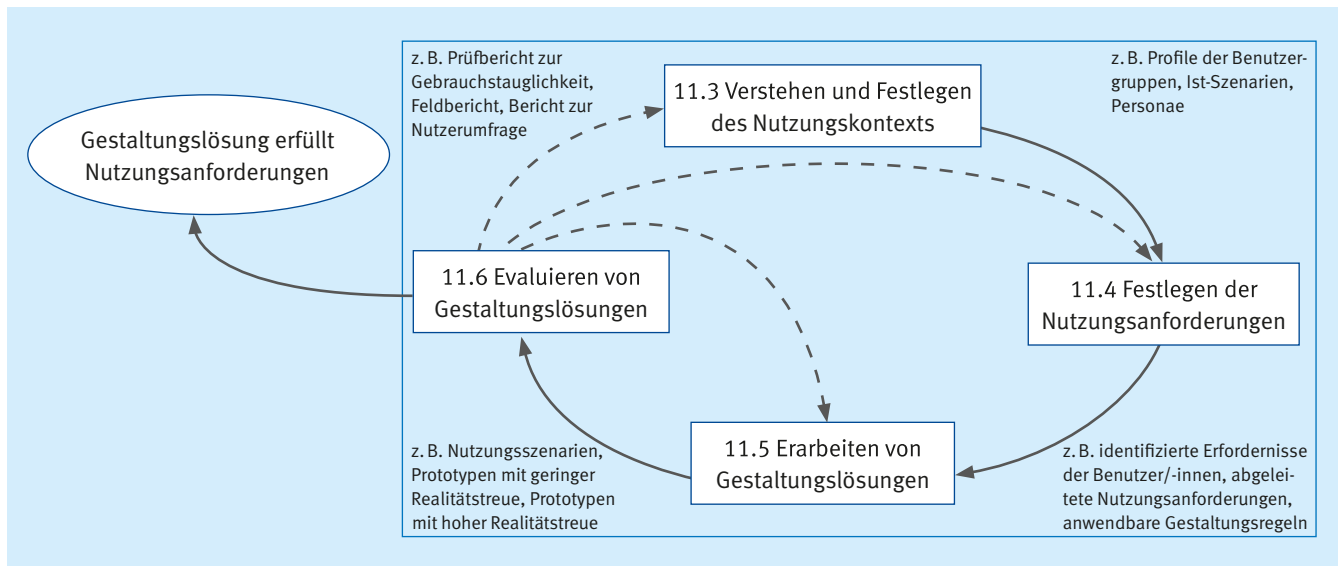


Abb. 70 Wechselseitige Abhängigkeit menschzentrierter Gestaltungstätigkeiten im Entwicklungsprozess von Software (in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-210)

Jede Phase des Einsatzzyklus von Software generiert andere Aufträge (siehe Tabelle 2) für das Projektmanagement. Die Projektleitung sollte mit den Arbeitsinhalten der jeweiligen Fachabteilungen vertraut sein, in denen die Software genutzt werden soll. Veränderungen von Aufgaben in der Fachabteilung initiieren Anpassungen von Software. Die Fachabteilung beschreibt diese Veränderungen, die von der Projektgruppe aufzunehmen sind. Die Projektgruppe setzt sich je nach Einsatzphase der Software anders zusammen (siehe Kapitel 12 „Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software“).



**Tabelle 2** Phasen des Einsatzzyklus von Software

Phase	Aufträge	Beteiligte
Planung und Konzeption	<ul style="list-style-type: none"> <li>Projektmanagement aufsetzen</li> <li>Planungsprozess organisieren</li> <li>Ziele, Grenzen, Kriterien zur Analyse und Gestaltung des Arbeitssystems und der Arbeitsaufgaben entwickeln</li> <li>Nutzungskontext spezifizieren</li> <li>zwischen Softwarekauf, -neuentwicklung, -anpassung wählen</li> <li>Erfordernisse aus den Aufgaben ableiten</li> <li>Lastenheft erstellen</li> <li>Anforderungen an die Software spezifizieren</li> <li>Pflichtenheft erstellen</li> <li>Ergebnisse dokumentieren</li> </ul>	<p>Fachabteilung, Benutzerinnen/Benutzer, Betriebsratsmitglieder, Betriebsärztin/Betriebsarzt, Fachkraft für Arbeitssicherheit (Sifa), Arbeits-/Organisationsgestalterinnen und -gestalter, weitere Expertinnen/Experten (z. B. IT-Abteilung, Usability-Experten, Projektmanagement)</p> <p><b>Hinweis:</b> für weitere Informationen siehe auch Kapitel 12 „Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software“</p>
Entwicklung und Überprüfung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entwicklungsprozess dokumentieren</li> <li>Anforderungen an Prototypen und Produkttests spezifizieren</li> <li>Prüfkriterien spezifizieren</li> <li>Prüfkonzepte, Methoden, Verfahren, Tests vorbereiten, durchführen und dokumentieren</li> <li>Ergebnisse dokumentieren</li> </ul>	<p>Fachabteilung, Benutzerinnen/Benutzer, Betriebsratsmitglieder, Betriebsärztin/Betriebsarzt, Sifa, Arbeits-/Organisationsgestalterinnen und -gestalter, Software-Programmiererinnen/-Programmierer, weitere Expertinnen/Experten</p> <p><b>Hinweis:</b> für weitere Informationen siehe auch Kapitel 12 „Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software“</p>
Einführung und Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einführungsprozess organisieren</li> <li>Rollout begleiten</li> <li>Benutzerbezogene Einweisungen und Schulungen organisieren</li> <li>Benutzerinnen/Benutzer beraten (Hotline, Software-Support)</li> <li>Beschwerdemanagement bezogen auf Aufgabe und Software (Fachabteilung, IT-Abteilung) umsetzen</li> <li>Ergebnisse dokumentieren</li> </ul>	<p>Fachabteilung, Benutzerinnen/Benutzer, Betriebsratsmitglieder, Betriebsärztin/Betriebsarzt, Sifa, Arbeits-/Organisationsgestalterinnen und -gestalter, IT-Abteilung, weitere Expertinnen/Experten (für z. B. Schulung, Software-Administration)</p> <p><b>Hinweis:</b> für weitere Informationen siehe auch Kapitel 4 „Psychologische Ansätze“</p>
Nutzung und Pflege	<ul style="list-style-type: none"> <li>Änderungsmanagement umsetzen</li> <li>Mittel- und langfristigen Änderungsbedarf sammeln</li> <li>Lösungen umsetzen</li> <li>Ergebnisse dokumentieren</li> </ul>	<p>Fachabteilung, Benutzerinnen/Benutzer, Betriebsratsmitglieder, Betriebsärztin/Betriebsarzt, Sifa</p> <p><b>Hinweis:</b> für weitere Informationen siehe auch Kapitel 8 „Informationsgestaltung“ und Kapitel 9 „Interaktionsgestaltung“</p>
Ablösung und Übergang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ablöseprozess organisieren</li> <li>Koordination mit parallel startenden Arbeitsstrukturen</li> <li>Ergebnisse dokumentieren</li> </ul>	<p>Fachabteilung, Benutzerinnen/Benutzer, Betriebsratsmitglieder, Sifa, Arbeits-/Organisationsgestalterinnen und -gestalter</p> <p><b>Hinweis:</b> für weitere Informationen siehe auch Kapitel 12 „Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software“</p>

## 11.2 Aufgabengestaltung im Arbeitssystem – Planen des menschenzentrierten Gestaltungsprozesses

Zum Prüfen und Bewerten von Gestaltungslösungen in einem Arbeitssystem werden arbeitswissenschaftliche Kriterien (siehe TRBS 1151) herangezogen (siehe Abbildung 71), die auch für die Softwareergonomie gültig sind.

- Ausführbarkeit bewertet, ob die Beschäftigten die Aufgaben immer vollständig mithilfe des Werkzeugs Software ausführen oder bearbeiten können.
- Schädigungslosigkeit bewertet, ob die Beschäftigten während der Aufgabenbearbeitung mithilfe der Software geschädigt oder behindert werden.
- Beeinträchtigungsfreiheit bewertet, ob Beschäftigte während der Aufgabenbearbeitung mithilfe der Software beeinträchtigt oder die Informationsverarbeitung des Menschen während des Arbeitsprozesses erschwert oder gestört werden.
- Gesundheitsförderlichkeit bewertet, ob Beschäftigte während der Aufgabenbearbeitung mithilfe der Software gesundheitsförderliche Bedingungen erfahren.

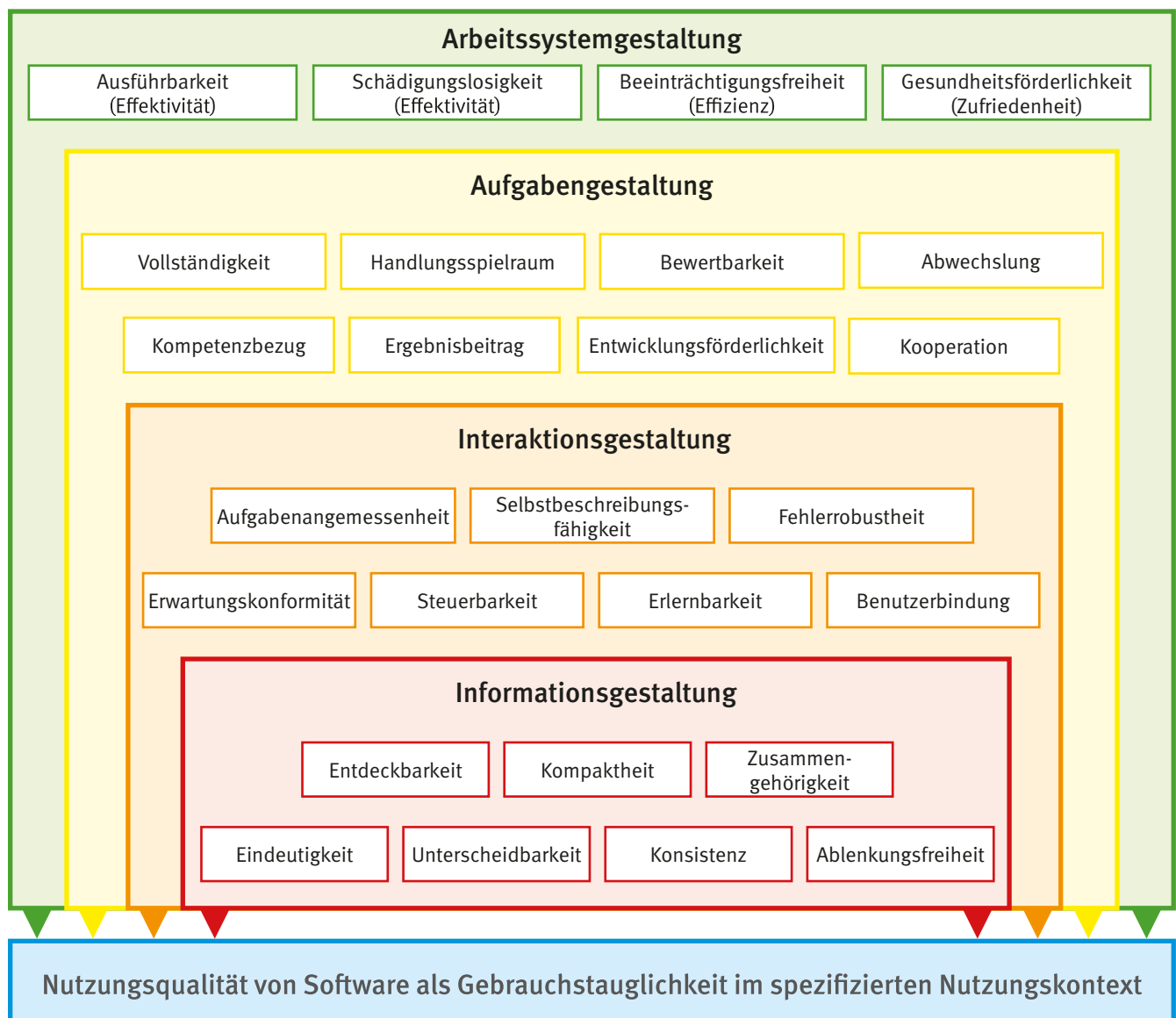


Abb. 71 Hierarchie von Gestaltungskriterien in der Softwareergonomie

Im Zentrum der Gestaltung eines Arbeitssystems steht die Aufgabe. Nach § 3 Abs. 1 ArbStättV i.V.m. Anhang Nr. 6.5 Abs. 2 muss „... die Software entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der Beschäftigten im Hinblick auf die jeweilige Arbeitsaufgabe angepasst werden können“. Eine Aufgabe beschreibt, was Nutzerinnen und Nutzer mit Arbeitsmitteln in ihrer Umgebung erreichen sollen (z. B. Beschäftigte nehmen eine Schadensmeldung mithilfe von Software bei Kundinnen und Kunden auf). Aus dem Kontext bzw. den Ausführungsbedingungen für die Aufgaben ergeben sich Anforderungen an die Arbeitsmittelgestaltung (z. B. Software muss lesbare Informationsdarstellung auf dem Bildschirm eines Notebooks ermöglichen). Zur Aufgabenbearbeitung sind auch Qualifikationen der Beschäftigten erforderlich (z. B. alle relevanten Informationen zur Schadensbewertung erfragen und dokumentieren können). Durch die Aufgaben werden die Bedingungen für die Aufgabenbearbeitung mithilfe der Software mit den Eigenschaften und individuellen Fähigkeiten der Benutzerin bzw. des Benutzers verbunden.

Mithilfe der Prinzipien der Aufgabengestaltung werden Aufgaben entwickelt, die an die physischen und psychischen Anforderungen des Menschen angepasst sind (siehe Abbildung 71). Für einen Teil dieser Aufgaben sind Benutzungsschnittstellen so zu gestalten, dass die Aufgaben nachträglich nicht eingeschränkt werden. Dafür werden Prinzipien der Interaktionsgestaltung und Prinzipien der Informationsgestaltung berücksichtigt (siehe „Kapitel 8 „Informationsgestaltung“ und Kapitel 9 „Interaktionsgestaltung“). Diese Prozesse der ergonomischen Gestaltung sind hierarchisch aufgebaut. Bereits durch das Gestalten von Aufgaben werden Arbeitsinhalte und -abläufe vorbestimmt. Die Interaktions- und Informationsgestaltung können Mängel der Aufgabengestaltung nicht mehr kompensieren.

Die Gebrauchstauglichkeit bezieht sich lediglich auf Interaktions- und Informationsgestaltung. Sie beschreibt das Ausmaß, in dem eine Software in einem spezifizierten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.

### 11.3 Nutzungskontexte der Software spezifizieren – Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts

Konkrete Anforderungen an die Gestaltung des Arbeitsmittels Software werden aus einem spezifizierten Nutzungskontext abgeleitet. Ein Nutzungskontext umfasst die Benutzerinnen und Benutzer (mit ihren bzw. seinen individuellen Fähigkeiten), deren Arbeitsaufgaben, die Ausrüstung am Arbeitsplatz (Hardware, Software, weitere Arbeitsmittel und Materialien), die physische, informativische und soziale Arbeitsumgebung, in der das Arbeitsmittel Software genutzt wird.

Zur Analyse, Spezifikation und Dokumentation des Nutzungskontextes für die Software ist ein systematisches Vorgehen hilfreich:

- A. Alle Aufgaben im Arbeitssystem analysieren und Ziele definieren. Die Funktionen identifizieren, die ausgeführt und von der Software unterstützt werden sollen. Die Prinzipien der Aufgabengestaltung anwenden.
- B. Alle Arbeitsszenarien (Beschreibung, wie die Aufgabe ideal bearbeitet wird) für jede Phase im Einsatzzyklus der Software beschreiben.
- C. Ein systematisches Vorgehen zur Aufgabengestaltung umsetzen und Nutzeraufgaben ermitteln. Anhand der Ergebnisse der Aufgabengestaltung, Nutzergruppen zusammenstellen und Qualifikationsanforderungen entwickeln.
- D. Mit Ergebnissen der Aufgabengestaltung und ihrer Ausführungsbedingungen die Nutzungskontexte für die Phasen des Einsatzzyklus spezifizieren und dokumentieren.

#### Zu A. Vorgehen bei der Aufgabenanalyse und -gestaltung

Die Aufgabengestaltung ist der wichtigste Teil der Arbeitssystemgestaltung. Zunächst werden die Ziele der Abteilung oder Arbeitsgruppe beschrieben, in der die Software zukünftig eingesetzt werden soll. Für eine Abteilung werden Arbeitsprozesse, erwünschte und unerwünschte Arbeitsergebnisse und Rahmenbedingungen benannt. Vorhandene Dokumente wie z. B. Organigramme, Betriebsabläufe, Unternehmensziele oder Aufgabenszenarien sollten berücksichtigt werden. Zusammen mit Informationen der Geschäftsleitung und aus den Abteilungen, in denen die Software eingeführt und genutzt wird, sollten vollständige Ziele formuliert werden.

Aufgaben werden als Arbeitsprozesse in Funktionen/ Teilaufgaben gegliedert. Dabei kommen Funktionsorganigramme, Flussdiagramme, Zeitverlaufsanalysen und Netzwerk- oder Verknüpfungsanalyse zum Einsatz. Die Funktionen werden den Personen, der Software oder wahlweise beiden zugewiesen. Es empfiehlt sich, die Erarbeitung in moderierten Arbeitsgruppen durchzuführen, wobei die Moderation mit der Analyse von Aufgaben und zugehörigen Methoden vertraut sein sollte.

Die den Benutzerinnen und Benutzern zugeordneten Funktionen werden so zu Aufgaben zusammengestellt, dass sie die Prinzipien der Aufgabengestaltung erfüllen (siehe Abbildung 71). Die so vorgenommene Mensch-Software-Funktionsteilung ist wesentlicher Bestandteil der Analyse und Spezifikation der Nutzungskontexte.

Mit den Aufgabenbeschreibungen können bereits Gefährdungen und Beeinträchtigungen beurteilt werden. Mit den Nutzeraufgaben können Aufgabenbeschreibungen der Arbeitsplätze erstellt werden. Auf Basis der Nutzer-

aufgaben werden Qualifikationsanforderungen abgeleitet. Aufgabenbestandteile, die durch Software unterstützt werden, führen zu Anforderungen an die Gestaltung der Benutzungsschnittstellen. Beteiligte Personen werden im Kapitel 12 „Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software“ und in Abbildung 72 genannt.

**Zu B. Arbeitsszenarien im Einsatzzyklus**

Mithilfe vorhandener Dokumente wie z. B. Organigrammen oder Betriebsabläufen sollen Arbeitsszenarien im Einsatzzyklus der Software gesammelt werden. Anschließend sollte die Sammlung von moderierten Arbeitsgruppen mit den beteiligten Personengruppen (siehe Kapitel 12 „Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software“) vervollständigt werden. Das Ergebnis sind Arbeitsszenarien für jede Phase des Einsatzzyklus. Arbeitsszenarien aus der Nutzungsphase der Software sollten sich auf die jeweils kleinste organisatorische Einheit eines Betriebes (z. B. eine Unterabteilung, Arbeitsgruppe) beziehen, in der die Software Beschäftigte unterstützen soll.

**Tabelle 3** Merkmale des Nutzungskontextes: Beispiele in Anlehnung an DIN EN ISO 9241-11

Benutzer bzw. Benutzerin	Arbeitsaufgabe	Arbeitsmittel
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Benutzertyp</b></li> <li>• repräsentative Benutzerinnen und Benutzer</li> <li>• nicht repräsentative und indirekte Benutzerinnen und Benutzer</li> <li>• <b>Fertigkeit und Wissen</b></li> <li>• Erfahrung mit dem Produkt</li> <li>• Erfahrung mit dem System</li> <li>• Erfahrung mit der Arbeitsaufgabe</li> <li>• Erfahrung mit der Organisation</li> <li>• Übungsgrad</li> <li>• Fertigkeiten mit dem Eingabemittel</li> <li>• Qualifikationen</li> <li>• Sprachfertigkeiten</li> <li>• allgemeine Kenntnisse</li> <li>• <b>Persönliche Merkmale</b></li> <li>• Alter</li> <li>• Geschlecht</li> <li>• physische und psychische Einschränkungen</li> <li>• intellektuelle Fähigkeiten</li> <li>• Einstellungen</li> <li>• Motivation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aufgabenzerlegung</b></li> <li>• Aufgabenbezeichnung</li> <li>• Aufgabenhäufigkeit</li> <li>• Aufgabendauer</li> <li>• Häufigkeit von Ereignissen</li> <li>• Handlungsspielraum</li> <li>• physische und psychische Anforderungen</li> <li>• Aufgabenabhängigkeiten</li> <li>• Aufgabenergebnisse</li> <li>• gefährliche Auswirkungen von Fehlern</li> <li>• sicherheitskritische Erfordernisse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Allgemeine Beschreibung</b></li> <li>• Produktbezeichnung</li> <li>• Produktbeschreibung</li> <li>• Hauptanwendungsbereiche</li> <li>• wichtige Funktionen</li> <li>• <b>Spezifikation</b></li> <li>• Hardware</li> <li>• Software</li> <li>• Materialien</li> <li>• Dienstleistungen</li> <li>• Weiteres</li> </ul>

### Zu C. Nutzergruppen und Qualifikationsanforderungen

Mithilfe der Nutzeraufgaben werden Nutzergruppen zusammengestellt und Qualifikationsanforderungen entwickelt. Zukünftig erforderliche Qualifikationen werden mit vorhandenen verglichen und Anforderungen sowie Ziele für Schulungsmaßnahmen zur Einführung und Nutzung der Software abgeleitet. Die Nutzergruppe soll von einer moderierten Arbeitsgruppe zusammengestellt werden.

### Zu D. Analyse, Spezifikation und Dokumentation der Nutzungskontexte

Je nach Phase des Einsatzzyklus (z. B. Entwickeln, Überprüfen, Einführen, Nutzen, Pflegen) wird die Software für unterschiedliche Zwecke eingesetzt (z. B. als Entwicklungsplattform, Testkörper, Schulungsgegenstand, Werkzeug zur Bearbeitung von Nutzeraufgaben). Von Nutzungskontexten sind unterschiedliche Nutzergruppen betroffen (z. B. Entwicklerinnen und Entwickler, Einkäuferinnen und Einkäufer, Benutzerinnen und Benutzer). Ein Teil der unterschiedlichen Aufgaben ist schließlich mithilfe der Software zu bearbeiten (z. B. Gestaltungsmängel identifizieren, Benutzerinnen und Benutzer am Arbeitsplatz unterstützen) (vgl. Anhang 5 (Analyse der Aufgaben, Anforderungen und Funktionen)).

Eine Software wird meist an mehreren Arbeitsplätzen eingesetzt, die sich einerseits unterscheiden und andererseits über die Zeit verändern. Der Nutzungskontext und die Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung von Software können sich ändern, sobald

- neue Nutzergruppen mit anderen Fähigkeiten eingesetzt werden,
- die Software an verschiedenen Arbeitsplätzen eingesetzt wird,
- sie verschiedene Aufgaben unterstützen soll Einzelbrief schreiben, Serienbrief erstellen),
- verschiedene Hardware eingesetzt wird (Desktop-PC, Notebook) oder
- Einsatzorte wechseln (Büro, Fertigungshalle, Beratung beim Kunden).

Durch veränderte Aufgaben und Arbeitsbedingungen entsteht ein neuer Nutzungskontext. Die Gebrauchstauglichkeit der Software kann nur für **einen** spezifizierten Nutzungskontext geprüft und bewertet werden.

	Umgebung		
	Organisatorische Umgebung	Technische Umgebung	Physische Umgebung
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Struktur</b></li> <li>• Arbeitsstunden</li> <li>• Gruppenarbeit</li> <li>• Funktion</li> <li>• Arbeitspraxis</li> <li>• Hilfestellung</li> <li>• Unterbrechungen</li> <li>• Führungsstruktur</li> <li>• Kommunikationsstruktur</li> <li>• <b>Einstellung und Kultur</b></li> <li>• Vorschriften für den Umgang mit Computern</li> <li>• organisatorische Ziele</li> <li>• Geschäftsbeziehungen</li> <li>• <b>Arbeitsgestaltung</b></li> <li>• Mischarbeit</li> <li>• Leistungsmessung</li> <li>• Ergebnissrückmeldung</li> <li>• Selbständigkeit</li> <li>• Entscheidungsfreiheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Konfiguration</b></li> <li>• Hardware</li> <li>• Software</li> <li>• Referenzmaterial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Arbeitsplatzbedingungen</b></li> <li>• Beleuchtungsbedingungen</li> <li>• akustische Bedingungen</li> <li>• Klimabedingungen</li> <li>• Umgebungsstabilität</li> <li>• <b>Arbeitsplatzgestaltung</b></li> <li>• Körperhaltung</li> <li>• Arbeitsplatz</li> <li>• Größe und Einrichtung</li> <li>• <b>Arbeitssicherheit</b></li> <li>• Gesundheitsgefährdung</li> <li>• Schutzkleidung und -vorrichtungen</li> </ul>

Die Zusammenstellung der Nutzungskontexte (siehe Tabelle 3) sollte in moderierten Arbeitsgruppen mit den Betroffenen aller Phasen des Einsatzzyklus vervollständigt werden. Als Ergebnis sollten Beschreibungen der Nutzungskontexte getrennt nach Nutzergruppen dokumentiert sein.

### 11.4 Festlegen der Nutzungsanforderungen

Aus jedem Nutzungskontext (mit allen Komponenten des Arbeitssystems) werden Nutzungserfordernisse und -anforderungen abgeleitet.

1. Identifizieren von Erfordernissen aus Nutzungskontext, Wünschen und Zielen von Kundinnen bzw. Kunden und Benutzerinnen bzw. Benutzern,
2. Ableiten von Nutzungsanforderungen aus Erfordernissen,
3. Abgleich von Anforderungen mit Erfordernissen durch Bewerten von Unterschieden und Ableiten von Maßnahmen.

Erforderlich ist das, was für eine ergonomische Aufgabebearbeitung im Nutzungskontext notwendig ist. Anforderungen beschreiben Funktionen, Abläufe und Vorgaben, die technisch umgesetzt werden können.

#### Beispiel

Aus der Aufgabe „Zusammenfassen von Einzelgutachten zu einer Stellungnahme und formale und inhaltliche Endkontrolle durch die Benutzerin bzw. den Benutzer“ ergeben sich verschiedene Erfordernisse und Anforderungen. Es kann erforderlich sein, Textpassagen aus Einzelgutachten zusammenzufassen oder Teile direkt in die Stellungnahme zu übernehmen. Dies erfordert Vergleiche zwischen den Einzelgutachten und der Stellungnahme, bei der eine parallele Informationsdarstellung zu empfehlen ist.

Als Anforderung kann eine parallele Darstellung auf neben einander stehenden Bildschirmen ausreichender Größe und Auflösung abgeleitet werden. Eine Darstellung in unterschiedlichen Fenstern eines Bildschirms könnte dazu führen, dass zwischen unterschiedlichen Ansichten seriell gewechselt werden muss und/oder Informationen zu klein oder nur unvollständig dargestellt werden können.

Für Nutzungsanforderungen ist zu spezifizieren und zu dokumentieren, wie Benutzerinnen und Benutzer bei der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung durch die Software unterstützt werden. Als Ergebnis werden Interaktionsmöglichkeiten für Eingaben, Auswahlen und Ausgaben und die Darstellung von Informationen vor, während und nach der Interaktion beschrieben. Über Anforderungen hinweg werden Konflikte oder Widersprüche ermittelt. Abschließend wird überprüft und bewertet, inwieweit Anforderungen mithilfe von Benutzungsschnittstellen erfüllt werden können.

Da in dieser Prozessstufe viele Detailinformationen anfallen, ist eine systematische Analyse und Dokumentation von Ergebnissen wichtig. An der Spezifizierung von Nutzungsanforderungen sind auch die Benutzerinnen und Benutzer beteiligt.

### 11.5 Erarbeiten von Gestaltungslösungen zur Erfüllung der Nutzungsanforderungen

Ziel der Gestaltungslösungen ist es, konkrete Benutzungsschnittstellen der Software zu entwickeln, die bei der Bearbeitung von Aufgaben im Nutzungskontext unterstützen. Die Benutzungsschnittstelle soll die Beschäftigten nicht von der Aufgabebearbeitung ablenken. Folgende Aktivitäten tragen zur Entwicklung von Gestaltungslösungen bei:

- Prozessmodell für vollständige Tätigkeiten zusammenstellen,
- Interaktion entwickeln und modellieren und
- Benutzungsschnittstelle entwerfen und gestalten.

Aus den bereits durchgeführten Aufgabenanalysen (vgl. Anhang 5 Analyse der Aufgaben und Anforderungen) werden vollständige Tätigkeiten (Aufgaben) mit Prozessen der Planung, Vorbereitung, Umsetzung und Kontrolle anhand des Prozessmodells zusammengestellt. Erfordernisse und Anforderungen wurden bereits ermittelt. Sind die Anforderungen in Arbeitsschritte gegliedert, ermöglicht die Interaktion der Benutzerin oder des Benutzers mit der zukünftigen Benutzungsschnittstelle eine Abarbeitung einer Aufgabe. Als Ergebnis entstehen erste Prototypen für Benutzungsschnittstellen, die immer ausgereifere Nutzungsanforderungen abbilden können.



## 11.6 Evaluieren von Gestaltungslösungen anhand der Anforderungen

In jedem spezifizierten Nutzungskontext wird die Nutzungsqualität der Software geprüft und bewertet. Dies kann gravierende Mängel bei der Unterstützung der Aufgabenbearbeitung vermeiden. Wenn sich einzelne Merkmale des Nutzungskontexts ändern, können sich Ergebnisse der Prüfung und Bewertung ändern. Das kann z. B. dann auftreten, wenn eine Software dieselbe Arbeitsaufgabe an einem Desktop-PC und an einem Notebook unterstützen soll.

Aus Prototypen für Benutzungsschnittstellen entstehen Prototypen der Software. Sie sind bereits in sehr frühen Entwicklungsphasen hilfreich. Sie können Schnittstellen konkret darstellen, Funktionalität der Software demonstrieren und der Interaktion mit Nutzergruppen dienen (z. B. Skizzen auf Papier, programmierte Prototypen, Funktionstests, Use-Szenarien).

Sobald mit Prototypen Aufgabenbearbeitungen interaktiv simuliert werden können, werden Nutzergruppen in formative Evaluationen der Gestaltungslösungen einbezogen. Die formative Evaluation deckt Gestaltungsmängel bereits während der Entwicklung auf (im Gegensatz zur summativen Evaluation, die erst auf fertige Software Anwendung findet). Die formative Evaluation soll aktuelle Gestaltungslösungen verbessern und richtet sich an den Aufgaben aus, die mithilfe der Software unterstützt werden sollen.

Formative Evaluationen während der Entwicklung

- erlauben einen laufenden Abgleich mit Nutzungsanforderungen,
- tragen zur Gebrauchstauglichkeit der Software im Nutzungskontext bei,
- reduzieren den Aufwand für Schulungsmaßnahmen,
- vermeiden aufwendige Korrekturen in späten Entwicklungsphasen,
- tragen zur Kostenreduktion über den Einsatzzyklus der Software bei und
- ermöglichen es, die Nutzungsqualität der Software zu optimieren.

In jeder Entwicklungsphase werden zunächst mithilfe von Funktionstests und Tests die Benutzungsschnittstellen geprüft und bewertet (vgl. Tabelle 4). Dabei sind die spezifizierten Nutzungsanforderungen für jeden Nutzungskontext und Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung aus Normen oder anderen Gestaltungsrichtlinien zu berücksichtigen.

Fachabteilungen, Benutzerinnen und Benutzer in den Evaluationsprozess einzubinden, ist bei grundsätzlichen Entscheidungen notwendig (z. B. formal korrekte Umsetzung von Aufgabenprozessen, Informationsstruktur zur Visualisierung).

**Tabelle 4** Formative Evaluationen mit Evaluationsziel, -gegenstand, -beteiligten und adressaten

Teststufe (Was?)	Gegen was?	Fokus auf ... /Schicht	Beispiel	Wer
Funktionstest	DV-Konzept	Datenhaltung	Wird der Antrag mit der korrekten Prämie korrekt gespeichert?	Entwicklung
GUI-Test	Oberflächenkonzept	Präsentationsebene/ GUI	Funktioniert die Auswahlliste?	Qualitätssicherung
Fachtest	Fachkonzept	Funktionen	Wird die Prämie korrekt berechnet?	Fachabteilung
Usability Test	Benutzer-Objekt-Modell	Use-Szenarien	Kann man erwartungskonform arbeiten?	Benutzerin und Benutzer

Es wird zwar empfohlen, Evaluationen einzelner Prototypen mithilfe von Usability-Methoden auf vier bis sechs Benutzerinnen und Benutzer zu begrenzen, da jeder bzw. jede weitere Teilnehmende immer weniger neue Mängel aufdecken würde, allerdings sinkt die Aussagekraft und Validität einer Evaluation zur Softwarequalität mit sinkender oder geringer Anzahl von Nutzerinnen und Nutzern. Eine Generalisierung für ähnliche Situationen ist dann nicht möglich.

Formative Evaluationen können die Gebrauchstauglichkeit von Gestaltungslösungen verbessern, aber nicht fehlerfrei stellen. Es kann keine fehlerfreie Software geben, da die Abwesenheit von Fehlern durch die Prüfungen mithilfe der Methoden bzw. Tests nicht nachgewiesen werden kann. Lediglich das Vorhandensein von Fehlern kann nachgewiesen werden. Die Qualität der Software kann sich durch folgende Regeln verbessern:

- Veränderte oder verbesserte Gestaltungslösungen immer wieder erneut überprüfen und bewerten.
- Das Prüfen und Bewerten von Gebrauchstauglichkeit von Software auch im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium nicht nur auf ausgewählte Use-Szenarien beschränken, sondern alle Nutzungskontexte abdecken.
- Auch mit Mängeln nach der Fertigstellung von Software und während der Nutzungsphase der Software rechnen und Nachbesserungen umsetzen.
- Bei Entwicklung von Software auf einen Prozess der ergonomischen Analyse, Bewertung und Gestaltung setzen.

## 11.7 Methoden zur Prüfung und Bewertung von Gestaltungslösungen

Software wird über die verschiedenen Einsatzphasen häufig überprüft und bewertet. Dabei wird ein Ist-Zustand mit einem Soll-Zustand verglichen. Soll-Ist-Unterschiede sind Hinweise auf Softwaremängel oder -fehler. Sie zeigen sich dadurch, dass mit einer aktuellen Softwarelösung die allgemeinen und spezifizierten Anforderungen für die Nutzung noch nicht erreicht wurden und die Aufgabenbearbeitung noch nicht angemessen unterstützt wird. (Teil-) Aufgaben oder Anforderungen, für die noch keine vollständige Gestaltungslösung entwickelt wurde, bleiben zunächst unberücksichtigt.

Soll-Ist-Unterschiede und Maßnahmen sollten dokumentiert werden. Ein Prüfkonzept beschreibt den Entwicklungsstand der Software anhand mehrerer Fragen:

**Was** soll (aktueller Zustand eines Prüfgegenstandes) **wogegen** (Anforderungen und daraus abgeleitete Prüfkriterien) mit **welchem** Kriterium **wann** (Zeitpunkt im Entwicklungsprozess oder in der Phase des Einsatzzyklus) von **wem** **wie** (Funktionstest, Benutzungstest) **womit** (Prüfablauf und -methoden) geprüft und bewertet werden?

Bei der Überprüfung und Bewertung helfen Dokumenten- und Produktanalyse, Beobachtung sowie schriftliche und mündliche Befragung. Weitere hilfreiche Methoden sind im Anhang 4 (Beispielhafte Methoden zur formativen Evaluation von Gebrauchstauglichkeit) dargestellt. Es gibt nicht die richtige, allgemein gültige Methode. Die Auswahl ist abhängig von der Aufgaben- und Zielstellung im Entwicklungsprozess zu treffen. Die Wahl der Methode sollte begründet und dokumentiert werden.

Allen Methoden gemeinsam ist, dass mit ihrer Hilfe nie alle Mängel der ergonomischen Gestaltung der Software aufgedeckt werden können. Wie aufgedeckte Mängel behoben werden können, geht aus den Verfahrensanleitungen meist nicht hervor.

Bei einem **Funktionstest** wendet eine Testperson eine Funktion an. Sie wird während des Ausprobierens beobachtet und es wird geprüft, ob ein vorab definierter Effekt erzielt wird. Da eine Funktion in ihren Möglichkeiten begrenzt ist, wird es wenige alternative Wege des Ausprobierens geben. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit eines Testergebnisses sind mehrfache Tests durch unterschiedliche Testpersonen durchzuführen. Eine getestete Funktionalität reicht für Aussagen zur Nutzungsqualität noch nicht aus.

Bei einem **Benutzungstest** wird eine geeignete Testperson angeleitet, im Nutzungskontext Aufgaben mithilfe eines Prototyps der Software zu bearbeiten. Dabei wird die Testperson während des Bearbeitens beobachtet und die Interaktionen mit der Software werden dokumentiert. Alternativ kann die Testperson eine freie Bewertung der Software bzw. eine Bewertung nach vorgegebenen Merkmalen abgeben. Die Nutzung der Software ist bei einem Benutzungstest durch alternative Wege z. B. der Reihenfolge des Bearbeitens vielfältiger. Zufällige Ergebnisse können nur durch mehrfach wiederholte Tests in zuverlässigere Ergebnisse überführt werden, wenn auch unterschiedliche Bearbeitungswege und unterschiedliche Testpersonen einbezogen sind.

Das Prüfen und Bewerten von Software-Prototypen ist ein wesentlicher Schritt in Richtung Gebrauchstauglichkeit und Nutzungsqualität. Mängel oder Fehler der Software bei der Unterstützung der Aufgabenbearbeitung sind zu identifizieren, Ursachen aufzudecken und alternative Lösungsvarianten zu entwickeln. Alternative Lösungsvarianten müssen in neue Prototypen umgesetzt werden, die wiederum mit Funktions- und Benutzungstests auf Mängel zu prüfen und zu bewerten sind.

Während der Entwicklung von Prototypen bis hin zur finalen Version der Software sollen immer mehr Nutzungskontexte abgedeckt werden. Daher beziehen sich auch formative Evaluationen auf einen wachsenden Anwendungsbereich. Formative Evaluationen sollten solange durchgeführt werden, bis eine Software frei von gravierenden Mängeln ist.

## 11.8 Prüfen und Bewerten von Software zu bestimmten Anlässen

Die Bezeichnung von Software (z. B. Office-Paket zur Unterstützung von Büroaufgaben) kann auf Einsatzzwecke hinweisen. Daran lässt sich allerdings nicht die Qualität der ergonomischen Gestaltung der Software ablesen. Eine pauschale Bewertung von Nutzungsqualität der Software unabhängig vom spezifizierten Nutzungskontext ist nicht möglich. Eine Bürosoftware kann nicht allgemein für die Nutzung im Büro geprüft und bewertet werden. Das kann nur für vorab spezifizierte Nutzungskontexte gelingen.

Ablauf und Inhalt des Prüfens und Bewertens von Software unterscheiden sich je nach Anlass:

- Umstellung von alter auf neue Version (z. B. Update, Upgrade),
- Veränderung des Aufgabengebiets,
- Eignung von Standardsoftware für das geplante Einsatzgebiet,
- Individualisierung von Standardsoftware,
- Rollout (Installation und Anpassung der Software am Arbeitsplatz),
- Neue Erkenntnisse aus der Gefährdungsbeurteilung,
- Beschwerden über die Software und Änderungspotenziale während der Nutzungsphase und
- Nutzung auf unterschiedlichen Endgeräten (Desktop-PC bis Smartphone).

# 12 Lasten- und Pflichtenheft zur Beschaffung von Software

Für die Beschaffung von Software werden Kriterien zur Gestaltung und Beurteilung benötigt. In diesem Kapitel wird der Beschaffungsprozess einer ergonomisch gestalteten Software vom Lastenheft zum Pflichtenheft beschrieben.

## 12.1 Beschaffung von Software

Für die Beschaffung von Software (siehe Kapitel 6 „Softwarearten“) benötigen Unternehmerinnen bzw. Unternehmer, Führungskräfte, Systemadministratorinnen bzw. Systemadministratoren und Einkäuferinnen bzw. Einkäufer Kriterien zur Gestaltung und Beurteilung. Hierbei werden Anforderungen an die Gestaltung in einem Lastenheft festgelegt und final in einem Pflichtenheft mit dem Lieferanten vertraglich vereinbart. Im Rahmen der Vereinbarung sind neben der Ergonomie auch Aspekte der Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen. Dabei geht es um direkte Anschaffungs- bzw. Entwicklungskosten und um die Nutzungs- und Folgekosten, die erst nach dem Kauf oder der Entwicklung einer Software entstehen. Folgekosten entstehen z. B. durch Systemadministration, technischen Support, Information und Schulung der Beschäftigten, Systemabstürze, lange Systemantwortzeiten, unnötigen Aufwand bei der Dateneingabe, notwendige Fehlerkorrekturen und programmbedingte Fehlbedienungen. Bei ergonomisch gestalteter Software sind diese Kosten deutlich geringer.

Eine ergonomische und gebrauchstauglich gestaltete Software fördert eine gesundheitsgerechte, angemessene Aufgabenbewältigung und die Motivation der Beschäftigten. Sie beeinflusst zudem maßgeblich die Qualität der Arbeit, der Produkte und der Leistungen.

### 12.1.1 Beteiligte beim Beschaffungsprozess

Wer neue Software anschaffen oder vorhandene weiterentwickeln möchte, macht diese Aufgabe oft zur Angelegenheit von Systemadministratorinnen bzw. Systemadministratoren oder von Software-Expertinnen bzw. -Experten. Die Kenntnisse dieser Fachleute sind bei der Beschaffung neuer Software unverzichtbar. Um die Qualität der Arbeitsanforderungen und -aufgaben einzuschätzen und zu beschreiben, sind in jedem Fall die Erfahrungen der Benutzerinnen und Benutzer zu berücksichtigen. Dafür sind diese Personen möglichst frühzeitig in den Be-

schaffungsprozess einzubeziehen. Sie wissen am besten, wie die Aufgaben bearbeitet werden sollten und kennen die alltäglichen Probleme und Anforderungen. Außerdem sind sie es, die mit der Software zukünftig arbeiten.

Die Führungskräfte sind für die Qualität der Produkte und Leistungen verantwortlich und kennen die zukünftige Ausrichtung des Unternehmens. Mitglieder der Arbeitnehmervertretung sind entsprechend ihrer Mitbestimmungsrechte zu beteiligen (siehe Anhang 2 Vereinbarung zum Umgang mit Software). Auch die Kenntnisse der Fachkräfte für Arbeitssicherheit und der Betriebsärztinnen und Betriebsärzte mit ihren Kompetenzen zur Belastung und Beanspruchung durch die Arbeiten mit der Software müssen berücksichtigt werden. Schließlich empfiehlt es sich, eine für das Budget verantwortliche Person aus den Bereichen Beschaffung und Einkauf von Beginn an am Entscheidungsprozess zu beteiligen (Abbildung 72).



Abb. 72 Beteiligte bei der Softwarebeschaffung

### 12.1.2 Vorgehen im Beschaffungsprozess

Wird neue Software benötigt, empfiehlt sich ein systematisches Vorgehen mit einer gezielten Analyse einschließlich einer Prüfung der ergonomischen Gestaltung der anzuschaffenden Software (siehe Abbildung 73).

Die Ergebnisse werden in einem Lastenheft dokumentiert und bilden die Grundlage für eine gewissenhafte Prüfung und Bewertung, gestützt auf nachvollziehbare Prüfkriterien.

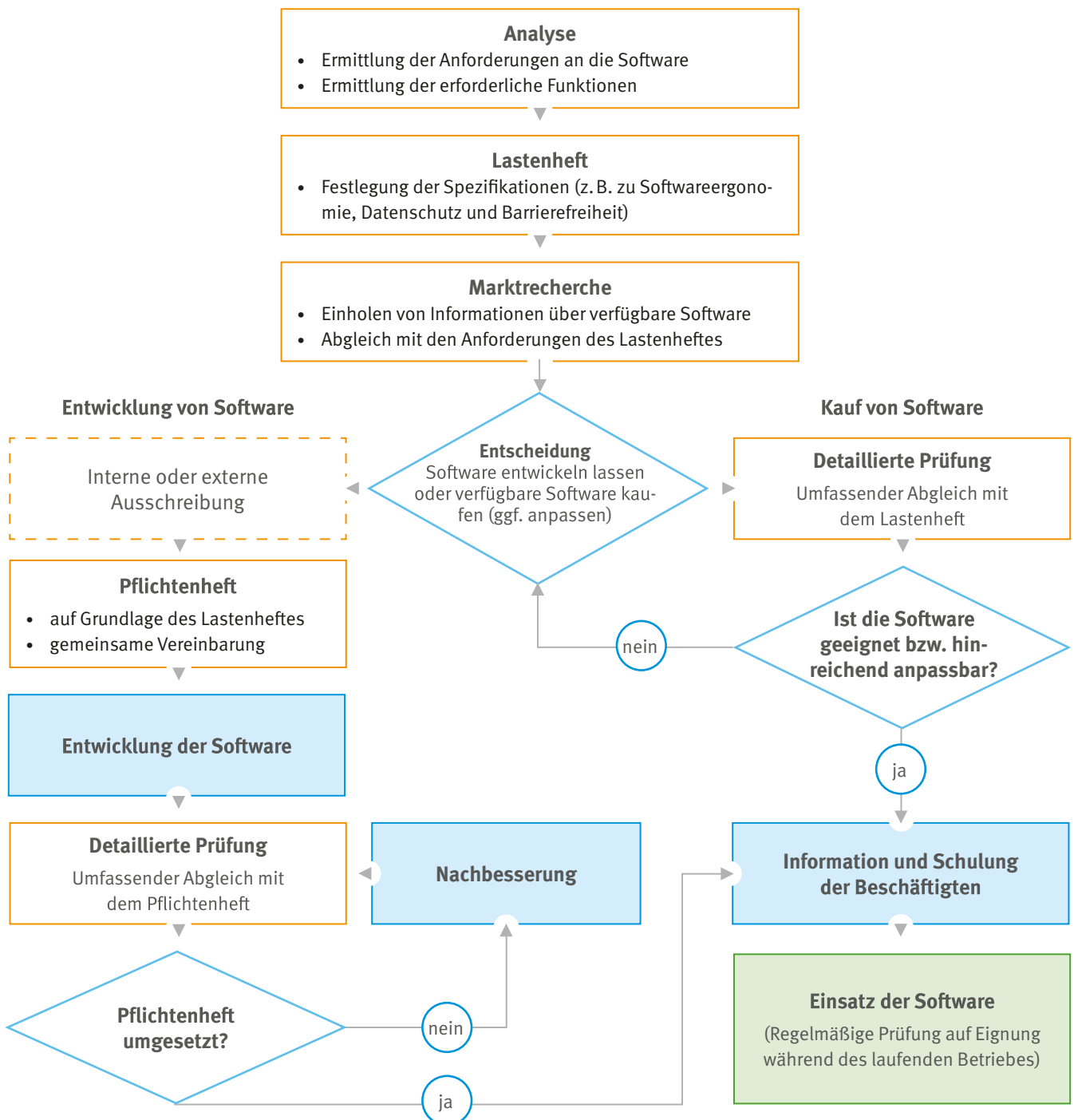


Abb. 73 Systematisches Vorgehen bei der Beschaffung von Software

Folgende Grundsystematik ist bei der Beschaffung neuer Software zu empfehlen:

- **Analyse** – Welche Anforderungen und Funktionen soll die neue Software erfüllen?
- **Lastenheft** – Was sind die Spezifikationen der neuen Software?
- **Marktrecherche** – Welche fertige Software gibt es, die dem Lastenheft gerecht wird?
- **Entscheidung** – Gibt es eine fertige Software, die die Kernanforderungen aus dem Lastenheft hinreichend erfüllt oder muss eine individuelle Software entwickelt werden?

Falls eine Software entwickelt werden muss:

- **Interne oder externe Ausschreibung** – Sofern eine Ausschreibung erforderlich ist, sollte das Lastenheft die Grundlage bilden.
- **Pflichtenheft erstellen** – Welche Aufgaben und Funktionen aus dem Lastenheft muss die Software detailliert erfüllen?
- **Entwicklung der Software**
- **Detaillierte Prüfung** – Ist die Software geeignet und gebrauchstauglich für die zu bearbeitenden Arbeitsaufgaben (Durchführung eines umfassenden Praxistests)?

Falls es eine fertige Software gibt:

- **Detaillierte Prüfung** – Ist die Software geeignet und gebrauchstauglich für die zu bearbeitenden Aufgaben (Durchführung eines umfassenden Praxistests)?
- **Entscheidung** – Soll die Software gekauft werden oder ist doch keine geeignete fertige Software auf dem Markt und es muss eine individuelle Software entwickelt werden? (Eventuell sind auch Teile für eine fertige Software neu zu entwickeln.)

Vor Einführung der Software sind die Benutzerinnen und Benutzer zu informieren und zu schulen.

## 12.2 Lastenheft erstellen

Zunächst wird analysiert, welche Aufgaben mit der neuen Software durchgeführt werden sollen. Das konkrete Ziel dieser Analyse ist die Ermittlung aller Anforderungen, denen die neue Software entsprechen soll, sowie aller Softwarefunktionen, die dafür notwendig sind. Die Beschreibung der Aufgaben führt zu Kriterien, mit denen die Software geprüft und bewertet werden kann. Das Ergebnis der Analyse wird in einem Lastenheft niedergeschrieben, auf dessen Basis die detaillierte Prüfung der in Frage kommenden Software vorgenommen werden kann.

In einem Lastenheft werden die Anforderungen systematisch und detailliert zusammengetragen, die von der Software in Bezug auf Güte und Funktion überprüfbar erfüllt werden sollen. Es empfiehlt sich, die Inhalte des Lastenheftes schrittweise zu verfeinern. So kann ein Lastenheft zur Markterkundung schrittweise bis hin zu einer Software-Spezifikation der Programmiererin oder des Programmierers verfeinert werden, woraus sich das Pflichtenheft, unter Berücksichtigung der betrieblichen Zielsetzungen, entwickeln lässt.

Die Beantwortung der nachfolgend aufgeführten Fragen zur Analyse der Aufgaben sowie der Anforderungen und Funktionen der Software unterstützt eine systematische Ermittlung der einzelnen Aufgaben und die Bewertung der Anforderungen an die benötigte Software.

- Welche Kernaufgaben müssen mit der Software bearbeitet werden?
- Welche weiteren Aufgaben sollen mit der Software bearbeitet werden?
- Aus welchen Teilarbeitsschritten setzen sich die Arbeitsaufgaben zusammen?
- Was soll die Software innerhalb der einzelnen Teilarbeitsaufgaben leisten?
- Welche grundlegenden Funktionen muss die Software erfüllen? (z. B.: Drucken, Kopieren, Bearbeiten, Blättern, Auflisten, Einstellungen)
- Welche speziellen Funktionen in einzelnen Bereichen soll die Software erfüllen? (z. B.: Einlesen von Daten, Rückmeldungen, Statistik)
- Wie soll die Software für die Arbeitsaufgabe gestaltet sein? (z. B.: Nutzerführung, Oberfläche, Anpassung an bestehende Programme, Orientierungssysteme, Farben)



- Welche Bedienanforderungen soll die Software erfüllen? (z. B.: Dialoggestaltung, Menüstruktur, Benutzungsschnittstellen, Barrierefreiheit)
- Mit welchen Programmen muss die Software kompatibel sein? (z. B.: Betriebssystem, andere Anwendungsprogramme, Internet, Intranet, Extranet)
- Wie soll die Software Fehler behandeln? (z. B.: Sicherheitsabfragen, automatische Fehlerkorrekturen, Fehlerbehandlung durch die Benutzerin oder den Benutzer)

Alle Beteiligten sollten die o. g. Fragen in einer Besprechung gemeinsam beantworten. Zur Vorbereitung empfiehlt es sich, die Fragen vorab von allen Beteiligten einzeln beantworten zu lassen.

### 12.2.1 Marktrecherche

Auf der Grundlage des erstellten Lastenheftes erfolgt nach der Analyse eine Recherche, ob eine geeignete Software erworben werden kann. Dazu wird ermittelt, welche Software-Produkte verfügbar sind. Diese werden hinsichtlich der Anwendungsbereiche mit den benötigten Anforderungen und Funktionen verglichen.

Prinzipiell sollte die Software ausgewählt werden, die möglichst viele Anforderungen erfüllt und alle benötigten Funktionen aufweist. Gibt es keine geeignete Einzel-Software, ist zu prüfen, ob die Anforderungen durch Nutzung mehrerer Programme zu erfüllen sind.

Gibt es eine Software, die den gestellten Anforderungen entspricht, sollte diese in jedem Fall gründlich geprüft und bewertet werden, bevor sie gekauft wird. Die dafür benötigten Testversionen können in der Regel im Internet heruntergeladen oder vom Handel zur Verfügung gestellt werden.

Ergibt die Recherche, dass keine Software auf dem Markt vorhanden ist, die den Kernanforderungen genügt, ist die Entwicklung einer individuellen Software anzustreben.

### 12.2.2 Detaillierte Prüfung

Um die Eignung der Software zu prüfen, sollte in zwei Schritten vorgegangen werden:

1. Prüfung der Software im Hinblick auf die Erfüllung der grundlegenden Funktionen.
2. Prüfung der Software auf Übereinstimmung mit den Qualitätskriterien der Gestaltung.

Die Qualitätskriterien der Softwareergonomie ergeben sich u. a. aus Teilen der DIN EN ISO 9241. Weitere Informationen hierzu liefern die Kapitel 5 „Rechtliche Aspekte“, Kapitel 8 „Informationsgestaltung“ und Kapitel 9 „Interaktionsgestaltung“.

Es ist nicht selbstverständlich, dass die Software auch tatsächlich die Qualitätskriterien der Softwareergonomie berücksichtigt. Daher muss mithilfe konkreter Aufgaben aus den einzelnen Arbeitsbereichen überprüft und bewertet werden, ob die Software für die auszuführenden Aufgaben ergonomisch gestaltet ist.

## 12.3 Pflichtenheft erstellen

Wer eine Software komplett neu erstellen oder eine vorhandene Software ändern lassen will, sollte auf der Grundlage des Lastenheftes mit dem Auftragnehmer/ Lieferanten gemeinsam ein Pflichtenheft erstellen und vereinbaren. Das Pflichtenheft spezifiziert unter Berücksichtigung der betrieblichen Zielsetzungen die Inhalte des Lastenheftes, zu deren Umsetzung sich der Auftragnehmer verpflichtet.

Das Pflichtenheft sollte ein wesentlicher Vertragsbestandteil bei der Beauftragung zur Erstellung der Software sein. Es dient bei der Abnahme der Software zur Bewertung, ob die gestellten Anforderungen tatsächlich erfüllt bzw. welche Nacharbeiten notwendig sind. Die zentrale Bedeutung des Pflichtenheftes im Prozess der Beschaffung von Arbeitsmitteln wie Software verdeutlicht die Tabelle 5.

**Tabelle 5** Prozessphasen und Aufgaben bei der Beschaffung von Individualsoftware

Prozessphase	Aufgaben	Informationen über
Situation analysieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektteam bilden</li> <li>• Ist-Zustand erfassen</li> <li>• Probleme aufzeigen</li> <li>• Bedarfe ermitteln</li> </ul>	Arbeitsaufgaben, Zusammenhänge von Arbeitsaufgaben, vor- und nachgelagerte Arbeitsaufgaben, bisherige Probleme der Aufgabenbearbeitung, bisherige Lösungswege usw.
Ziele und Lösungen spezifizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele formulieren</li> <li>• Anforderungen formulieren</li> <li>• Wünsche formulieren</li> <li>• Lösungsansätze entwickeln</li> </ul>	Funktionsteilung Mensch/Arbeitsmittel, Zuschneiden von Arbeitsaufgaben, Zusammenhänge von Arbeitsaufgaben, vor- und nachgelagerte Aufgaben, Flexibilität der Aufgabenbearbeitung, Qualifikationsanforderungen an Beschäftigte, Arbeitsergebnisse usw.
Ausschreibung vorbereiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastenheft erstellen</li> </ul>	Bestandteile/Gliederung des Lastenheftes, Bedeutung von Anforderungen (Basis-, Detail-Anforderungen), Aufgaben als Anforderungen, ergonomische Gestaltung als Anforderungen, Bestimmung der Überprüfung und der Bewertungskriterien usw.
Angebote einholen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrere mögliche Anbieterinnen und Anbieter zur Abgabe eines Angebotes auffordern (Grundlage: Lastenheft mit Anforderungskatalog)</li> </ul>	Anbieterinnen und Anbieter, Erfahrungen von bekannten Unternehmen, Kammern, Verbände, Unfallversicherungsträger, Referenzen usw.
Angebote prüfen und bewerten (Evaluation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angebote bewerten (Grundlage: Lastenheft mit Anforderungskatalog)</li> <li>• Angebote auswählen: Welches Angebot erfüllt die Anforderungen am besten?</li> <li>• Vertragsverhandlungen, Softwarespezifikationen abstimmen (Grundlage: Lastenheft mit Anforderungskatalog)</li> <li>• Anforderungen mit Programmiererinnen/Programmierern konkretisieren (Auftragnehmerin/Auftragnehmer) und Pflichtenheft entwickeln</li> </ul>	Bedeutung und Kategorisierung der Bewertung, Lastenheft, Pflichtenheft, Anforderungskatalog usw.
Vertrag abschließen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertrag abschließen (Pflichtenheft mit Anforderungskatalog und Software-Spezifikation sind Bestandteil)</li> </ul>	
Projektumsetzung planen und realisieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung planen</li> <li>• Einführung realisieren</li> </ul>	Auswirkungen auf Tagesgeschäft, betroffene Arbeitsplätze, betroffene Beschäftigte usw.
Arbeitsmittel prüfen und bewerten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jede Realisierungsstufe bewerten (Grundlage: Pflichtenheft mit Anforderungskatalog)</li> <li>• Eventuell vertragsgemäße Ausführung des Arbeitsmittels einfordern</li> </ul>	Bedeutung und Kategorisierung der Bewertung, Pflichtenheft, Anforderungskatalog, Prüfprotokoll usw.  Grad der Zielerreichung anhand des Pflichtenheftes

Prozessphase	Aufgaben	Informationen über
Arbeitsmittel bereitstellen und abnehmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeitsmittel bereitstellen, das die dokumentierten Anforderungen vollständig und wie vertraglich vereinbart erfüllt (Grundlage: Pflichtenheft mit Anforderungskatalog)</li> <li>Arbeitsmittel abnehmen</li> </ul>	Zuverlässigkeit und Zweckmäßigkeit des Arbeitsmittels, Pflichtenheft, Anforderungskatalog; Prüfprotokoll, Gewährleistung usw.
Beschäftigte informieren und schulen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschäftigte über die erfolgte Beschaffung/Erstellung neuer Software informieren</li> <li>Beschäftigte im Umgang mit der neuen Software schulen</li> </ul>	

### 12.3.1 Struktur und Inhalte eines Pflichtenheftes

Der inhaltliche Aufbau eines Pflichtenheftes muss in seinen Bestandteilen den Zielen entsprechen, die mit dem Softwarekauf verfolgt werden (siehe Tabelle 6).

Da jeder Beschaffungsprozess andere Anforderungen an ein Arbeitsmittel stellt, gibt es nicht das allgemeingültige Standard-Pflichtenheft.

**Tabelle 6** Gliederung eines Pflichtenheftes – Beispiel

Inhalt	Informationen
Ausgangslage	bezogen auf das Unternehmen: Charakteristik des Unternehmens, Organisation, Struktur und Umfang des EDV-Einsatzes, Anstoß für die Beschaffung, Projektorganisation usw.
IST-Zustand	bezogen auf den Einsatzbereich des zukünftigen Arbeitsmittels: Aufbau der Organisation (Zuständigkeiten, Kompetenzen, Funktionen usw.), Arbeitsabläufe (Welche Aufgaben gehören zusammen oder folgen aufeinander?) und Arbeitsgegenstände, Aufteilung der Arbeitsaufgaben auf die Beschäftigten und auf die Arbeitsmittel, Qualifikation der Beschäftigten, Güte und Menge der Arbeitsmittel usw.
Ziele	Beschreibung der Ziele, die durch den Einsatz eines (geänderten/neuen) Arbeitsmittels erreicht werden sollen, jeweils bezogen auf das Beschaffungsprojekt insgesamt und bezogen auf die einzelnen Aufgaben, die im betroffenen Unternehmensbereich von den Beschäftigten bearbeitet werden; für Ziele können bereits Kriterien und Gewichtungen gesetzt werden (Muss-Kriterien, Kann-Kriterien)
Anforderungen	Dieser Teil des Pflichtenheftes ist der Wichtigste. Hier kann die Liste des Anhang 5 (Analyse der Aufgaben und Anforderungen) helfen. Eine präzise Beschreibung der Anforderungen, die durch die Software unterstützt werden sollen, ist notwendig (Aufgabenziele und Aufgabenteile). Die Anforderungen sind für beide Zielebenen (Beschaffungsprojekt und Einzelaufgaben im Unternehmensbereich) ausführlich zu dokumentieren. Zusätzliche Hinweise bzgl. Aufgabeninhalt, benötigter Eingaben und Ausgaben, Datenbasis, Schnittstellen und Barrierefreiheit sollten geliefert werden. Bereits hier müssen allgemeine Basis- und Detail-Anforderungen an eine ergonomische Gestaltung der Software formuliert werden.
Daten-Mengengerüst	Menge eingehender und weitergegebener Daten, Umfang des Datenbestandes, Menge anzuzeigender und einzugebender Daten und Abfragen usw.. Hier kann die Liste des Anhang 5 (Analyse der Aufgaben und Anforderungen) helfen.

Inhalt	Informationen
Qualitäts- und Zielbestimmung	Festlegung von Qualitätsmerkmalen mit zugehörigen Qualitätsgraden der Software. Die Qualitätsmerkmale müssen messbar sein und die Form ihrer Überprüfung muss festgelegt werden. Qualitätsmerkmale und Prüfkriterien (bisher dokumentierte Anforderungen) sind detailliert und vollständig anzugeben und es ist auf allgemeine Richtlinien (Standards, Werksnormen, insbesondere Prüfprotokolle) zu verweisen. Ein Qualitätsgrad beschreibt den Erfüllungsgrad eines Qualitätsmerkmals (z. B. Bewertung 1...10). Die Überprüfung bildet die Grundlage zur Entscheidung, ob sich mit der Software die formulierten Ziele erreichen lassen. Hier kann die Liste des Anhang 5 (Analyse der Aufgaben und Anforderungen) helfen.
Test-Aufgaben	Zusammenstellung benutzerbezogener Testfälle, die sich auf umfangreiche Arbeiten mit der Software am Arbeitsplatz unter realen Arbeitsbedingungen mit realen Aufgaben beziehen.
Ergänzungen	Beschreibung von Ergänzungen oder speziellen Anforderungen und weiterer Leistungen (z. B. Datenschutz, Barrierefreiheit, Installation, Wartung, Garantie, bauliche und räumliche Voraussetzungen, Testdaten, Aushilfen, Normen, Lizenzen, Glossar, Dokumentationen zum Arbeitsmittel, Einführung und Schulung der Beschäftigten) Beschreibung von Anforderungen an anbietende Unternehmen/ Entwicklerinnen bzw. Entwickler (z. B. generelle Anbietermerkmale, Referenzen, Projektorganisation, Unterstützung vor, während, nach Projektrealisierung, technischer Support, Leistungsabsicherung, Gewährleistung).
Angebots-Aufbau	Vorgaben zur Selbstdarstellung der Lieferanten, Stellungnahme zum Lastenheft (z. B. Nennung vernachlässigter Anforderungen) sowie zur detaillierten Projektumsetzung, zum Zeitplan, zu den Kosten, dem Supports und der Leistungsabsicherung.
Administratives	Vorgaben zur Vertraulichkeit, Informationen zur Bewertung des Angebotes und der Projektrealisierung, Rückfragen, Termine usw.
Anhang	Anlagen zum Pflichtenheft wie Vorgaben zur Qualitätsbestimmung, Prüfung und Bewertung der Software

Die Softwareergonomie muss sich möglichst in allen Gliederungsabschnitten des Pflichtenheftes, wie auch bereits im Lastenheft, widerspiegeln. Eine ergonomische Gestaltung trägt dazu bei, dass die Beschäftigten an ihrem Arbeitsplatz die anstehenden Arbeitsaufgaben effektiv, effizient und zufriedenstellend bearbeiten können. Ein Software-Anbieter sollte auf diese Anforderungen eingehen, um eine qualitativ hochwertige Arbeit abzuliefern. Diese Anforderungen können als Aussagesatz (z. B. „Die Software muss Hilfsfunktionen zur Verfügung stellen.“) oder als Frage (z. B. „Stellt die Software Hilfsfunktionen immer zur Verfügung?“) formuliert werden, wobei die betroffene Arbeitsaufgabe genannt sein sollte.

Die Basis-Anforderungen aus den Kriterien zur Prüfung und Bewertung von Softwareergonomie sind wichtige Mindestkriterien der software-ergonomischen Gestaltung. Eine Software sollte diese Basis-Anforderungen erfüllen, um wesentliche Aspekte der ergonomischen Gestaltung zu berücksichtigen (siehe Kapitel 11 „Nutzungsqualität und Prüfung“).

### 12.3.2 Prüfung und Bewertung von Software

Das Pflichtenheft dient als Bewertungs- und Entscheidungsgrundlage zur Prüfung und Bewertung. Das Projektteam der Beschaffung und das der Programmierung sollten sehr früh und mehrmals wiederholt überprüfen, welche der im Pflichtenheft dokumentierten Anforderungen an die Software bereits erfüllt sind. Dabei sollten die im Folgenden beschriebenen „Tipps zur Prüfung und Bewertung von Software“ beachtet werden.

Die Abnahme der Software erfolgt erst dann, wenn Benutzerinnen und Benutzer und Projektteam die neue Software nach den Anforderungen des Pflichtenheftes bewertet haben. Das Ergebnis muss zeigen, dass alle dokumentierten Anforderungen an die Software erfüllt sind und die Software so eingesetzt werden kann, dass die anfangs formulierten Zielsetzungen effektiv, effizient und zufriedenstellend erfüllt werden.

Grundsätzlich gilt: Eine systematische und sorgfältige Herangehensweise bei der Beschaffung von Software trägt zu guten Arbeitsbedingungen bei und vermeidet mittel- und langfristig überflüssige Kosten.



#### Tipps zur Prüfung und Bewertung von Software

Bei jeder Prüfung muss jede einzelne Aufgabe mit der Software von den zukünftigen Benutzerinnen und Benutzern so weit wie möglich ausgeführt werden. Die Prüfung darf nicht nach der ersten Abweichung von einer Muss-Anforderung abgebrochen werden, da das Ziel einer Prüfung immer eine möglichst umfassende Dokumentation aller aktuellen Mängel einer Software-Version sein sollte.

Bei der softwareergonomischen Prüfung sind unter anderem folgende Methoden üblich: lautes Denken der Benutzerinnen oder Benutzer, Videoaufzeichnung aus verschiedenen Blickwinkeln, Usability-Labs.

Im Verlauf der Prüfung darf die Software nicht verändert werden. Erst nach dem Abschluss der vollständigen Prüfung darf auch „experimentiert“ werden (z. B. Suche nach (Um-)Wegen, wie es vielleicht doch gehen könnte, Ausprobieren nach Veränderungen von Einstellungen).

Das Ergebnis einer Prüfung ist ein Prüfprotokoll, in dem die Prüferinnen und Prüfer und weitere anwesende Personen die Prüfbedingungen, das Prüfverfahren und die entdeckten Mängel (z. B. Bug-Liste) dokumentieren müssen.

Für die Prüfung kann folgende Liste verwendet werden:

- alle Funktionen der Software mindestens einmal ausprobieren,
- alle möglichen Ausgabeformen mindestens einmal erzeugen,
- alle verschiedenen Eingabekombinationen nutzen,
- alle Anweisungen mindestens einmal ausführen,
- alle Prozeduren mindestens einmal aufrufen,
- alle Grenzfälle (z. B. leere Verarbeitungsschritte) einmal erreichen,
- alle Fehlermeldungen mindestens einmal erzeugen (Liste bei Auftragnehmerinnen bzw. Auftragnehmern anfordern!),
- alle möglichen unerwarteten (Fehl-) Eingaben erzeugen,
- unerwartete Ereignisse erzeugen (z. B. Druckerkabel herausziehen, Rechner ausschalten),
- Leistungsgrenzen ausloten (z. B. Antwortzeiten, verarbeitete Transaktionen pro Zeiteinheit),
- mit Maximal- und Minimalwerten bei spezifizierten Mengen arbeiten,
- definierte Fehlersituationen provozieren,
- Installation und Inbetriebnahme der Software anhand der Bedienungsanleitung,
- Dauer einer störungsfreien Laufzeit der Software ermitteln und
- Neuinstallation, Neu-Inbetriebnahme der Software nach Störung.

# Anhang

## Anhang 1: Bildschirmparameter (exemplarisch)

Diagonale/Größe		Bezeichnung	Seitenverhältnis	Anzeigefläche [mm]	Auflösung [px]	Pixelabstand [mm]
[Zoll]	[mm]					
32	800	Full-UHD (8K)	16:9	698×393	7680×4320	0,09×0,09
34	867	UWQHD	21:9	800×335	3440×1440	0,23×0,23
32	800	UHD (4K)	16:9	698×393	3840×2160	0,18×0,18
32	800	Full-HD	16:9	698×393	1920×1080	0,36×0,36
28	710	UHD (4K)	16:9	621×341	3840×2160	0,16×0,16
28	710	Full-HD	16:9	621×341	1920×1080	0,32×0,32
27	683	UHD+ (5K)	16:9	595×335	5120×2880	0,12×0,12
27	686	UHD (4K)	16:9	598×336	3840×2160	0,16×0,16
27	686	WQHD	16:9	598×336	2560×1440	0,23×0,23
27	686	Full-HD	16:9	598×336	1920×1080	0,31×0,31
24	610	WQHD	16:9	531×299	2560×1440	0,21×0,21
24	610	Full-HD	16:9	531×299	1920×1080	0,28×0,28
21,5	547	Full-HD	16:9	477×268	1920×1080	0,25×0,25
22	560	WSXGA+	16:10	474×296	1680×1050	0,28×0,28
19	480	SXGA	5:4	375×300	1280×1024	0,29×0,29
17	432	SXGA	4:3	341×273	1280×1024	0,27×0,27

Erläuterung zur Bezeichnungen:

**A**rray  
**G**raphic  
**H**igh **D**ensity  
**Q**uad  
**S**uper  
**U**ltra  
**W**ide  
**eX**tended



## Anhang 2: Vereinbarung zum Umgang mit Software

Diese Vereinbarung gilt für die Nutzungsqualität der Software in unserem Unternehmen. Sie beschreibt den Rahmen, der als Mindeststandard zur Gestaltung des Arbeitssystems bei Arbeiten mit Software am Bildschirm gilt. Die Nutzungsqualität der Software beschreibt die Gebrauchstauglichkeit der Software in einem hochwertigen Nutzungskontext, der auch die Qualität der sozialen Beziehungen berücksichtigt.

### Ziel

Ziel der Vereinbarung ist es, über die Gestaltung des Arbeitssystems die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten zu schützen und zu fördern sowie gleichzeitig hochwertige Produkte und Leistungen mithilfe der Software zu erreichen.

### Beurteilung der Arbeitsbedingungen, Maßnahmen

Gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), § 3 Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) und § 3 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) wird die Gefährdungsbeurteilung durchgeführt, insbesondere unter Berücksichtigung

- der Arbeitsbedingungen,
- der ergonomischen Gestaltung und der Gebrauchstauglichkeit der Arbeitsmittel,
- der Anforderungen an das Sehvermögen und
- der psychischen Belastung.

Nach der Beurteilung der Arbeitsbedingungen werden Maßnahmen, Verantwortlichkeiten, Termine der Umsetzung und deren Wirksamkeitskontrolle festgelegt. Dabei werden die Erfahrungen der Beschäftigten berücksichtigt. Die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung einschließlich der festgelegten Maßnahmen werden dokumentiert (gemäß § 6 ArbSchG).

### Qualität des Arbeitssystems

Es sind alle Voraussetzungen zu schaffen, damit die Arbeitsumgebung (z. B. Klima, Beleuchtung, Lärm) und der Arbeitsraum mindestens den gesetzlichen Vorgaben entsprechen (ArbStättV mit ihren Technischen Regeln). Die Arbeitsplätze sind bzw. werden ergonomisch gestaltet, wofür die materiellen Voraussetzungen zu schaffen sind. Die Beschäftigten sind verpflichtet, die zur Verfügung gestellten Arbeitsmittel ergonomisch zu benutzen.

### Gebrauchstauglichkeit der Software

Die eingesetzte Software im Unternehmen muss gebrauchstauglich sein. Dazu müssen folgende Grundsätze der Interaktionsgestaltung berücksichtigt werden:

- Angemessenheit für Benutzeraufgaben
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
- Erwartungskonformität
- Erlernbarkeit
- Steuerbarkeit
- Robustheit gegen Benutzungsfehler
- Benutzerbindung

Weiterhin wird darauf geachtet, dass die Software für die Beschäftigten Informationen in einer zugänglichen, verständlichen und lesbaren Form bereitstellt und sich Texte, Symbole oder weitere Elemente in hohem Kontrast vom Hintergrund abheben.

### Barrierefreiheit der Software

Die eingesetzte Software soll in Anlehnung an die Forderungen der BITV 2.0 barrierefrei gestaltet sein.

### Information und Unterweisung der Beschäftigten

Die Beschäftigten erhalten alle Informationen, die für ein fachlich hochwertiges, sicheres und gesundes Arbeiten am Bildschirm erforderlich sind. Mindestens jährlich beziehungsweise bei Neuanschaffung von Arbeitsmitteln und neuen Arbeitsaufgaben erhalten die Beschäftigten eine Unterweisung über Sicherheit und Gesundheit bei der Bildschirmarbeit.

### Verbesserungsprozess

Alle Beschäftigten besprechen Probleme und Fehler im Arbeitssystem sowie Abweichungen der Software von den Kriterien der Gebrauchstauglichkeit mit den zuständigen Vorgesetzten. Die Vorgesetzten werden Maßnahmen gemäß dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit ergreifen, um die Arbeitsbedingungen entsprechend den staatlichen und unfallversicherungsträgerseitigen Anforderungen gerecht zu werden.

Beschäftigte und Vorgesetzte besprechen regelmäßig, gemeinsam und partnerschaftlich, wie das Arbeitssystem zu verbessern ist.

### Mischarbeit und Pausen

Im Grundsatz wird für alle IT-gestützten Tätigkeiten die Arbeitsorganisation so gestaltet, dass Bildschirmarbeit regelmäßig durch andere Tätigkeiten unterbrochen wird. Sollte das im Einzelfall nicht möglich sein, wird eine auf den Einzelfall abgestellte Pausenregelung vereinbart.

### Arbeitsmedizinische Vorsorge

Allen Beschäftigten, die Bildschirmarbeit verrichten, ist eine arbeitsmedizinische Vorsorge durch die Betriebsärztin oder den Betriebsarzt während der Arbeitszeit anzubieten. Diese umfasst eine ärztliche Beratung und ggf. das Angebot einer Untersuchung der Augen und des Sehvermögens.

Wenn die arbeitsmedizinische Vorsorge ergibt, dass Beschäftigte eine spezielle Sehhilfe für die Arbeit am Bildschirm benötigen, trägt die Unternehmerin bzw. der Unternehmer hierfür in erforderlichem Umfang die Kosten.

### Qualifikationsmaßnahmen

Um eine Überforderung der Beschäftigten zu vermeiden und einen produktiven Einsatz der Software zu gewährleisten, erhalten alle Beschäftigten ein Training zu:

- Vermittlung und Erweiterung der Grundkenntnisse im Umgang mit der Software,
- Vermittlung und Erweiterung der Grundkenntnisse zur Lösung der spezifischen Arbeitsaufgaben und Informationen zum sachgerechten Umgang mit den Geräten (Hardware).

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Arbeitgebervertretung

\_\_\_\_\_  
Unterschrift Arbeitnehmervertretung

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Datum

# Anhang 3: Arbeitshilfen – IT-Erhebungsbogen

## 1 Erhebungsbogen für Teilnehmerinnen und Teilnehmer

### 1.1 Einleitung

Mögliche Probleme mit einer Software kennen Sie, als Nutzerinnen und Nutzer am Besten. Der Erhebungsbogen dient dazu, ein erstes Stimmungsbild zu erhalten, um möglichen Handlungsbedarf für Verbesserungen rasch zu erkennen. Das Ausfüllen des Bogens nimmt maximal 10 Minuten in Anspruch.

### 1.2 Datenschutzerklärung

Im Rahmen der Erhebung werden keine personenbezogenen Daten verwendet, dies ist lediglich optional vorgesehen. Daher ist eine Zuordnung der Auskünfte zu einer bestimmten Person nicht möglich.

### 1.3 Informationen zur Befragung

Zu bewertende Software (Bezeichnung, Version):	z. B. Office Tabellenkalkulation
Nutzergruppe, der die teilnehmende Person angehört:	z. B. „Sachbearbeiter im Mahnwesen“
Nachname, Vorname der befragten Person <b>(Nur ausfüllen, wenn Sie dies für Rückfragen anbieten bzw. wünschen!)</b>	

### 1.4 Erhebung

	Benotung durch Nutzerinnen und Nutzer (Schulnotensystem)					
	1 Trifft voll zu	2 Trifft weitgehend zu	3 Trifft überwiegend zu	4 Trifft selten zu	5 Trifft sehr selten zu	6 Trifft gar nicht zu
1. Die Zeichen auf dem Bildschirm (z.B. in Menüs und Formularen) sind immer gut lesbar und unterscheidbar.						
Bemerkungen:						
2. Bei der Software sind Farben und Symbole immer eindeutig erkennbar, unterscheidbar und verständlich.						
Bemerkungen:						

	Benotung durch Nutzerinnen und Nutzer (Schulnotensystem)					
	1 Trifft voll zu	2 Trifft weit- gehend zu	3 Trifft über- wiegend zu	4 Trifft selten zu	5 Trifft sehr selten zu	6 Trifft gar nicht zu
3. Die Software erfordert keine überflüssigen Schritte und Eingaben, um zum Ziel zu kommen.						
Bemerkungen:						
4. Die Software zeigt dem Nutzer bzw. der Nutzerin nur Informationen, die wirklich bei der Aufgabe benötigt werden oder dafür hilfreich sind.						
Bemerkungen:						
5. Die Software ist so voreingestellt, dass die Nutzerin bzw. der Nutzer selbst keine weiteren Voreinstellungen vornehmen muss.						
Bemerkungen:						
6. Bei der Software ist die Bedeutung der angezeigten Begriffe, Bezeichner, Auswahlmöglichkeiten, Hilfen etc. verständlich und führt nicht zu Fehlinterpretationen.						
Bemerkungen:						
7. Bei der Software ist immer erkennbar, wie man das, was man tun will, auch tun kann.						
Bemerkungen:						
8. Die Software liefert immer Rückmeldungen, die verständlich und hilfreich sind.						
Bemerkungen:						

	Benotung durch Nutzerinnen und Nutzer (Schulnotensystem)					
	1 Trifft voll zu	2 Trifft weit- gehend zu	3 Trifft über- wiegend zu	4 Trifft selten zu	5 Trifft sehr selten zu	6 Trifft gar nicht zu
9. Die Software liefert aufgrund von Eingaben immer die benötigte Information, um einen Schritt weiter zu kommen.						
Bemerkungen:						
10. Die Software lässt sich ohne Einarbeitungsaufwand nutzen, wenn man die zu bearbeitende/ auszuführende Aufgabe selbst gut kennt.						
Bemerkungen:						
11. Man kann jederzeit so fortfahren wie erforderlich, ohne Umwege gehen zu müssen.						
Bemerkungen:						
12. Der Nutzer oder die Nutzerin wird bei fehlerhaften Eingaben vor gravierenden Aktionen durch die Software (z. B. durch Sicherheitsabfragen) geschützt.						
Bemerkungen:						
13. Bei fehlerhaften Eingaben ist der Fehler immer erkennbar und es ist klar, wie der Fehler behoben werden kann.						
Bemerkungen:						
14. Bei Bedarf kann die Nutzerin oder der Nutzer für sie bzw. für ihn ungünstige Voreinstellungen ändern.						
Bemerkungen:						

## Anhang 4: Beispielhafte Methoden zur formativen Evaluation von Gebrauchstauglichkeit

Methoden	Beschreibung	Ziel	Testgegenstand	Einsatzphase	Ergebnis	Hinweise zum Einsatz
Alternativen-Vergleichstest	Zwei Versionen der Software werden anhand von Merkmalen direkt miteinander verglichen	vergleichende Bewertung	Nutzung durch Benutzerinnen/ Benutzer	Entwicklung und Prüfung	relative Präferenzen oder Vergleiche einzelner Merkmale	Gefahr, dass eine bessere Alternative als gute Lösung deklariert wird, selbst wenn sie erhebliche Gestaltungs-mängel hat
Analyse des Nutzungskontexts	Analyse eines (zukünftigen) Nutzungskontexts und möglichst systematische und detaillierte Dokumentation	Nutzungskontext beschreiben	Arbeits-system	Analyse von Aufgaben und Erfordernissen	spezifizierter Nutzungskontext	durch Beobachtungs-schemata systematisieren, wiederholte Durchführung auch von anderen Personen
Aufgabenanalyse	Nutzungsszenarien erstellen	Beschreibung von Arbeitsprozessen in einer organisatorischen Einheit	Arbeits-system	Planung und Konzeption, Entwicklung und Prüfung	Aufgaben und Erfordernisse	
Befragung (schriftlich, mündlich)	Formen: Interview, Fragebogen. Personen antworten auf offene oder geschlossene und vorab festgelegte Fragen. Standardisierte schriftliche Befragungen beziehen sich auf festgelegte Merkmale	Anregungen erhalten, Meinungen abfragen, Bedürfnisse ermitteln, Einstellungen erheben, Bewertungen in angeleiteter Form ermitteln	Einschätzungen durch Expertinnen/ Experten oder Benutzerinnen/ Benutzer	Planung und Konzeption, Entwicklung und Prüfung, Einführung, Nutzung und Pflege, Ablösung	Spektrum an Meinungen, Einschätzungen	dient bei nicht standardisierten Befragungen der Exploration
Cognitive Walkthrough	Expertin/Experte handelt als Benutzerin/ Benutzer während der Inspektion eines Software-Prototypen	Entwicklung alternativer Lösungsmöglichkeiten	Ausprobieren und Benutzung durch Expertinnen/ Experten	Planung und Konzeption, Entwicklung und Prüfung, Einführung	Identifikation von Gestaltungsmängeln	
Dokumentenanalyse	gestaltungsrelevante Informationen in vorhandenen Dokumenten finden	Beschreibung von Erfordernissen und Anforderungen und ermitteln von Begründungen	vorhandene Dokumente	Planung und Konzeption	Erfordernisse, Anforderungen	Phase im Einsatzzyklus, Testtyp, Screeningdetail, Einsatzvoraussetzungen, Durchführungsaufwand, Aussagekraft



Methoden	Beschreibung	Ziel	Testgegenstand	Einsatzphase	Ergebnis	Hinweise zum Einsatz
Eye Tracking	Erfassung und Dokumentation von Blickverläufen und Verweildauern der Benutzerin/ des Benutzers während der Benutzung von Software	Blickpunkte, -verläufe und Verweildauern im Kontext	Nutzung durch Benutzerinnen/ Benutzer	Entwicklung und Prüfung	mit Aufgaben- und Nutzungskontext interpretierbar	
Fokusgruppe, Gruppendiskussion	moderiert themenzentrierte Gruppendiskussion zu einem vorab festgelegten Thema (Fokus)	Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten für aufgedeckte Mängel; Abstimmung des weiteren Vorgehens für die Entwicklung	Einschätzungen von Benutzerinnen/ Benutzern und Expertinnen/Experten	Entwicklungsprozess, Analyse von Aufgaben und Erfordernissen, Entwicklung von Prototypen, Nutzung im Kontext	Zwischenergebnisse bewerten, Maßnahmen ableiten, Dokumentation	Fokusgruppen werden für sehr viele verschiedene Themen angewendet. Detaillierte Anleitungen können recherchiert werden.
Heuristische Evaluation	Fachleute analysieren Software anhand von Heuristiken und typischen bzw. spezifizierten Nutzungsszenarien		Ausprobieren und Benutzung durch Expertinnen/Experten	Nutzung im Kontext		
Lautes Denken	Während der Interaktion mit einem Software-Prototypen spricht eine Benutzerin/ ein Benutzer alle Überlegungen, Gedanken und Handlungsabläufe laut aus	Unklarheiten während Benutzung identifizieren und Anregungen für Verbesserungsmaßnahmen gewinnen	Nutzung durch Benutzerinnen/ Benutzer	Entwicklung von Prototypen	Mängel, Fehler, Unklarheiten, fehlende Informationen	
Personas	Benutzerinnen/ Benutzer werden anhand ihrer sogenannten Charaktereigenschaften und ihrer Verhaltensweisen mit Software durch Experten typisiert	typische Benutzer/ Benutzerinnen identifizieren	Benutzer/ Benutzerineneigenschaften	Planung und Konzeption	Nutzertypen	Softwaregestaltung orientiert sich an erfassten Nutzereigenschaften und nicht an ergonomischen Prinzipien der Gestaltung
Prototyping (mit Papier oder Software)	Benutzerinnen/ Benutzer werden Entwürfe der Software vorgelegt, die benutzt und nach Merkmalen bewertet werden sollen	Sammlung von Verbesserungsvorschlägen und Identifikation von Mängeln	Benutzung von Prototypen	Entwicklung und Prüfung	Gestaltungsmängel, Verbesserungsvorschläge	

Methoden	Beschreibung	Ziel	Testgegenstand	Einsatzphase	Ergebnis	Hinweise zum Einsatz
Storyboard	Der Arbeits- und Interaktionsprozess wird als Kurzgeschichte illustriert.	Arbeits- und Interaktionsabläufe lebendig, aber strukturiert beschreiben	Arbeits- und Interaktionsabläufe	Planung und Konzeption, Entwicklung und Prüfung	Wesentliche Schritte in den Arbeits- und Interaktionsabläufen	
SUMI (Software Usability Measurement Inventory)	Standardisierter Fragebogen mit 50 Fragen, der Beeinträchtigungen durch die Arbeit mit Software erhebt.	Beeinträchtigungen werden allgemein und spezifisch bewertet auf den fünf Dimensionen Affekt, Effizienz, Hilfestellung, Steuerbarkeit und Lernförderlichkeit.	Nutzung durch Benutzerinnen/ Benutzer	Entwicklung und Prüfung, Nutzung und Pflege	Identifikation von Beeinträchtigungen durch die Arbeit mit Software	mindestens zehn hinreichend qualifizierte Nutzerinnen/ Nutzer
Szenarien	Beschreibung von Situationen wann Benutzerinnen/ Benutzer wie warum mit welchem Ergebnis mit Software interagieren.	Einsatz- und Test-szenarien entwickeln; Nutzungskontexte ableiten	Nutzung durch Benutzerinnen/ Benutzer	Planung und Konzeption, Entwicklung und Prüfung, Einführung, Nutzung und Pflege, Ablösung	Nutzungskontexte, Einsatz- und Testszenarien	
Use Cases	Nutzungsablauf verschiedener Benutzerinnen/ Benutzer ermitteln und dokumentieren	Konzeption für die Nutzerführung	Abläufe für Aufgabebearbeitung	Planung und Konzeption	Ablaufmodell für einzelne Benutzungsgruppen	

# Anhang 5: Analyse der Aufgaben und Anforderungen

Analyse der Aufgaben der Benutzerinnen und Benutzer (Tabelle für Schritt 1)  
sowie Beschreibung der Anforderungen und Funktionen der Software (Tabelle für Schritt 2)

Tabelle für Schritt 1: Analyse der Aufgaben der Benutzerinnen und Benutzer				
Nr.	Aufgaben	Prioritäten		
		1	2	3
	Welche grundlegenden Arbeitsaufgaben sollen mit der Software bearbeitet werden?			
1.1	<i>Tragen Sie bitte hier jeweils eine der Aufgaben aus Ihrer Analyse ein.</i>			
1.2				
1.3				
...				

Tabelle für Schritt 2: Beschreibung der Anforderungen und Funktionen der Software				
Nr.	Anforderungen und Funktionen	Prioritäten		
		1	2	3
<b>1</b>	<b>Welche grundlegenden Arbeitsaufgaben sollen mit der Software bearbeitet werden?</b>			
1.1	<i>Tragen Sie bitte hier <b>eine</b> der Aufgaben aus Tabelle für Schritt 1 ein und füllen Sie bitte die Tabelle für <b>diese</b> Aufgabe aus.</i>			
<b>2</b>	<b>Aus welchen Teilarbeitsschritten setzt sich diese Arbeitsaufgabe zusammen?</b>			
2.1				
2.2				
2.3				
...				
<b>3</b>	<b>Was soll die Software innerhalb der einzelnen Teilaufgaben leisten?</b>			
3.1				
3.2				
3.3				
...				
<b>4</b>	<b>Welche speziellen Anforderungen der Software bei der Bearbeitung der Aufgaben wären wünschenswert?</b>			
4.1				
4.2				
4.3				
...				

Tabelle für Schritt 2: Beschreibung der Anforderungen und Funktionen der Software				
Nr.	Anforderungen und Funktionen	Prioritäten		
		1	2	3
<b>5</b>	<b>Welche grundlegenden Funktionen soll die Software anbieten? (z. B.: Drucken, Kopieren, Bearbeiten, Blättern, Listen, Tabellen, Formatieren, Sprache, Schriftgröße)</b>			
5.1				
5.2				
5.3				
...				
<b>6</b>	<b>Welche speziellen Funktionen in einzelnen Bereichen soll die Software anbieten? (z. B.: Einlesen von welchen Daten aus welchen Programmen; Eingabeanforderungen, Rückmeldungen, Rechenfunktionen, Statistik)</b>			
6.1				
6.2				
6.3				
...				
<b>7</b>	<b>Welche Verknüpfungen von Daten soll die Software vornehmen? (z. B.: Gruppen bilden, Verknüpfung von Datenfeldern, Bild/Text-Kombination)</b>			
7.1				
7.2				
7.3				
...				
<b>8</b>	<b>Wie soll die Software für diese Arbeitsaufgabe gestaltet sein? (z. B.: Benutzerführung, Anpassung an bestehende Programme, Orientierungssysteme, Farben)</b>			
8.1				
8.2				
8.3				
...				
<b>9</b>	<b>Welche Bedienanforderungen soll die Software erfüllen? (z. B.: Interaktionsgestaltung, Menüstruktur, Benutzungsschnittstellen, Barrierefreiheit)</b>			
9.1				
9.2				
9.3				
...				

(z. B.: Interaktionsgestaltung, Menüstruktur, Benutzungsschnittstellen, Barrierefreiheit)

Tabelle für Schritt 2: Beschreibung der Anforderungen und Funktionen der Software				
Nr.	Anforderungen und Funktionen	Prioritäten		
		1	2	3
<b>10</b>	<b>Mit welchen Programmen muss die Software kompatibel sein?</b> (z. B.: Betriebssystem, andere Anwendungsprogramme, Internet/Intranet)			
10.1				
10.2				
10.3				
...				
<b>11</b>	<b>Wie soll die Software Fehler behandeln?</b> (z. B.: Sicherheitsabfragen, automatische Fehlerkorrekturen, Fehlerbehandlung durch Benutzerinnen und Benutzer)			
11.1				
11.2				
11.3				
...				
<b>12</b>	<b>Welche Voraussetzungen muss die Software erfüllen?</b> (z. B.: Installation, Online-Nutzung, Hardwareanforderungen)			
12.1				
12.2				
12.3				
...				

## Anhang 6: Genannte Richtlinien, Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Regeln, Normen und Empfehlungen

### *Internationale Guidelines und EU Richtlinien*

Richtlinie (EU) 2016/2102 vom 26. Oktober 2016 über den barrierefreien Zugang zu den Websites und mobilen Anwendungen öffentlicher Stellen, Amtsblatt der Europäischen Union L 327/1.

Richtlinie (EU) 2019/882 vom 17. April 2019 über die Barrierefreiheitsanforderungen für Produkte und Dienstleistungen, Amtsblatt der Europäischen Union L 151/70.

European disability strategy 2010-2020: European accessibility act, Official Journal of the EU June 2019.

Web Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, The World Wide Web Consortium (W3C): Web Accessibility Initiative (WAI), <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/wcag/>, zuletzt besucht am 14.01.2020.

Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG) 2.0, W3C Recommendation 24 September 2015, <https://www.w3.org/TR/ATAG20/>, zuletzt besucht 14.01.2020.

User Agent Accessibility Guidelines (UAAG), W3C Working Group Note 15 December 2015., <https://www.w3.org/TR/UAAG20/>, zuletzt besucht am 14.01.2020.

Accessible Rich Internet Applications (WAI-ARIA) 1.1, W3C Recommendation 14 December 2017, <https://www.w3.org/TR/wai-aria/>, zuletzt besucht 14.01.2020.

U.S. Standards for Electronic and Information Technology: Section 508, U.S. Rehabilitation Act; <https://www.section508.gov/index.php>, zuletzt besucht am 14.01.2020.

### *Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln*

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG) vom 23.05.1949 in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 15.11.2019 I 1546.

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit

(Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) vom 07.08.1996, zuletzt geändert durch Art. 427 V v. 31.8.2015 I 1474.

Betriebsverfassungsgesetz (BetrVG) vom 15.01.1972, neu gefasst durch Bek. v. 25.9.2001 I 2518, zuletzt geändert durch Art. 35 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2652).

Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (ASiG) vom 12.12.1973 (BGBl. I S. 1885), zuletzt geändert durch Art. 3 Abs. 5 G v. 20.4.2013 I 868.

Sozialgesetzbuch Siebtes Buch (Gesetzliche Unfallversicherung – SGB VII) vom 7. August 1996, BGBl. I S. 1254), zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 15.11.2019 I 1602.

Sozialgesetzbuch Neuntes Buch (Rehabilitation und Teilhabe von Menschen mit Behinderungen – SGB IX), vom 23. Dezember 2016 (BGBl. I S. 3234), zuletzt geändert durch Art. 5 G v. 8.7.2019 I 1025.

Gesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz – BGG) vom 27. April 2002 (BGBl. I S. 1467, 1468), zuletzt geändert durch Art. 3 G v. 10.7.2018 I 1117.

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 1 V v. 18.10.2017 I 3584.

Technische Regeln für Arbeitsstätten (ASR). <https://www.baua.de>.

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 30.4.2019 I 554.

TRBS 1151 – Technische Regel für Betriebssicherheit: Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel – Ergonomische und menschliche Faktoren, Arbeitssystem, GMBL. 2015, S. 340 [Nr. 17/18].

Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (Arb-MedVV) vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768), zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 12.7.2019 I 1082.



AMR Nr. 2.1 – Arbeitsmedizinische Regel: Fristen für die Veranlassung / das Angebot arbeitsmedizinischer Vorsorge, GMBI Nr. 28, 20. Juli 2016, S. 558.

AMR Nr. 14.1 – Arbeitsmedizinische Regel: Angemessene Untersuchung der Augen und des Sehvermögens, GMBI Nr. 63 vom 17. Dezember 2013, S. 1264.

Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz (Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung – BITV 2.0) vom 12. September 2011 (BGBl. I S. 1843), zuletzt geändert durch Art. 1 V v. 21.5.2019 I 738.

Verordnung zur Modernisierung des Vergaberechts (VergModVO) vom 12. April 2016 (BGBl. I S. 624).

#### *Regelwerk und Empfehlungen der gesetzlichen Unfallversicherung*

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“
- DGUV Regel 115-401 „Branche Bürobetriebe“
- DGUV Regel 115-402 „Branche Call Center“
- DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfaden für die Gestaltung“
- Factsheet „Gefährden LED-hinterleuchtete Bildschirme die Augen?“, Sachgebiet Büro des Fachbereichs Verwaltung der DGUV, August 2015, [https://www.dguv.de/medien/fb-verwaltung/documents/stellungn\\_led.pdf](https://www.dguv.de/medien/fb-verwaltung/documents/stellungn_led.pdf), zuletzt besucht 14.01.2020.

#### *DIN-Normen*

- DIN EN ISO 6385 „Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2016)“, Deutsche Fassung EN ISO 6385:2016.
- DIN EN ISO 7731 „Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale (ISO 7731:2003)“, Deutsche Fassung EN ISO 7731:2008.
- DIN EN ISO 9241-11 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 11: Gebrauchstauglichkeit: Begriffe und Konzepte (ISO 9241-11:2018)“, Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:2018.
- DIN EN ISO 9241-110 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2020)“, Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2020
- DIN EN ISO 9241-112 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung (ISO 9241-112:2017)“, Deutsche Fassung EN ISO 9241-112:2017.
- DIN EN ISO 9241-125 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 125: Empfehlungen zur visuellen Informationsdarstellung (ISO 9241-125:2017)“, Deutsche Fassung EN ISO 9241-125:2017.
- DIN EN ISO 9241-171 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software (ISO 9241-171:2008)“, Deutsche Fassung EN ISO 9241-171:2008.
- DIN EN ISO 9241-210 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 210: Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme (ISO 9241-210:2020); Deutsche Fassung EN ISO 9241-210:2020.
- DIN EN ISO 9241-410 „Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 410: Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte (ISO 9241-410:2008 + Amd.1:2012)“, Deutsche Fassung EN ISO 9241-410:2008 + A1:2012.
- DIN EN 614-2 „Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben“, Deutsche Fassung EN 614-2:2000+A1:2008.
- Normenreihe DIN EN 894 „Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen“

- DIN EN ISO 10075-1 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe (ISO 10075-1:2017)“, Deutsche Fassung EN ISO 10075-1:2017.
- DIN EN ISO 10075-2 „Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze (ISO 10075-2:1996)“, Deutsche Fassung EN ISO 10075-2:2000.
- DIN EN ISO 11064-1 „Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 1: Grundsätze für die Gestaltung von Leitzentralen (ISO 11064-1:2000)“, Deutsche Fassung EN ISO 11064-1:2000.
- DIN ISO 14289-1 „Dokumentenmanagementanwendungen – Verbesserung der Barrierefreiheit für das Dateiformat von elektronischen Dokumenten – Teil 1: Anwendung der ISO 32000-1 (PDF/UA-1) (ISO 14289-1:2014)“, 2014.
- DIN EN 29241-2 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten; Teil 2: Anforderungen an die Arbeitsaufgaben; Leitsätze (ISO 9241-2:1992)“, Deutsche Fassung EN 29241-2:1993.
- DIN EN 301549 „Barrierefreiheitsanforderungen für IKT-Produkte und -Dienstleistungen“ (2020); Englische Fassung EN 301 549 V2.1.2 (2018).

#### *VDI*

- VDI/VDE 3850 Blatt 2 „Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen – Interaktionsgeräte für Bildschirme“, 2017.



**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-9876  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)