

Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt

Mensch-Rechner-Interaktion

baua: Bericht

**Forschung
Projekt F 2353**

K. Höhn
A. Jandová
S. Paritschkow
M. Schmauder

**Psychische Gesundheit
in der Arbeitswelt**

Mensch-Rechner-Interaktion

Dortmund/Berlin/Dresden 2016

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des BAuA-Forschungsprojekts „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt - Wissenschaftliche Standortbestimmung“ erstellt und ist dem Themenfeld „Technische Faktoren“ zugeordnet. Weitere Informationen zum Projekt finden Sie unter www.baua.de/psychische-gesundheit. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren Dr.-Ing. Katrin Höhn
Dr. Alzbeta Jandová
Silke Paritschkow
Prof. Dr.-Ing. Martin Schmauder
Technische Universität Dresden

Titelbild: eckedesign, Berlin

Titelgestaltung: eckedesign, Berlin

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
Friedrich-Henkel-Weg 1 - 25, 44149 Dortmund
Postanschrift: Postfach 17 02 02, 44061 Dortmund
Telefon: 0231 9071-2071
Telefax: 0231 9071-2070
E-Mail: info-zentrum@baua.bund.de
Internet: www.baua.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40 - 42, 10317 Berlin
Telefon: 030 51548-0
Telefax: 030 51548-4170

Dresden:
Fabricestr. 8, 01099 Dresden
Telefon: 0351 5639-50
Telefax: 0351 5639-5210

Nachdruck und sonstige Wiedergabe sowie Veröffentlichung, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

www.baua.de/dok/7930572

DOI: 10.21934/baua:bericht20160713/4e

ISBN 978-3-88261-199-1



Abstract

Beim Review zur Mensch-Rechner-Interaktion im Büro (Arbeitsbedingungsfaktor) wurden Studien zur Software (Merkmal A) und zu Ein- und Ausgabegeräten (Merkmal B) recherchiert und ausgewertet. Die zentrale Fragestellung lautete: Welchen Einfluss hat die Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion im Büro unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht auf die psychische Gesundheit, das Befinden, die Motivation und Arbeitszufriedenheit sowie die Leistung?

Die Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion (MRI) im Büro beschäftigt sich mit der benutzergerechten Gestaltung von interaktiven Systemen und ihren Mensch-Maschine-Schnittstellen im Büro. Zwei wichtige Aspekte in der Mensch-Rechner-Interaktion im Büro sind die Ergonomie und die Gebrauchstauglichkeit von Soft- und Hardware. Entsprechend wurden Studien zu Gestaltungsaspekten von Software sowie von Ein- und Ausgabegeräten inkl. Hand-/Armauflagen im Bürokontext (z.B. Verwaltung, Architekturbüro, Dateneingabe, Hotel-Rezeption, Call-Center) untersucht. Nicht untersucht wurden hingegen Studien zu Produktions- und Überwachungstätigkeiten, Virtual Reality, e-Learning, Computer-Training oder der Gestaltung von Webseiten, zur Anwendung von Software zur medizinischen Diagnose, von Computern zur wiss. Grundlagenforschung (z.B. zur räumlichen Wahrnehmung) sowie von computergestützten Programmen zur Gesundheitsförderung (z.B. automatische Pausenerinnerung). Auch methodologische Studien (z.B. Vergleich von verschiedenen Methoden der Messung von Computer-Arbeitszeit) sowie mit dem Schwerpunkt Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung wurden nicht in den Review mit einbezogen.

Für die ca. 51.000 in den Datenbanken PubMed und EBSCO recherchierten Titel zum Thema erfolgte ein stufenweiser, kriterienbasierter Ausschluss auf letztlich 63 gesichtete Volltexte und 5 durch Handsuche recherchierte Titel.

Von den 68 ausgewerteten Studien wurden 59 in Laborumgebung durchgeführt, gefolgt von acht Felduntersuchungen und einer Meta-Analyse. An den Untersuchungen nahmen überwiegend studentische, altershomogene Gelegenheitsstichproben teil (N= 26 Studien), in 18 Studien wurden Erwerbstätige als Versuchspersonen herangezogen. In 17 Studien wurde keine Stichprobencharakteristik angeboten. Kleine Studienanordnungen überwogen, in 39 Studien waren nicht mehr als 40 Versuchspersonen involviert, in weiteren 20 zählte die untersuchte Stichprobe zw. 41 bis max. 100 Personen. Die Operationalisierung der Outcomes wurde sehr unterschiedlich gehandhabt. Leistung wurde in ihrer quantitativen und qualitativen Ausprägung objektiv, meist über Zeit und Menge (der erledigten Aufgaben bzw. der Fehler) erfasst. Befinden und Motivation/ Arbeitszufriedenheit wurden in den Studien sehr facettenreich aufgefasst. Die Erfassung erfolgte in den meisten Fällen über subjektive Messmethoden, in ca. 50% der Fälle wurde auf bereits getestete Skalen (z.B. NASA Task Load Index) zurückgegriffen.

Beim Merkmal A – Software - wurden in den ausgewerteten 43 Studien die Dialoggestaltung, Informationsdarstellung, Dialogführung und Benutzerführung betrachtet bzw. deren Zusammenhang zur psychischen Gesundheit, zum Befinden, zur Motivation/ Arbeitszufriedenheit und zur Leistung.

Generell ist sowohl für die Informationsdarstellung als auch für die Dialogführung eine sehr geringe Studienzahl festzustellen. Nur wenige Aspekte der Informationsdarstellung spielen hierbei eine Rolle. Das gleiche gilt für die Dialogführung. Besser sieht die Datenlage hingegen bei der Benutzerführung und Dialoggestaltung aus. Bei der Benutzerführung wurden die meisten Untersuchungen zum Feedback durchgeführt, auch zum Fehlermanagement und zu Online-Hilfen konnten Studien recherchiert werden. Die meisten Studien beschäftigen sich mit dem Zusammenhang zur Leistung, die wenigsten mit der psychischen Gesundheit.

Beim Merkmal B - Ein- und Ausgabegeräte - wurden in den ausgewerteten 25 Studien die Gestaltung der physikalischen Eingabegeräte, der Displays und der Sprachdialogsysteme bzw. deren Zusammenhang zur psychischen Gesundheit, zum Befinden, zur Motivation/ Arbeitszufriedenheit und zur Leistung.

Die meisten Studien konnten für den Zusammenhang zwischen den Ein- und Ausgabesystemen und Leistung gefunden werden. Für den Outcome Motivation/ Arbeitszufriedenheit konnten für die Eingabegeräte 11 Studien und für Displays zwei Studien recherchiert werden. Sechs Untersuchungen liegen für Sprachdialogsysteme vor. Zur psychischen Gesundheit liegen keine Studien vor.

Bei den physikalischen Eingabesystemen wurden in der Regel Vergleich zwischen verschiedenen Arten von Eingabemitteln (z. B. Tastatur vs. Maus, Trackball vs. Maus usw.) bzw. Vergleiche zwischen verschiedenen Ausprägungen (verschiedene Tastaturarten, verschiedene Mausarten usw.) durchgeführt. Die untersuchten Outcome-Aspekte bezogen sich meist auf die Ermüdung, das Unwohlsein und den Nutzungskomfort. Recht wenige Untersuchungen bzw. Erkenntnisse gibt es zu Mäusen. Untersuchungen zur Trackballs gab es ebenfalls kaum. Auch zu Tablets wurde lediglich eine Studie gefunden.

Zu Displays wurden sechs, zu Sprachdialogsystemen sieben Studien recherchiert und ausgewertet. Neben den Zusammenhängen zur Leistung wurden hier das Befinden und die Arbeitszufriedenheit untersucht.

Für die ausgewerteten Studien wurde jeweils eine Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den Aspekten der Softwaregestaltung bzw. Arten der Ein- und Ausgabegeräte und deren Zusammenhänge zu den Outcomes vorgenommen und anschließend eine Bewertung durchgeführt.

Aus den ausgewerteten 68 Studien zu Software und Ein- und Ausgabegeräten wurden Gestaltungsempfehlungen entnommen. Bei der Softwaregestaltung beziehen sich jedoch lediglich auf die untersuchten, und daher oft vereinzelt Aspekte wie Feedback, Menügestaltung oder Fehlermanagement. Bei den Ein- und Ausgabegeräten beziehen sich die Gestaltungsempfehlungen einerseits auf die Gestaltung der Geräte selbst (z. B. von Tastaturen oder Griffeln), andererseits auf deren Eignung zur Erfüllung von Arbeitsaufgaben am Computer (z. B. für Dateneingabe). Sprachdialogsysteme werden als ergänzendes System empfohlen.

Gesichertes Gestaltungswissen beschränkt sich demnach ebenfalls nur auf einzelne Untermerkmale der Gestaltung von Software bzw. der Ein- und Ausgabegeräte. Die Gestaltungshinweise bestätigen die bisherigen Empfehlungen aus den bekannten Richtlinien (DIN EN ISO 9241, DGUV Information 215-410) und gehen (bedingt durch die schnellen technologischen Entwicklungen) teilweise darüber hinaus. Sie lassen vermuten, dass die Beachtung dieser Gestaltungshinweise zu besseren Befinden, zu besserer Motivation/ Arbeitszufriedenheit und zu einer besseren Leistung führen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass es relativ wenige Untersuchungen zum Zusammenhang von Mensch-Rechner-Interaktion im Büro und psychischer Gesundheit, Befinden, Motivation/ Arbeitszufriedenheit sowie Leistung (= den fokussierten Outcomes) gibt. Die bisherigen Forschungsergebnisse beziehen sich vor allem auf Teilaspekte der Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion im Büro und dabei wiederum meist nur auf den Zusammenhang zur Leistung. Dabei wurde die Leistung auf vielfältige Art operationalisiert und anhand sehr unterschiedlicher (kleinerer) Aufgaben am Rechner unter Laborbedingungen überprüft, so dass selbst für dieses Outcome keine vereinheitlichenden Aussagen möglich sind.

Alter und Geschlecht als moderierende Variablen spielten bisher eine untergeordnete bis fast gar keine Rolle.

Generell gibt es Hinweise darauf, dass eine „gute“ Gestaltung von Soft- und Hardware im Büro zur Verbesserung von Befinden, Motivation/ Arbeitszufriedenheit und Leistung bei-

tragen können. Für die psychische Gesundheit ist dies bisher ungeklärt. Ebenso wenig existieren Erkenntnisse zu Beanspruchungen (Über- oder Unterforderung durch die Gestaltung der MRI im Büro) oder eventuelle Beanspruchungsfolgen (bspw. Monotonie, Ermüdung, Sättigung, Stress). Um solche Erkenntnisse zu gewinnen, müssten vermehrt Feldstudien durchgeführt werden. Die meisten der recherchierten Studien waren jedoch Laborstudien, die keine Rückschlüsse auf kurz- und langfristige Beanspruchungen oder Beanspruchungsfolgen zulassen. Auch in den wenigen Feldstudien wurden Beanspruchungen und Beanspruchungsfolgen nicht untersucht.

Zu beachten ist dabei, dass nicht nur die moderierenden Variablen Alter und Geschlecht, sondern weitere Variablen wie beispielsweise die Organisation, die Unternehmenskultur oder die erlebte Sinnhaftigkeit der Arbeit einen großen Einfluss auf die psychische Gesundheit, das Befinden, die Motivation/Arbeitszufriedenheit sowie die Leistung haben. Es fehlen entsprechend ganzheitlich angelegte Längsschnitt-Feldstudien mit einer soliden Datenbasis. Dabei sollten die aktuellen Gestaltungsmöglichkeiten zur Mensch-Rechner-Interaktion, aktuelle Trends im Büro, jüngere Nutzergruppen sowie neue Beschäftigungsformen Berücksichtigung finden.

Durch die bisherige Ausrichtung auf Laborstudien konnten auch Fragestellungen, die sich aus dem Wandel der Arbeit ergeben, nicht genug berücksichtigt werden.

Inhaltsverzeichnis

1.	Theorien und Modelle zum Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro	10
2.	Betriebliche Rahmenbedingungen	11
3.	Eckdaten zur Literaturrecherche	12
4.	Beschreibung des Zusammenhangs zwischen dem Arbeitsbedingungsfaktor MRI im Büro und Outcomes	15
4.1.	Beschreibung zum Merkmal A: Software	15
4.1.1.	Beschreibung zum Merkmal Software und Gesundheit	20
4.1.2.	Beschreibung zum Merkmal Software und Befinden	20
4.1.3.	Beschreibung zum Merkmal Software und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit	22
4.1.4.	Beschreibung zum Merkmal Software und Leistung Informationsdarstellung	23
4.2.	Beschreibung zum Merkmal B: Ein- und Ausgabegeräte	27
4.2.1.	Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und psychische Gesundheit	32
4.2.2.	Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Befinden	33
4.2.3.	Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit	35
4.2.4.	Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Leistung	37
5.	Bewertung und Diskussion der Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen dem Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro und den Outcomes	41
5.1.	Bewertung zum Merkmal Software	41
5.1.1.	Bewertung zum Merkmal Software und psychische Gesundheit	41
5.1.2.	Bewertung zum Merkmal Software und Befinden	42
5.1.3.	Bewertung zum Merkmal Software und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit ..	44
5.1.4.	Bewertung zum Merkmal Software und Leistung	47
5.2.	Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte	48

5.2.1.	Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Gesundheit.....	48
5.2.2.	Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Befinden.....	48
5.2.3.	Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit	51
5.2.4.	Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Leistung	53
6.	Zusammenfassende Bewertung des Arbeitsbedingungsfaktors Mensch- Rechner-Interaktion im Büro	57
6.1.	Zusammenfassende Bewertung zum Merkmal Software	57
6.1.1.	Zusammenfassende Bewertung anhand der Outcomes	57
6.1.2.	Zusammenfassende Bewertung anhand der Untermerkmale	58
6.1.3.	Zusammenfassende Bewertung der moderierenden Variablen Alter und Geschlecht	59
6.1.4.	Forschungsbedarf zum Merkmal Software des Arbeitsbedingungsfaktors Mensch-Rechner-Interaktion im Büro.....	59
6.2.	Zusammenfassende Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte des Arbeitsbedingungsfaktors Mensch-Rechner-Interaktion im Büro	62
6.2.1.	Zusammenfassende Bewertung anhand der Outcomes	62
6.2.2.	Zusammenfassende Bewertung der moderierenden Variablen Alter und Geschlecht	64
6.2.3.	Forschungsbedarf zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte des Arbeitsbedingungsfaktors Mensch-Rechner-Interaktion im Büro	64
6.3.	Forschungsbedarf aus aktuellen Entwicklungen beim Arbeitsbedingungs- faktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro.....	65
7.	Gestaltungsaussagen zum Arbeitsbedingungsfaktor MRI im Büro	66
7.1.	Gestaltungswissen zur Software auf der Basis von Interventionsstudien	66
7.1.1.	Gestaltungswissen zu Ein- und Ausgabegeräten auf der Basis von Interventionsstudien.....	67
7.2.	Gestaltungsempfehlungen auf der Grundlage von Zusammenhängen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen (nur plausible oder gesicherte Annahmen)	67

7.2.1.	Software.....	67
7.2.2.	Zusammenfassung zu den Gestaltungshinweisen zum Merkmal Software	71
7.2.3.	Ein- und Ausgabegeräte	72
7.2.4.	Zusammenfassung zu den Gestaltungshinweisen zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte.....	76
7.3.	In allgemeiner Form berichtete Gestaltungshinweise	76
8.	Suchstrings zum Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro.....	77
9.	Literatur zum Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro	82
10.	Tabellenverzeichnis	88
11.	Abbildungsverzeichnis	88

1. Theorien und Modelle zum Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

„Das Gebiet Mensch-Rechner-Interaktion umfasst die Analyse, Gestaltung und Bewertung menschen- und aufgabengerechter Computeranwendungen“ (Strauss et al., 2006). Dabei werden neben Erkenntnissen der Informatik auch solche aus der Psychologie (vor allem der Medienpsychologie), der Arbeitswissenschaft, der Kognitionswissenschaft, der Ergonomie, der Soziologie und dem Design herangezogen.

Ein übergeordnetes Gebiet ist die *Mensch-Maschine-Interaktion* (oder Mensch-Maschine-Kommunikation), die sich mit ähnlichen Fragestellungen beschäftigt, aber den Interaktionspartner des Menschen zur Maschine verallgemeinert. In jedem Fall wird das Gesamtsystem von Mensch, Schnittstelle und dahinterliegendem technischen System zu einem Mensch-Maschine-System.

Unter einem interaktiven System wird eine Kombination von Hard- und Software verstanden, die Eingaben von einem Benutzer empfängt und Ausgaben zu einem Benutzer übermittelt, um ihn bei der Ausführung der Arbeitsaufgabe zu unterstützen (DIN EN ISO 9241-110, 2008).

Zu einer Benutzerschnittstelle gehören alle Bestandteile eines interaktiven Systems (Software oder Hardware), die Informationen und Steuerelemente zur Verfügung stellen, die für den Benutzer notwendig sind, um eine bestimmte Arbeitsaufgabe mit einem interaktiven System zu erledigen (DIN EN ISO 9241-110, 2008).

Die Mensch-Rechner-Interaktion im Rahmen dieses Reviews bezieht sich auf die Gestaltung von interaktiven Systemen im *Büro*.

Zwei wichtige Aspekte in der Mensch-Rechner-Interaktion im Büro sind die Ergonomie und die *Gebrauchstauglichkeit* von Soft- und Hardware. Folgende Definitionen für diese beiden Begriffe bestehen:

Ergonomie (nach DIN EN ISO 26800, 2011)

„[...] wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkungen zwischen menschlichen und anderen Elementen eines Systems befasst, und der Berufszweig, der Theorie, Prinzipien, Daten und Methoden auf die Gestaltung von Arbeitssystemen anwendet, mit dem Ziel, das Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren.“

„[...] Ziel einer ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen ist die Optimierung der Arbeitsbeanspruchung, die Vermeidung beeinträchtigender Auswirkungen und die Förderung erleichternder Auswirkungen. Eine nicht beeinträchtigte menschliche Leistung wird gleichzeitig oft die Effektivität und Effizienz des Systems verbessern und so zur Erreichung eines weiteren wichtigen Ziels, der ergonomischen Gestaltung von Arbeitssystemen, beitragen. Bei der Gestaltung von Arbeitssystemen sollte der Mensch als Hauptfaktor und integraler Bestandteil des zu gestaltenden Systems, einschließlich des Arbeitsablaufs und der Arbeitsumgebung, gelten. [...]“

Gebrauchstauglichkeit (nach DIN EN ISO 9241-11, 1999)

„[...] Das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erreichen.“

„Effektivität: Die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen.“

„Effizienz: Der im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzte Aufwand, mit dem Benutzer ein bestimmtes Ziel erreichen.“

„Zufriedenheit: Freiheit von Beeinträchtigungen und positive Einstellungen gegenüber der Nutzung des Produktes.“

„Nutzungskontext: Die Benutzer, die Ziele, Aufgaben, Ausrüstung (Hardware, Software und Materialien) sowie die psychische und soziale Umgebung, in der das Produkt genutzt wird.“

Die Normenreihe EN ISO 9241 definiert, welche ergonomischen Anforderungen an die Mensch-System-Interaktion, speziell auch für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, gestellt werden und welche Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit von Soft- bzw. Hardware bestehen (insbesondere Teil 110 und 11 der Norm DIN EN ISO 9241).

2. Betriebliche Rahmenbedingungen

Die Mensch-Rechner-Interaktion im Büro findet an Bildschirmarbeitsplätzen statt. Ein *Bildschirmarbeitsplatz* nach Bildschirmarbeitsverordnung ist ein Arbeitsplatz mit einem Bildschirmgerät, der ausgestattet sein kann mit

1. Einrichtungen zur Erfassung von Daten,
2. Software, die den Beschäftigten bei der Ausführung ihrer Arbeitsaufgaben zur Verfügung steht,
3. Zusatzgeräten und Elementen, die zum Betreiben oder Benutzen des Bildschirmgeräts gehören oder
4. sonstigen Arbeitsmitteln sowie der unmittelbaren Arbeitsumgebung.

Die DGUV Information 215-410 (vormals BGI 650) definiert den *Bildschirmarbeitsplatz* als den räumlichen Bereich im Arbeitssystem einschließlich der unmittelbaren Arbeitsumgebung, der mit Bildschirmgerät sowie gegebenenfalls mit Zusatzgeräten und sonstigen Arbeitsmitteln ausgerüstet ist. Derartige mit Bildschirmgeräten ausgerüstete Arbeitsplätze sind zum Beispiel:

- Büroarbeitsplätze
- CAD-Arbeitsplätze (CAD – Computer Aided Design)
- Arbeitsplätze zur Softwareerstellung und -prüfung
- Arbeitsplätze zur Gestaltung und Aufbereitung von Texten, Bildern und Grafiken

Büroarbeitsplatz ist nach DGUV Information 215-410 ein Arbeitsplatz, an dem Informationen erzeugt, erarbeitet, bearbeitet, ausgewertet, empfangen oder weitergeleitet werden. Dabei werden zum Beispiel Planungs-, Entwicklungs-, Beratungs-, Leitungs-, Verwaltungs- oder Kommunikationstätigkeiten sowie diese Tätigkeiten unterstützende Funktionen ausgeführt.

Im Rahmen der Reviews werden demzufolge Büroarbeitsplätze betrachtet, die Bildschirmarbeitsplätze im Sinne der Bildschirmarbeitsverordnung und der DGUV Information 215-

410 sind. Dementsprechend werden die Merkmale Software und Ein- und Ausgabegeräte als wesentliche Bestandteile von Bildschirmarbeitsplätzen im Büro untersucht. Bei den Studien, die im Review schließlich ausgewertet werden, handelt es sich zum Großteil um Laborexperimente, in denen Studenten bürorelevante Aufgaben erledigen sollten (Texteingabe und -verarbeitung, Dateiablage, Informationssuche, Datenbanksuche, Nutzung von Bürosoftware wie z. B. Projektmanagementsoftware). Die wenigen relevanten Feldstudien haben folgende Stichproben untersucht: Büroschreibkräfte, Programmierer, Angestellte in der Unternehmensverwaltung (z. B. Buchhaltung), Architekturbüroangestellte, Callcenter-Arbeitskräfte, Hotelangestellte (Rezeption, Verkauf, Marketing) sowie Hochschulangestellte.

3. Eckdaten zur Literaturrecherche

Die Literaturrecherche beschränkte sich auf die wissenschaftlichen Datenbanken PubMed und EBSCO host. In der Abbildung 1 ist die Entwicklung der Datenbasis für die Erstellung des Scoping Reviews dargestellt. Für die ca. 51.000 anfangs recherchierten Titel zum Thema erfolgte ein stufenweiser Ausschluss auf letztlich 63 gesichtete Volltexte und fünf durch Handsuche recherchierte Titel. Tabelle 1 bietet einen Überblick über die inhaltlichen Kriterien für den Ein- und Ausschluss von Studien ins Gutachten.

Tab. 1 Ein- und Ausschlusskriterien für die Aufnahme der Artikel ins Gutachten

Einschlusskriterium	Ausschlusskriterium
Untersuchte Inhalte entsprechen dem Arbeitsbedingungsfaktor (Definition siehe Kapitel 1.) *	Produktionskontext *
Bürokontext (z. B. Verwaltung, Architekturbüro, Dateneingabe, Hotelrezeption, Callcenter etc.)	Überwachungstätigkeit (Flugverkehr, Produktion) *
	Virtual Reality *
	Anwendung von Software zur medizinischen Diagnose *
	E-Learning und Computertraining
	Anwendung von Computern zur wissenschaftlichen Grundlagenforschung (z. B. zur räumlichen Wahrnehmung)
	Methodologische Studien (z. B. Vergleich von verschiedenen Methoden der Messung von Computerarbeitszeit)
	Computergestützte Programme zur Gesundheitsförderung (z. B. automatische Pausenerinnerung)
	Schwerpunkt Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung (z. B. Körperhaltung, Arbeitsmenge, Arbeiten am Rechner im Stehen vs. Sitzen, ergonomische Gestaltung der Bürostühle)
	Gestaltung von Webseiten
	Bei Ein- und Ausgabegeräten: Studien zu körperlichen Funktionen und somatischer Gesundheit (siehe Anmerkung weiter im Text)

* = Kriterien, die bereits in der Phase der Überschriftenüberprüfung (Titelplausibilität) angewendet wurden.

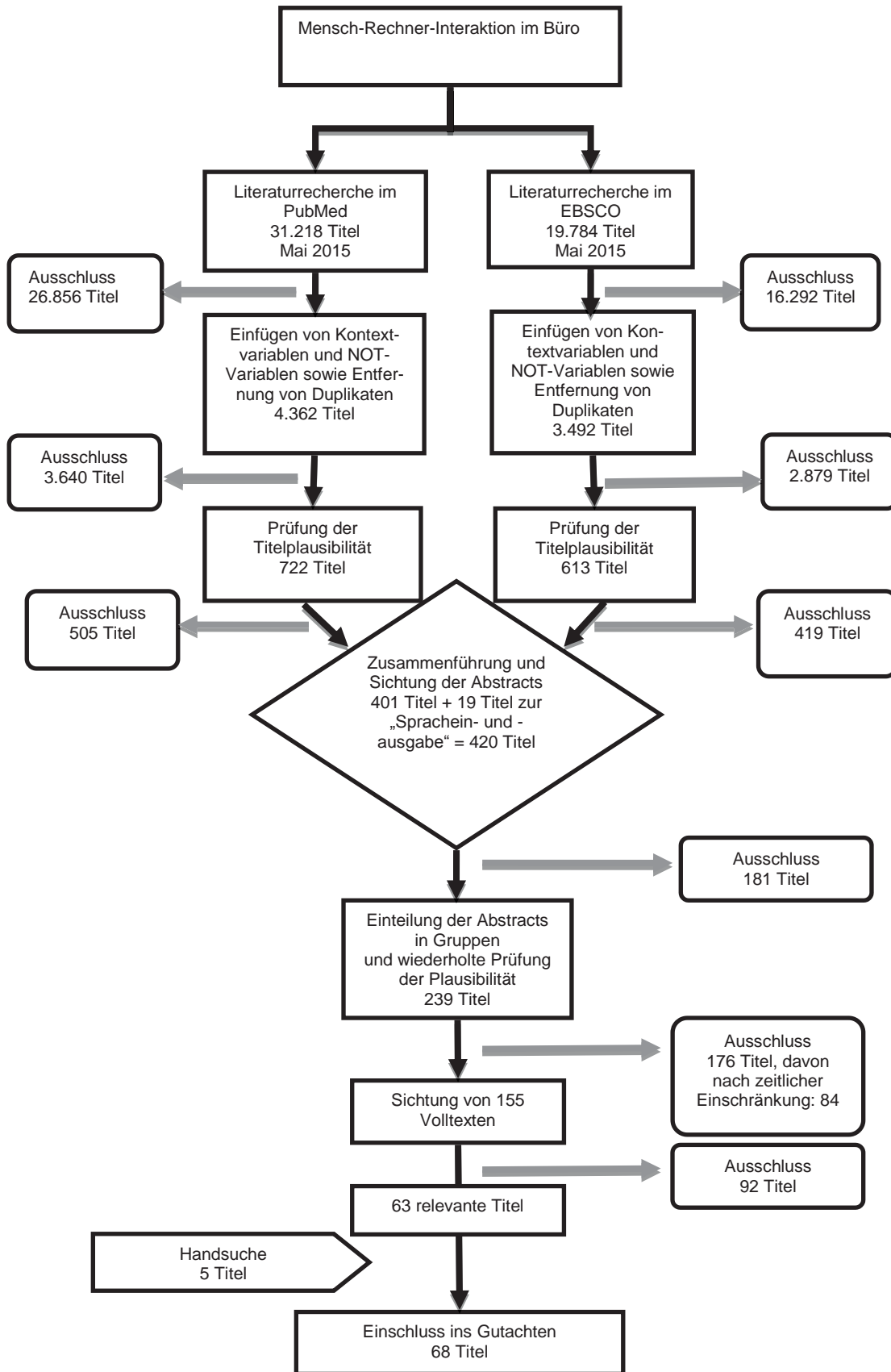


Abb. 1 Entwicklung der Datenbasis für die Erstellung des Scoping Reviews

4. Beschreibung des Zusammenhangs zwischen dem Arbeitsbedingungsfaktor MRI im Büro und Outcomes

Der Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro enthält folgende Merkmale:

- A. Software (Dialoggestaltung, Informationsdarstellung, Dialogführung, Benutzerführung)
- B. Ein- und Ausgabegeräte (physikalische Eingabegeräte, Displays und Sprachdialogsysteme)

Eine ergonomische Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion im Büro zielt darauf ab, das Wohlbefinden des Menschen und die Leistung des Gesamtsystems zu optimieren. Hierbei geht es neben der Optimierung der Arbeitsbeanspruchung um die Vermeidung von beeinträchtigenden Auswirkungen und die Förderung von erleichternden Auswirkungen. Im vorliegenden Review sollen aus dieser Sicht heraus für die oben genannten Merkmale Software sowie Ein- und Ausgabegeräte an Büroarbeitsplätzen Studien ausgewertet werden, die Erkenntnisse zu den Auswirkungen bzw. zur Gestaltung von

- (psychischer) Gesundheit,
- Befinden,
- Motivation/Arbeitszufriedenheit und
- Leistung

zum Gegenstand haben.

Die neueste Forschung zeigt, dass mehr als zwei Drittel aller berufsbedingten muskuloskeletalen Erkrankungen des oberen Bewegungsapparats im Büro auf biomechanische Ursachen zurückzuführen sind, wie sich wiederholende Bewegungen oder extreme Körperhaltung (Chen & Leung, 2007). Psychosomatische Ursachen – so wie sie im Rahmen des vorliegenden Review-Projektes angenommen werden – sind weniger wahrscheinlich. Bei der Extraktion der Studien zu physikalischen Ein- und Ausgabegeräten sollten deshalb nur Studien zur Gesundheit Berücksichtigung finden, die sich mit einer anderen als einer biomechanischen Ursache für körperliche Beeinträchtigung auseinandersetzen.

4.1. Beschreibung zum Merkmal A: Software

Im Zusammenhang mit der Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit von Software spielt die Informationsverarbeitung des Menschen eine wichtige Rolle. Das kognitive System des Menschen sorgt für die Informationsaufnahme und -wiedergabe. Aus wahrgenommenen Informationen wird Wissen generiert. Hierbei gelten Prinzipien der menschlichen Informationsverarbeitung wie Subjektivität, Konstanzphänomene und Gestaltungsphysiologie/-gesetze.

Unter Beachtung dieser Prinzipien sollten Informationen so dargestellt werden, dass sie effektiv, effizient und mit Zufriedenheit wahrgenommen werden können, klar vermittelt werden und voneinander unterscheidbar sind. Nach DIN EN 9241-12 (2000) sollten der Nutzungskontext des Systems und die Benutzerbelange immer berücksichtigt werden. Folgende Eigenschaften bei der *Informationsdarstellung* sind daher zu beachten:

- Klarheit: Der Informationsinhalt wird schnell und genau vermittelt.
- Unterscheidbarkeit: Die angezeigte Information kann genau unterschieden werden.

- Kompaktheit: Den Benutzern wird nur jene Information gegeben, die für das Erledigen der Aufgabe notwendig ist.
- Konsistenz: Gleiche Information wird innerhalb der Anwendung entsprechend den Erwartungen des Benutzers stets auf gleiche Art dargestellt.
- Erkennbarkeit: Die Aufmerksamkeit des Benutzers wird zur benötigten Information gelenkt.
- Lesbarkeit: Die Information ist leicht zu lesen.
- Verständlichkeit: Die Bedeutung ist leicht verständlich, eindeutig, interpretierbar und erkennbar.

Diese charakteristischen Eigenschaften fließen in die *Dialoggestaltung* ein. Unter Dialog wird dabei die zielführende Interaktion zwischen Benutzer und System verstanden. Bei dessen Gestaltung sind wiederum Prinzipien zu beachten:

- Aufgabenangemessenheit: Ein interaktives System ist aufgabenangemessen, wenn es den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe zu erledigen, d. h., wenn Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgabe basieren, anstatt auf der zur Aufgabenerledigung eingesetzten Technologie.
- Selbstbeschreibungsfähigkeit: Ein Dialog ist in dem Maße selbstbeschreibungsfähig, in dem für den Benutzer zu jeder Zeit offensichtlich ist, in welchem Dialog, an welcher Stelle im Dialog er sich befindet, welche Handlungen unternommen werden können und wie diese ausgeführt werden können.
- Steuerbarkeit: Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.
- Erwartungskonformität: Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den aus dem Nutzungskontext heraus vorhersehbaren Benutzerbelangen sowie allgemein anerkannten Konventionen entspricht.
- Fehlertoleranz: Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann. Fehlertoleranz wird mit folgenden Mitteln erreicht: Fehlererkennung und -vermeidung (Schadensbegrenzung), Fehlerkorrektur oder Fehlermanagement, um mit Fehlern umzugehen, die sich ereignen.
- Individualisierbarkeit: Ein Dialog ist individualisierbar, wenn Benutzer die Mensch-System-Interaktion und die Darstellung von Informationen ändern können, um diese an ihre individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse anzupassen.
- Lernförderlichkeit: Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen der Nutzung des interaktiven Systems unterstützt und anleitet.

Die Norm DIN EN ISO 9241-110 unterstützt diese Gestaltungsprinzipien durch vertiefende Anforderungen.

Die folgende Abb. 2 (nach DIN EN ISO 9241-11, Teil 11 und Adler et al., 2010) zeigt den Zusammenhang zwischen Informationsdarstellung, Dialoggestaltung und Gebrauchstauglichkeit, auf.

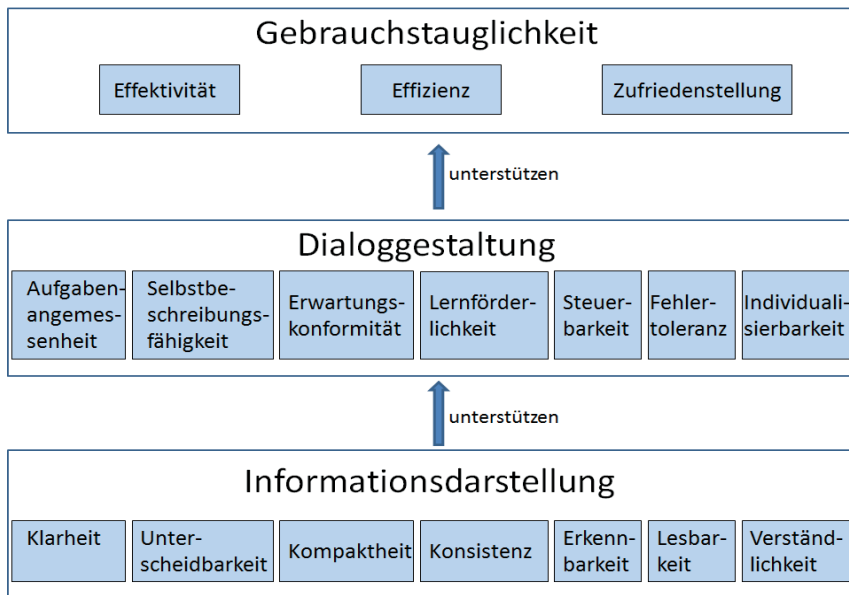


Abb. 2 Zusammenhang zwischen Informationsdarstellung, Dialoggestaltung und Gebrauchstauglichkeit (nach DIN EN ISO 9241-11, Teil 11 und Adler et al., 2010)

Die dargestellten Grundsätze der Dialoggestaltung und Informationsdarstellung werden durch weitere Kriterien gestützt:

Die *Benutzerführung* wird durch die Norm DIN EN ISO 9241-13 konkretisiert. Zu folgenden Aspekten sind hier Empfehlungen enthalten:

- allgemeine Empfehlungen zur Benutzerführung
- Eingabeaufforderungen: Eingabeaufforderungen zeigen an, dass das System auf eine Eingabe wartet.
- Rückmeldung: eine Rückmeldung ist eine Information als Reaktion auf Eingaben des Benutzers.
- Statusinformation: Die Statusinformation zeigt den aktuellen Zustand von Komponenten der Systemhardware und/oder -software an.
- Fehlermanagement: Fehler bei der Mensch-Computer-Interaktion umfassen u. a.: Funktionsstörungen des Systems aufgrund von Software- oder Hardwarefehlern; Eingaben des Benutzers, die vom System nicht erkannt werden; Eingabefehler oder logische Fehler des Benutzers; unerwartete Folgen als Ergebnis von Benutzereingaben.
- Onlinehilfe: Die Onlinehilfe stellt zusätzliche Benutzerführung und Unterstützung für den Benutzer während der Interaktion mit dem Dialog und der Benutzungsschnittstelle zur Verfügung. Sie erklärt, was, wo, wann und wie es getan werden kann.

Die *Dialogführung* wird durch die Normen DIN EN ISO 9241-14 bis -17 konkretisiert, wobei Empfehlungen ausgesprochen werden für:

- Menüs (DIN EN ISO 9241-14, 2000): Ein Menü ist eine Gruppe auswählbarer Optionen.
- Kommandosprachen (DIN EN ISO 9241-15, 1999) ordnen Befehle, Befehlsformen, Struktur und Syntax einer bestimmten Interaktion eines Benutzers mit einem Computersystem mittels Befehlen zu.
- Direkte Manipulation (DIN EN ISO 9241-16, 2000): Eine Dialogtechnik, durch die der Benutzer den Eindruck erhält, die Objekte am Bildschirm direkt zu bearbeiten, z. B., indem er mithilfe eines Zeigeelements auf sie zeigt, sie verschiebt und/oder ihre physikalischen Eigenschaften (oder Werte) verändert.

- Bildschirmformulare/Formulardialoge (DIN EN ISO 9241-143, 2000): Formulardialoge einschließlich Dialogboxen sollten für strukturierte, dateneingabebezogene Arbeitsaufgaben verwendet werden, die eine Eingabe oder Modifizierung von mehreren Datenelementen erfordern.

Methodische Anmerkungen

Nach der Volltextanalyse wurde festgestellt, dass sich die final für das Gutachten ausgewählten Studien thematisch zu einzelnen, jedoch oft auch mehreren Aspekten der Softwareergonomie bzw. Prinzipien der Dialoggestaltung zuordnen lassen. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Aspekte der Softwareergonomie und die Gestaltungsprinzipien nicht trennscharf sind. Beispielsweise kann eine Studie, die verschiedene Modalitäten von Hinweisen auf fehlerhafte Eingaben untersucht, sowohl dem Aspekt „Feedback-Angebot“ oder „Fehlermanagement“ sowie dem „Prinzip der Fehlertoleranz“ zugeordnet werden. Die fokussierten Merkmale der Software variieren in der Abstraktion, sodass es nicht möglich ist, *entweder* die Aspekte der Softwareergonomie *oder* die Prinzipien der Dialoggestaltung zur Kategorisierung heranzuziehen. Es erscheint am praktikabelsten, nach den vier thematischen Gruppen zu strukturieren: *Informationsdarstellung, Dialoggestaltung, Benutzerführung und Dialogführung*, auch wenn diese nicht trennscharf sind und ein unterschiedliches Abstraktionsniveau aufweisen.

Aufgrund des explorativen Charakters eines Scoping Reviews wurden für den Einschluss der Studien keine qualitativen Kriterien definiert (bspw. hinsichtlich Stichprobengröße oder Studiendesigns). Es wurden insgesamt 43 relevante Studien identifiziert. Die Natur des Arbeitsbedingungsfaktors führt dazu, dass die meisten Untersuchungen in einer Laborumgebung durchgeführt wurden (N = 38). Darüber hinaus konnten 5 Studien identifiziert werden, die außerhalb des Labors durchgeführt wurden und damit eine höhere externe Validität aufweisen. Studien, die eine längsschnittliche Datenerhebung sowie eine Kontrollgruppe einschlossen, werden in diesem Review als „Interventionsstudien“ gehandelt (N = 5). Aufgrund der Laborsettings bewegt sich der Abstand zwischen den einzelnen Messzeitpunkten im Bereich zwischen einigen Minuten bis einigen Tagen. Da dabei die Veränderung in Leistung (meist Schnelligkeit bzw. Qualität der Aufgabenerledigung) oder das aktuelle Befinden fokussiert werden, werden diese Messungen in kurzen Zeitspannen dennoch als Längsschnittuntersuchung betrachtet.

Tab. 2 Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Informationsdarstellung und den Outcomes

	Sekundärstudien	Primärstudien N = 11			
		Interventionsstudien	Nicht-Interventionsstudien		
			Längsschnitt	Querschnitt N = 11	Sonstige
Gesundheit	0	0	0	0	0
Befinden	0	0	0	1	0
Motivation, Arbeitszufriedenheit	0	0	0	2	0
Leistung	0	0	0	10	0

Tab. 3 Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Dialoggestaltung und den Outcomes

	Sekundärstudien N = 1	Primärstudien N = 12			
		Interventionsstudien	Nicht-Interventionsstudien		
			Längsschnitt N = 1	Querschnitt N = 11	Sonstige
Gesundheit	0	0	0	0	0
Befinden	1	0	1	2	0
Motivation, Arbeitszufriedenheit	0	0	1	3	0
Leistung	0	0	0	9	0

Tab. 4 Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Benutzerführung und den Outcomes

	Sekundärstudien N = 1	Primärstudien N = 14			
		Interventionsstudien N = 5	Nicht-Interventionsstudien		
			Längsschnitt N = 1	Querschnitt N = 8	Sonstige
Gesundheit	0	1	0	0	0
Befinden	1	2	1	2	0
Motivation, Arbeitszufriedenheit	0	2	0	7	0
Leistung	0	3	1	2	0

Tab. 5 Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Dialogführung und den Outcomes

	Sekundärstudien	Primärstudien N = 8			
		Interventionsstudien	Nicht-Interventionsstudien		
			Längsschnitt N = 1	Querschnitt N = 7	Sonstige
Gesundheit	0	0	0	0	0
Befinden	0	0	0	1	
Motivation, Arbeitszufriedenheit	0	0	0	0	0
Leistung	0	0	1	7	0

Zusätzlich wurde die merkmalsübergreifende Studie von Lazar, Jones & Shneiderman (2006) zum Befinden ausgewertet.

4.1.1. Beschreibung zum Merkmal Software und Gesundheit

Informationsdarstellung

Zu Informationsdarstellung und Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Dialoggestaltung

Zu Dialoggestaltung und Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Benutzerführung

Eine Studie zu Benutzerführung und Gesundheit

Schleifer et al. (1996): Es konnte nur eine Studie identifiziert werden, die sich mit der Auswirkung der Benutzerführung auf die Gesundheit auseinandergesetzt hat. Im Fokus der Interventionsstudie stand der Effekt der (minder)leistungsbezogenen Systemmeldung auf die Leistung und die Muskelanspannung von Schreibkräften. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Feedback zur Unterschreitung der Leistungsvorgabe und der Verspannung in der rechten Hand festgestellt werden (alle anderen Körperbereiche waren in der Experimentalgruppe (EG) sowie Kontrollgruppe (KG) vergleichbar – und im Verlauf der Untersuchung zunehmend – verspannt). Auf der Grundlage einer einzelnen Studie kann der Zusammenhang zwischen dem leistungsbezogenen Feedback und der Muskelverspannung nicht als gesichert betrachtet werden.

Dialogführung

Zu Dialogführung und Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

4.1.2. Beschreibung zum Merkmal Software und Befinden

In der merkmalsübergreifenden Studie von Lazar, Jones & Shneiderman (2006) wurden die häufigsten Ursachen für Frustration am Computerarbeitsplatz untersucht. Mittels Tagebuch haben 50 Personen Störfälle und frustrierende Situationen während eines Arbeitstages erfasst. Von den berichteten 149 Situationen mit Frustrationspotenzial konnten 68 dem Bereich der Anwendungsprogramme zugeordnet werden. Die häufigsten Frustrationsquellen waren hier: 1. fehlende/schwer zu findende/nicht nutzbare Funktionen (19 Nennungen), 2. Programmabsturz (11 Nennungen), 3. („buggy“) Fehlreaktion des Programms (10 Nennungen), 4. sehr lange Reaktionszeiten (8 Nennungen), 5. unvorhersehbare Programmantwort (6 Nennungen), 6. unverständliche Fehlermeldung (5 Nennungen).

Informationsdarstellung

Eine Studie zu Informationsdarstellung und Befinden

Banerjee & Bhattacharyya (2011): Untersucht wurde die optimale Größe und der optimale Schrifttyp für das Lesen am Bildschirm. Die Schriftart Verdana in Größe 14 Punkt führte zur signifikant geringsten mentalen Beanspruchung.

Dialoggestaltung

Zwei Studien zu Erwartungskonformität und Befinden

Weber, Haering & Thomaschke (2013): In dieser Studie fand sich kein Unterschied hinsichtlich des Befindens zwischen hoher und niedriger Variabilität der Wartezeiten.

Wenger (1991): Die Untersuchungen zur Inkonsistenz beim Steuerungstyp zeigten, dass Nichterfüllung der Erwartungskonformität (bez. der erwarteten Form der Fehlermeldung) ein negativeres Selbsterleben und erlebten Kontrollverlust zur Folge hat.

Dieses Ergebnis gilt nur für die direkte Manipulation (bei der Kommandosteuerung ergab sich kein Effekt).

Eine Studie zu Individualisierbarkeit und Befinden

Webster, Trevino & Ryan (1993): Eine hohe wahrgenommene Flexibilität und Modifizierbarkeit der Software wurde mit einem stärkeren Flow-Erleben assoziiert. Mit dem verwendeten Studiendesign konnte jedoch nicht festgestellt werden, ob die wahrgenommene Flexibilität das Flow-Erleben begünstigt, oder ob der Flow-Zustand das explorative PC-Verhalten und dadurch auch die Wahrnehmung der Systemflexibilität unterstützt.

Eine Studie zu Steuerbarkeit und Befinden

Kraan et al. (2014): Personen, die eine niedrige Selbstbestimmung (Arbeitsabfolge und -methoden werden durch Software vorgegeben) erlebten, berichteten eine signifikant höhere Stressbelastung.

Benutzerführung

Vier Studien zu Fehlermanagement und Befinden

Djamasbi et al. (2008): Negatives Feedback ruft bei Frauen schlechtere Stimmung als bei Männern hervor.

Partala und Surakka (2004): Affektive (positive) Intervention (akustisches Feedback) führte zu einer positiveren Grundstimmung.

Klein et al. (2002): Eine empathische Systemreaktion kann zum Wiederherstellen des positiven Befindens beitragen.

Birdi & Zapf (1997): Ältere Nutzer zeigten bei auftretenden Fehlern stärkere negative Emotionen, wobei kein Geschlechterunterschied, kein Zusammenhang zu Bildungsniveau, Erfahrung mit dem Personal Computer (PC), PC-Einstellung und Anzahl der Fehler festgestellt werden konnte.

Zwei Studien zu leistungsbezogenem Feedback und Befinden

Schleifer et al. (1996): Leistungsbezogenes Feedback über zu langsames Arbeiten führte zu höherer Irritation, Anspannung und Zeitdruck und Unzufriedenheit mit der Arbeitsmenge.

Kraan et al., 2014): Computerarbeit mit Leistungsvorgaben (mit vorgegebener Geschwindigkeit) zeigte ähnliche Stresserscheinungen wie traditionelle Arbeitsgeschwindigkeitsvorgaben (z. B. Fließbandarbeit).

Dialogführung

Eine Studie zu Menüs und Befinden

Miller & Stanney (1997): Computeranfänger nahmen keine Unterschiede in der Arbeitsbelastung bei der Nutzung von Piktogrammen und Symbolen wahr. Experten schienen eine geringere mentale Beanspruchung bei Symbolen zu haben.

4.1.3. Beschreibung zum Merkmal Software und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Informationsdarstellung

Zwei Studien zu Informationsdarstellung und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Kim, Lee & Law (2008): Studie zu mehreren Aspekten der Informationsdarstellung (Aktualität, Relevanz, Genauigkeit, Klarheit) und Arbeitszufriedenheit: Es konnte nachgewiesen werden, dass mit zunehmender Qualität der Informationsdarstellung der wahrgenommene Nutzen und die Software-Akzeptanz der Nutzer stieg.

Banerjee & Bhattacharyya (2011): Untersucht wurden die optimale Größe und der optimale Schrifttyp für das Lesen am Bildschirm. Die N = 40 Versuchspersonen präferierten Verdana 14 Punkt (hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied), der zweitbeste Schrifttyp war Arial 14 Punkt.

Dialoggestaltung

Zwei Studien zu Erwartungskonformität und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Weber et al. (2013): Es zeigte sich kein Unterschied hinsichtlich der Zufriedenheit zwischen hoher und niedriger Variabilität der Wartezeiten.

Wenger (1991): Die Zufriedenheit mit dem System hing mit der erlebten Konsistenz der Systemmeldungen zusammen. Es zeigte sich eine signifikante Verringerung der System einschätzung bei typinkonsistenter Nachricht in der Gruppe „Direkte Manipulation“, es konnte jedoch kein signifikanter Einfluss der Inkonsistenz in der „Kommando“-Gruppe nachgewiesen werden.

Eine Studie zu Individualisierbarkeit und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Webster et al. (1993): Die Individualisierbarkeit führt zu hohen Flow-Werten (Kontrolle, Aufmerksamkeitsfokus, intrinsisches Interesse und Neugierde) bei den Nutzern.

Eine Studie zu Aufgabenangemessenheit und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Monnickendam et al. (2007): Die Zufriedenheit hing mit dem wahrgenommenen Nutzen des Programms und der Integration des Programms in die tägliche Arbeitsroutine zusammen.

Benutzerführung

Drei Studien zu Feedback und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Branaghan & Sanchez (2009): Ein konstanter Fortschrittsbalken führte zu höherer Zufriedenheit als eine schrittweise Anzeige bei Wartezeiten, da dies geringere Aufmerksamkeit erfordert. Ein konstanter Fortschrittsbalken erwies sich auch günstiger als eine statische Anzeige (dies ergibt sich aus dem Wunsch nach Information zum Zeitfortschritt).

Meyer et al. (1996): Dynamische Anzeigen konnten die gefühlte Wartezeit (geschätzte Dauer der Verarbeitung) verkürzen, vor allem, wenn die Blinkfrequenz niedrig war und der Fortschritt angezeigt wurde. Nutzer akzeptierten ein längeres Warteintervall eher, wenn etwas Interessantes geboten wurde, im Gegensatz zu einem kürzeren, das sie langweilte.

Schleifer et al. (1996): Leistungsbezogenes Feedback über zu langsames Arbeiten führte zu höherer Irritation, Anspannung und Zeitdruck und Unzufriedenheit mit der Arbeitsmenge.

Eine Studie zu Onlinehilfen und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Cherry, Fischer, Fryer & Steckham (1989): Die in der Studie verglichenen drei Varianten der Onlinehilfe-Angebote hatten keinen Einfluss auf die Motivation bzw. Einstellung.

Fünf Studien zu Fehlermanagement und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Chan, Wei & Siau (1995): Versuchspersonen, die ein Feedback mit Vorschlägen zur Syntax und Semantik ihrer Datenbankbefehle erhielten, fühlten sich sicherer (hinsichtlich der Richtigkeit ihrer Eingaben) als Versuchspersonen, die kein Feedback erhielten.

Klein et al. (2002): Ein positives, verständnisvolles Feedback führte zur Wiederaufnahme von vorher frustrierenden Tätigkeiten.

Kim et al. (2008): Je besser die Systemqualität war, desto höher war die Lernförderlichkeit sowie der wahrgenommene Nutzen und damit die Nutzerzufriedenheit (Einstellung zur Nutzung).

Akgun, Cagiltay & Zeyrek (2010): Die Art der Gestaltung der Fehlermeldung (maschinell vs. menschähnlich) hatte keinen Einfluss auf die Einschätzung der eigenen Leistung (richtige und sichere Beantwortung von Fragen).

Davis & Tuttle (2013): Der wahrgenommene Risikograd einer Situation und die Eindeutigkeit der Meldung beeinflussten die Bereitschaft (Motivation) des Nutzers, sich mit einer Fehlermeldung auseinanderzusetzen.

Dialogführung

Zu Dialogführung und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit sind keine Studien vorhanden.

4.1.4. Beschreibung zum Merkmal Software und Leistung Informationsdarstellung

Eine Studie zu Verständlichkeit und Leistung

Maxion und Reeder (2005): Getestet wurde der Zusammenhang zwischen der Bearbeitungsgeschwindigkeit und der Art der Oberfläche von zwei Systemen (zu Sicherheitseinstellungen). Es konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

Drei Studien zu Kompaktheit und Leistung

Eischeid (2002): Bei nicht individualisierbaren Desktops war eine 2-D-Darstellung (kompaktere Darstellung) besser als eine mehrdimensionale.

Müsseler et al. (1996): Für Anfänger kann eine weniger komplexe Darstellung von Informationen hilfreich sein. Erfahrene Nutzer arbeiteten mit komplexeren Darstellungen (mehr Infos auf einmal dargeboten) schneller und korrekter.

Hamborg (1996): Anfänger machten bei hochkomplexen Systemen im Verhältnis zu Experten häufiger Fehler und arbeiteten ineffizienter.

Drei Studien zu Lesbarkeit und Leistung

Schneider et al. (2008): Untersucht wurde der Zusammenhang zwischen der Schriftgröße und der Güte der Aufgabenlösung: Bei Schriftgröße 9 Punkt nahm die Leistung mit steigendem Alter ab. Ab Schriftgröße 12 Punkt trat keine Leistungssteigerung mehr ein. Weiterhin wurde der Zusammenhang zwischen Layout und Güte der Aufgabenlösung untersucht. Haupteffekte des Layouts und der Spreizung waren wie folgt: Bei einer Memorierungsaufgabe waren breitere Abstände zwischen den Projektaktivitäten besser, bei einer

Interpretationsaufgabe waren engere Abstände besser (für Jung wie Alt). Untersucht wurde auch der Zusammenhang zwischen Schriftgröße und Reaktionszeit beim Lösen von Aufgaben: Ältere benötigten bei kleinen Schriftgrößen mehr Zeit, um richtige Antworten zu geben.

Schneider, Vetter, Kausch & Schlick (2009): Untersucht wurde der Zusammenhang zwischen der Schriftgröße und der Anzahl der gelösten Aufgaben in Abhängigkeit vom Alter: Die Anzahl der bearbeiteten Aufgaben sank generell mit steigendem Alter. Hinsichtlich der untersuchten Schriftgrößen (12 Punkt, 16 Punkt und 22 Punkt) wurden keine Zusammenhänge zur Anzahl der bearbeiteten Aufgaben sichtbar.

Weiterhin wurde die Anzahl der richtig gelösten Aufgaben untersucht: Die Anzahl der richtig bearbeiteten Aufgaben sank generell mit steigendem Alter. Hinsichtlich der Schriftgrößen gab es keine Zusammenhänge.

Untersucht wurden diese Sachverhalte auch in Abhängigkeit von der Sehfähigkeit. Die Sehfähigkeit korreliert mit Leistung und Alter: je besser die Sehfähigkeit, desto besser die Leistung, je älter, umso schlechter die Sehfähigkeit.

Banerjee & Bhattacharyya (2011): Untersucht wurden die optimale Größe und der optimale Schrifttyp für das Lesen am Bildschirm. Es konnten kürzere Zeiten für Fonts mit Serifen und für Schriftgröße 14 Punkt (im Vergleich zu 12 Punkt und 10 Punkt) als für serifenfreie Schrift festgestellt werden. Als beste Kombination (kürzeste Zeit) stellte sich Courier New in 14 Punkt heraus.

Drei allgemeine Studien zu Gebrauchstauglichkeit und Leistung

Bröhl, Bützler, Jochems & Schlick (2013): Untersucht wurde die Gebrauchstauglichkeit von drei verschiedenen Projektmanagementsoftware-Typen: Ältere Probanden brauchten generell länger zum Lösen der Aufgaben. Alle Versuchspersonen (jüngere wie ältere) haben die kürzesten Bearbeitungszeiten bei der gleichen Software erzielt (kein Interaktionseffekt Software – Alter). Merkmale waren: kein Scrollen, kürzere (und nur eine) Menüleiste, unterschiedliche Flexibilität der Lösungswege bezogen auf Menüwahl und -struktur.

Bröhl, Bützler, Mayer & Schlick (2013): Eine Untersuchung der altersbezogenen Gebrauchstauglichkeit von zwei Icon-Typen im Rahmen von Projektmanagementsoftware: Ältere Probanden brauchten generell länger zum Lösen der Aufgaben. Es ergab sich kein signifikanter Haupt- oder Interaktionseffekt mit dem Icon-Typ. Ältere Versuchspersonen haben tendenziell schneller mit dem weniger komplexen und weniger konkreten Icon-Typ gearbeitet.

Fleury & Jamet (2014): Es war einfacher, zwei visuelle Quellen auf Übereinstimmung zu überprüfen, wenn diese übereinander positioniert wurden und wenn sie nach und nach dargestellt wurden. Der Abgleich nahm so signifikant weniger Zeit in Anspruch, und die Fehler wurden leichter entdeckt, weil durch die sequenzielle Darstellung die Aufmerksamkeit besser gelenkt wurde.

Dialoggestaltung

Eine Studie zu Erwartungskonformität und Leistung

Weber et al. (2013): Geringe System-Response-Time-Variabilität führte zur schnelleren Reaktionen als hohe Variabilität.

Zwei Studien zu Individualisierbarkeit und Leistung

Martin & Fuerst (1987): Eine an den jeweiligen Wissensstand der Versuchspersonen angepasste Interaktionsqualität führte zur schnelleren Aufgabebearbeitung als eine nicht angepasste Software. Voraussetzung war allerdings die richtige Einstufung der Versuchspersonen in die richtige Wissensstandgruppe (es gab drei Gruppen). Wurde die Versuchsperson falsch eingestuft und arbeitete deshalb mit einer falsch individualisierten Oberfläche, dann war sie langsamer als Versuchspersonen, die mit einer normalen (nicht angepassten) Software arbeiteten.

Eischeid & Scerbo (2002): Personen, die ihre Desktop-Ablage selbst organisieren konnten, waren bei ihrer Suche nach am Vortag sortiert abgelegten Dokumenten erfolgreicher und genauer.

Zwei Studien zu Steuerbarkeit und Leistung

Fleury & Jamet (2015): Die Möglichkeit, zur Fehlerkorrektur das Programm (bei spezieller Architektursoftware) zu unterbrechen, hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Fehlererkennungsrate, aber die Arbeitsgeschwindigkeit erhöhte sich.

McFarlane (2002): Es erfolgte ein Test von vier Arten, wie notwendige systeminitiierte Unterbrechungen dem Nutzer präsentiert werden. Es gab keine beste Variante, sondern nur Abwägungen: Die zwischen Nutzer und Computer „verhandelte“ Unterbrechung war für die Leistungsparameter Effizienz, Effektivität und Korrektheit die prinzipiell beste Variante, sie war aber nicht geeignet für Unterbrechungen, bei denen kleine Zeitunterschiede hohe potenzielle Risiken ergaben. Bildschirmausgaben, die als hochgradig unterbrechend wahrgenommen wurden, behinderten die Effizienz, Effektivität und Korrektheit der Abarbeitung der Aufgabe (die dann unterbrochen wurde) und reduzierten die Fähigkeit, diese Unterbrechungen abzuarbeiten/zu beenden. Bildschirmausgaben, die Unterbrechungen erwartbar/planbar darstellten, unterstützten die schnellere Abarbeitung der Unterbrechungsaufgaben und generierten weniger Eingabefehler – gleichzeitig reduzierten sie aber die Vollständigkeit bei der Abarbeitung der jeweiligen Aufgabe und die Pünktlichkeit der Abarbeitung der unterbrechenden Parallelaufgaben.

Unterbrechungen, die in weniger aktiven Bearbeitungszeiten erschienen, konnten schneller abgearbeitet werden und erhöhten gleichzeitig die Effizienz und Effektivität der Abarbeitung.

van der Meij & Lazonder (1993): Aktionsorientierte, prozedurale Gestaltung von Lernmanuals ersparte Zeit (sowohl in der Einlernphase als auch bei Aufgabenerledigung). Die Versuchspersonen bearbeiteten ihre Aufgaben schneller und behoben schneller Fehler.

Eine Studie zu Fehlertoleranz und Leistung

Chan, Tan & Wei (1999): Die Suchgenauigkeit war höher und die Suchdauer kürzer, wenn der Abstraktionsgrad der Interaktion höher war, hohe semantische Flexibilität vorhanden war und wenig komplexe Abfragen formuliert wurden.

Zwei Studien zu Aufgabenangemessenheit und Leistung

Nakatsu & Benbasat (2006): Bei sehr komplexen Aufgaben war es hilfreich, Funktionsweisen detailliert zu erklären und entsprechend Informationen anzubieten. Bei einfachen Aufgaben war kein weiteres Angebot an Funktionen und Systemwissen erforderlich.

Hamborg (1996): Anfänger machten bei hochkomplexen Systemen im Verhältnis zu Experten häufiger Fehler und arbeiteten ineffizienter.

Benutzerführung

Fünf Studien zu Feedback und Leistung

Djamasbi & Loiacono (2008): Negatives Feedback rief bei Frauen eine stärkere Berücksichtigung desselben hervor.

Partala & Surakka (2004): Affektive (positive) Intervention (Feedback) führte zu einer besseren Aufgabenlösung (im Vergleich zu keiner Rückmeldung).

Chan et al. (1995): System-Feedback zu semantischen und Syntaxfehlern konnte die benötigte Zeit für die Befehlseingabe reduzieren. Es ergaben sich auch korrektere Befehlseingaben.

Galinsky, Schleifer & Pan (1995): Ein Feedback zur Unterschreitung der Leistungsvorgaben steigerte die Anzahl der Tastenanschläge. Dabei wurden Einbußen der Genauigkeit in Kauf genommen.

Schneider et al. (2008): Versuchspersonen, die die Funktion des relevanzbezogenen Feedbacks nutzten, haben bei der Dokumentensuche bessere Leistungen erzielt als die der Kontrollgruppe. Versuchspersonen, die ein interaktives Feedback erhielten, haben das beste Ergebnis erzielt, bei insgesamt am wenigsten Iterationsschleifen.

Eine Studie zu Onlinehilfen und Leistung

Cherry et al. (1989): Die Form des Onlinehilfe-Angebotes (drei Varianten) hatte keinen Einfluss auf die Leistung (Zeit zum Abarbeiten der Aufgabe).

Dialogführung

Sechs Studien zu Menüs und Leistung

Miller & Stanney (1997) haben festgestellt, dass eine piktogrammbasierte Oberfläche für Anfänger mit einer höheren Leistung (Arbeitsgeschwindigkeit) einherging. Für Experten ergaben sich keine Unterschiede.

Farris et al. (2002) sagt aus, dass Objekte, die an einer natürlichen Bildschirmgrenze angeordnet waren, immer schneller erreicht wurden als frei auf der Arbeitsfläche stehende Objekte.

Dutke (1994): Personen, die mit beschrifteten funktionsbezogenen Menükategorien gearbeitet haben, haben ihre Fehler effektiver behoben als Personen mit numerischen Menübeschreibungen. Bei der Aufgabenlösung auf einer den Versuchspersonen unbekanntem Oberfläche kam es nicht auf die Quantität, sondern auf die inhaltliche Qualität der Information an. Es ergab sich eine Zunahme der Bedienfehler bei unvollständiger Menüabbildung.

Cockburn und Gutwin (2009): Es gab einen linearen Zusammenhang zwischen der Länge der Scroll-Down-Menüs und den Suchzeiten, wenn die Anordnung in Zufallswortgruppen oder Wortgruppen erfolgte. Es gab einen logarithmischen Zusammenhang zwischen der Länge der Scroll-Down-Menüs und den Suchzeiten beim räumlichen Suchen von sortierten Worten und sortierten Wortgruppen. Die Leistung war abhängig von der Länge der Scroll-Liste, bei sehr langen Listen empfahl sich eine komplett andere Gestaltung der Auswahlmenüs.

Jacko, Salvendy & Koubek (1995): Eine tiefe Menühierarchie bewirkte geringe Leistung (mehr Fehler). Erfahrene Nutzer konnten leichter unterschiedliche Menühierarchien mit verschiedener Aufgabenkomplexität abarbeiten.

Dizmen et al. (2014): Icons, die sehr oft betätigt werden, wurden schneller erreicht, wenn sie direkt am Bildschirmrand lagen.

Eine Studie zu Kommandosprache und Leistung

Chan et al. (1999): Die Suchgenauigkeit war höher und die Suchdauer kürzer, wenn der Abstraktionsgrad der Interaktion höher war, hohe semantische Flexibilität vorhanden war und wenig komplexe Abfragen formuliert wurden.

Eine Studie zu direkter Manipulation und Leistung

Chen & Proctor (2013): Unterschiedliche Scroll-Systematiken unterschiedlicher Betriebssysteme beeinflussten die Leistung negativ. Die Reaktionszeit war immer schneller und die Aufgabenerledigung immer korrekter, wenn die Bewegungsrichtung von Bildschirm und Inhalt mit einer Kontrollbewegung (z. B. Finger) übereinstimmte.

4.2. Beschreibung zum Merkmal B: Ein- und Ausgabegeräte

Ein- und Ausgabegeräte für Bildschirmarbeitstätigkeiten im Büro werden unterschieden in
1. physikalische Eingabegeräte: Im Weiteren werden aufgrund ihrer Bedeutsamkeit für Bildschirmarbeit im Büro die Eingabegeräte

- Tastatur
- Maus
- Trackball (Rollkugel)
- Tablets mit Griffel und
- Berührungsbildschirme¹

näher betrachtet,

2. Displays als wesentliches Ausgabesystem bei Bildschirmarbeit im Büro,
3. Sprachdialogsystem als Ein- und Ausgabesysteme für Bildschirmarbeit im Büro.

1. Physikalische Eingabesysteme

Bei physikalischen Eingabegeräten werden nach DIN-Norm-Anforderungen (DIN EN ISO 9241-410, 2012) hinsichtlich der

- für die Gebrauchstauglichkeit relevanten Gerätemerkmale und
- generischen Anforderungen

an die Gestaltung gestellt, die im Weiteren gerätespezifisch ermittelt werden müssen.

Gebrauchstauglichkeitsrelevante Gerätemerkmale sind Merkmale, die bedeutsam sind für die Effektivität und Effizienz der Nutzung und für die Zufriedenstellung der Benutzerbedürfnisse.

- Funktionsmerkmale

¹ Sowohl Tablets mit Griffel als auch Berührungsbildschirm sind sowohl Ein- als auch Ausgabegeräte. Sie werden hier aus Gründen der Übersichtlichkeit unter den Eingabegeräten erfasst.

- Technische Merkmale
- Elektrische Merkmale
- Instandhaltungsbezogene Merkmale
- Auf Sicherheit und Gesundheit bezogene Merkmale
- Wechselwirkungen mit der Software
- Wechselwirkungen mit der Nutzungsumgebung

Generische Gestaltungsanforderungen beziehen sich auf Aspekte, die auf jede physikalische Einheit anwendbar sind, die als Eingabegerät genutzt werden kann.

- Angemessenheit (bezogen auf vorgesehenen Benutzer, vorgesehene auszuführende Aufgabe und vorgesehene Nutzungsumgebung)
- Handhabbarkeit (Eindeutigkeit, Vorhersehbarkeit, Konsistenz der Funktion, Benutzerkompatibilität, Rückmeldung)
- Steuerbarkeit (Ansprechbarkeit, Störungsfreiheit, Zuverlässigkeit des Gerätezugriffs, Angemessenheit des Gerätezugriffs, Zugriff auf Stellteile)
- Biomechanische Belastung (Körperhaltung, Anstrengung)

Gerätespezifische (generische und gebrauchstauglichkeitsrelevante) Gestaltungsanforderungen existieren (in DIN EN ISO 9241-410, Anhang B bis J) für:

- **Tastatur**,
- **Maus**,
- Puck,
- Joystick,
- **Trackball (Rollkugel)**,
- Touchpads,
- **Tablets (mit Griffel)** und Lichtgriffel.

Aufgrund der Relevanz für die Bildschirmarbeit an Büroarbeitsplätzen werden im Review lediglich die fett markierten Eingabegeräte betrachtet.

Tab. 6 Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal physikalische Eingabegeräte und den Outcomes

	Sekundärstudien N = 1	Primärstudien N = 11			
		Interventionsstudien	Nicht-Interventionsstudien		
			Längsschnitt N = 3	Querschnitt N = 7	Sonstige N = 1
Gesundheit	0	0	0	0	0
Befinden	1	0	2	4	1
Motivation, Arbeitszufriedenheit	1	0	0	4	1
Leistung	1	0	2	7	1

2. Displays

Anforderungen an elektronische optische Anzeigen werden in DIN EN ISO 9241-303 (2012) dargestellt. Folgende Aspekte sind hierbei zu beachten:

Sehbedingungen ermöglichen eine schnelle, fehlerfreie Informationsaufnahme, die mit geringer Anstrengung aufgenommen werden können. Bedingungen dafür sind:

- vorgesehener Sehabstand,
- vorgesehene Sehrichtung,

- Blick- und Kopfneigungswinkel,
- Anzeigen für virtuelle Bilder.

Leuchtdichte: Um Informationssymbole auf einer Bildschirmanzeige sichtbar zu machen, muss ein ausreichender Kontrast zwischen Symbol und Hintergrund vorhanden sein. Dies erfordert eine(n) entsprechende(n) Leuchtdichte(unterschied) von Symbolen und Hintergrund. An folgende Aspekte werden dabei Anforderungen gestellt:

- vorgesehene Beleuchtungsstärke,
- Anzeigeleuchtdichte,
- Leuchtdichteausgewogenheit und Blendung,
- Einstellung der Leuchtdichte.

Eine spezielle physikalische Umgebung wird dann relevant, wenn die optische Anzeige diesen Arbeitsumgebungsbedingungen ausgesetzt ist:

- Schwingungen,
- Wind und Regen,
- überhöhte Temperaturen.

Visuelle Artefakte sind Informationen, die mit der beabsichtigten Information um die Aufmerksamkeit des Betrachters konkurrieren. Visuelle Artefakte können hervorgerufen werden durch:

- Ungleichmäßigkeit der Leuchtdichte,
- Ungleichmäßigkeit der Farbe,
- Kontrastgleichmäßigkeit,
- geometrische Verzeichnungen,
- Defekte an Bildschirm- und Abdeckrahmen,
- zeitliche Instabilität (Flimmern),
- räumliche Instabilität (Zittern),
- Moiré-Effekte (ein dem beabsichtigten Bild überlagertes reguläres Bild),
- weitere Instabilitätserscheinungen,
- unerwünschte Reflexionen,
- unbeabsichtigte Tiefeneffekte.

Leserlichkeit und Lesbarkeit: Die Darstellung leserlicher Zeichen und lesbarer Texte ist eine wichtige Aufgabe elektronischer optischer Anzeigen. Die folgenden Aspekte spielen hierbei eine Rolle:

- Leuchtdichtekontrast,
- Bildpolarität,
- Zeichenhöhe,
- Konstanz der Textgröße,
- Zeichenstrichbreite,
- Verhältnis Zeichenbreite zu Zeichenhöhe,
- Zeichenformat,
- Zeichenabstand,
- Wortabstand,
- Zeilenabstand.

Leserlichkeit der Informationscodierung: Eine angezeigte Information kann durch Codierung eine spezielle Bedeutung bekommen, sodass sie vom Rest der angezeigten Informa-

tion unterschieden werden kann. Hierfür können Leuchtdichte, Farbe, Symbolform und Blinkrate verwendet werden. Anforderungen werden daher gestellt an:

- Leuchtdichtecodierung,
- Blickcodierung,
- Farbcodierung,
- geometrische Codierung.

Leserlichkeit von Grafiken: Grafische Darstellungen sind Anordnungen aus geraden und gekrümmten Linien und tragen Informationen. Sie können einfach oder komplex sein. Ihre Leserlichkeit wird bestimmt durch die Größe, den Kontrast und die Farbe. An die folgenden Aspekte werden daher Anforderungen hinsichtlich der Lesbarkeit gestellt:

- einfarbige und mehrfarbige Objektgröße,
- Kontrast für die Objektleserlichkeit,
- Farbbetrachtungen für grafische Darstellungen:
- kleine Bilder,
- Einzelbilder,
- Standardfarbensatz,
- Farbabstände,
- negative Polarität,
- Tiefeneffekte,
- Farbkonvergenzfehler,
- Hintergrund- und Umgebungsbildeffekte,
- Anzahl der Farben:
- gleichzeitige Farbdarstellung,
- visueller Suchvorgang in Farbdarstellungen,
- Auffälligkeit von Farben,
- Farbinterpretation aus dem Speicher.

Wiedergabetreue: Wenn statische oder bewegte Bilder aus der reellen Welt elektronisch wiederzugeben sind, ist die Wiedergabetreue eine wichtige Eigenschaft. Eine größtmögliche Übereinstimmung ist anzustreben. An folgende Aspekte der Wiedergabe werden Anforderungen gestellt:

- Farbpalette und Referenzweiß,
- Gammawert und Grauskala,
- Wiedergabe bewegter Bilder,
- Bildaufbauzeit,
- räumliche Auflösung,
- Rastermodulation und Füllfaktor,
- Bildelementdichte.

Tab. 7 Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Displays und den Outcomes

	Sekundärstudien	Primärstudien			
		Interventionsstudien	Nicht-Interventionsstudien N = 6		
			Längsschnitt N = 2	Querschnitt N = 4	Sonstige
Gesundheit	0	0	0	0	0
Befinden	0	0	2	2	0
Motivation, Arbeitszufriedenheit	0	0	0	2	0
Leistung	0	0	1	4	0

3. Sprachdialogsysteme

Mit einem Sprachdialogsystem (DIN EN ISO 9241-154, 2013), auch IVR-System (Interactive Voice Response), können Anrufer über das Telefon oder andere akustische Medien teil- oder vollautomatisierte natürlichsprachliche Dialoge führen. Hierbei werden Informationen sowohl ein- als auch ausgegeben. Die Eingabe erfolgt dabei als Sprache (automatische Spracherkennung) oder über Tonwahl (Dualtonmultifrequenz (Tastaturtöne heutiger Telefontastenfelder) DTMF-Erkennung). Die Ausgabe erfolgt über digitalisierte, aufgezeichnete oder synthetische Sprache/Audioausgabesysteme.

Spracheingabe: Anforderungen werden hier gestellt an

- die Wortschatzwahl,
- die zustandsspezifische Grammatik,
- Synonyme in Grammatiken,
- die Verwendung dynamischer Grammatiken,
- Training,
- Endmarkensetzung bzw. Sprecherwechsel,
- die Handhabung von Zeitüberschreitungen bei Spracheingabe und
- Spracheingabe mit Tonwahl.

Tonwahleingabe: Anforderungen werden gestellt an

- die Anzeigen der Tonwahlfähigkeit,
- die Tastenbelegung,
- die Rautetaste bei Dateneingabe mit festgelegter Länge
- die Handhabung bei Zeitüberschreitungen,
- die Tastenbelegung für positive und negative Antworten,
- die Tastenbelegung für Hilfsfunktionen und
- die Minimierung von Anrufer-Tastendrücker.

Ausgabe von Informationen: Es werden allgemeine Festlegungen getroffen für Eingabeaufforderungen und Ansagen sowie für die Konstruktion von Eingabeaufforderungen und Ansagen.

Weitere Anforderungen an die Navigation, an Hilfe, an den Zugang zu einem menschlichen Mitarbeiter, an Rückmeldungen und an Fehler gibt die Norm DIN EN ISO 9241-154 (2013).

Tab. 8 Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Sprachdialogsysteme und den Outcomes

	Sekundärstudien	Primärstudien			
		Interventionsstudien	Nicht-Interventionsstudien N =7		
			Längsschnitt N =1	Querschnitt N =6	Sonstige
Gesundheit	0	0	0	0	0
Befinden	0	0	0	1	0
Motivation, Arbeitszufriedenheit	0	0	1	5	0
Leistung	0	0	1	6	0

4.2.1. Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und psychische Gesundheit

Im Fokus des Reviews „Mensch-Rechner-Interaktion im Büro“ steht die psychische Gesundheit als eine der vier Outcome-Variablen. Die gegenseitige Beeinflussung von Körper und Psyche ist zwar in der Literatur hinreichend belegt, die Betrachtung der körperlichen Gesundheits- bzw. Krankheitsmerkmale als mögliche Ursachen oder auch Folgen angegriffener psychischer Gesundheit liegt jedoch außerhalb der hier fokussierten Fragestellung. Ebenfalls ausgeschlossen werden Studien, die sich mit der Körperhaltung bei der Bedienung der Ein- und Ausgabegeräte befassen.

Physikalische Eingabegeräte

Tastatur

Zu Tastatur und psychischer Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Maus

Zu Maus und psychischer Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Tablet

Zu Tablet und psychischer Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Trackball

Zu Trackball und psychischer Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Display

Zu Display und psychischer Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Sprachdialogsystem

Zu Sprachdialogsystemen und Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

4.2.2. Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Befinden

Physikalische Eingabegeräte

Tastatur

Eine Studie zu Tastatur und Befinden

Loone et al. (2009): Untersuchung von drei verschiedenen Tastaturarten (konventionell, konventionell mit Handgelenkstütze, ergonomische Tastatur mit Handgelenkstütze): Signifikante Unterschiede gab es nur bei der empfundenen Ermüdung der Unterarme. Bei der ergonomischen Tastatur war die empfundene Ermüdung niedriger gegenüber der geraden Tastatur ohne Auflage.

Maus

Drei Studien zu Maus und Befinden

Jung (2014): In der Studie fand ein Vergleich von gängigen Computermäusen mit ergonomischen (angeschrägten) Computermäusen hinsichtlich des körperlichen Unwohlseins statt. Es konnte ein steigendes Unwohlsein mit steigendem Schräge-Grad festgestellt werden.

De Kraker, De Korte, Van Mil, Rijs & Bongers (2008): Es wurde der Einfluss einer Maus mit einem Vibrationssignal auf das Unwohlsein untersucht. Es konnten keine Unterschiede im Unwohlsein zwischen Mäusen mit und ohne Vibrationssignal festgestellt werden. Die Einschätzung des Nutzungskomforts unterschied sich nicht zwischen den beiden Mäusen. Die Gebrauchstauglichkeitsbewertung der Vibrationsmaus war uneindeutig.

De Korte, De Kraker, Bongers & Van Lingen (2008): Es wurde der Einfluss einer Maus mit einem Vibrationssignal auf das Unwohlsein untersucht. Es konnten keine Unterschiede im Unwohlsein zwischen Mäusen mit und ohne Vibrationssignal festgestellt werden.

Tablet (mit Griffelnutzung)

Vier Studien zu Tablet und Befinden

Keller Chandra, Hoehne-Hückstädt & Ellegast (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Insgesamt wurden sieben Studien ausgewertet.

Über das Design des Tablets wurden keine Studien gefunden. Beim Griffel wurde eine Griffellänge von 100 mm empfohlen, der Durchmesser hing von der Arbeitsaufgabe ab: Dünnere Griffel waren für die Leistung und das Befinden besser geeignet beim Auswählen und Anklicken. Dickere Griffel (mit einem Durchmesser von 8 mm) waren besser geeignet für Präzision erfordernde Aufgaben.

Bei einem Vergleich zwischen Tablet mit Griffel, Maus und Tastatur bevorzugten signifikant mehr Personen für alle Aufgaben Tastatur und Maus.

Camilleri, Malige, Fujimoto & Rempel (2013): In der Studie wurde das körperliche Unwohlsein (Augen, Schultern, Nacken, Vorarm/Handgelenk) bei der Palm-Rejection-Technologie (= ermöglicht das Ablegen vom Handballen auf den Bildschirm, ohne dass gleich Inhalte aktiviert werden) im Vergleich zu einem Tablet ohne Palm-Rejection-Technologie untersucht. Ein stärkeres Unwohlgefühl bei Augen und am Vorarm/Handgelenk wurde festgestellt, wenn die Palm-Rejection-Technologie ausgeschaltet war.

Shin & Zhu (2011): Bei drei Versuchsgruppen (1. kein Touchscreen, nur Maus und Tastatur, 2. Mix (Touchscreen und Tastatur) und 3. nur Touchscreen) wurde das körperliche Unwohlsein (Sehmüdigkeit, Unwohlsein im Schulter-, Nacken-, Unterarm-/

Handgelenk- und Rückenbereich sowie in den Fingern) untersucht. Es konnte ein signifikant unterschiedlich stark ausgeprägtes Unwohlsein im Nacken- und Schulterbereich sowie in den Fingern festgestellt werden: Bei der Verwendung eines Touchscreens gab es einen signifikant stärkeren Anstieg von Nacken-, Finger- und Schulterunwohlsein.

Pereira (2013): In der Studie wurde untersucht, wie sich Größe, Griffgestaltung und Form eines Tablets auf Ermüdung auswirkt. Die Nutzer schätzten ein, dass sie die kleineren Tablets zweimal länger ohne Ermüdungserscheinungen halten konnten als größere Tablets.

Trackball

Eine Studie zu Trackball und Befinden

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Insgesamt wurden 16 Studien ausgewertet. Hinsichtlich der Trackballs wurden Vergleiche zwischen Trackball und Maus durchgeführt. Es konnte eine unterschiedliche Bewertung festgestellt werden: In 2 Studien wurde lieber mit der Maus, in 3 Studien lieber mit dem Trackball gearbeitet. In allen Studien waren die Testpersonen an die Maus gewöhnt und hatten noch nicht mit einem Trackball gearbeitet. Das subjektive Empfinden könnte nach längerer Anpassung an einen Trackball anders werden.

Displays

Vier Studien zu Displays und Befinden

Benedetto, Carbone, Draï-Zerbib, Pedrotti & Baccino (2014): Eine hohe Leuchtdichte des Bildschirms – definiert mit $C = 0,997$ (L_{\max} : 140 cd/m^2 ; L_{\min} : $0,2 \text{ cd/m}^2$) – führte zu einer signifikant stärkeren (objektiv gemessenen) Sehmüdigkeit als eine niedrige Leuchtdichte – definiert mit $C = 0,998$ (L_{\max} : 20 cd/m^2 ; L_{\min} : $0,02 \text{ cd/m}^2$). Das galt jedoch nicht für die subjektiv erfasste Sehmüdigkeit. Gleichzeitig führte eine höhere Leuchtdichte jedoch auch zu einem stärkeren Aktivierungszustand, was sich in einer höheren Lesegeschwindigkeit niederschlug.

Hatta, Yoshida, Kawakami & Okamoto (2002): Die Farbe des Bildschirmrahmens (hier getestet: rot, blau und beige) hatte keinen Einfluss auf die selbst berichtete Erregung (stress arousal).

Chi & Lin (2009): Ein Bildschirmfilter konnte kurzfristig, nicht jedoch langfristig, das Doppelsehen reduzieren. Ebenfalls konnte kein positiver Einfluss der Verwendung vom Bildschirmfilter auf die Sehmüdigkeit (nach einem Arbeitstag bzw. nach einem längeren Zeitraum) bestätigt werden.

Marcial (2013): Die Bildschirmgröße hatte einen signifikanten Einfluss auf die wahrgenommene Schwierigkeit der Aufgabe (mit NASA Task Load-TLX gemessen). Alle Suchaufgaben wurden bei der Benutzung von einem Smartphone als schwieriger eingestuft als bei Verwendung der Geräte mit einem größeren Bildschirm. PC und Tablet waren vergleichbar.

Sprachdialogsysteme

Eine Studie zu Sprachdialogsysteme und Befinden

Le Bigot, Rouet & Jamet (2007): Die mentale Arbeitsbelastung war höher beim Sprechen/Hören als beim Schreiben/Lesen. Dies kann aber damit zusammenhängen, dass die Nutzer im Umgang mit dem Sprachdialogsystem nicht geübt genug waren (im Gegensatz zur normalen Textbearbeitung).

4.2.3. Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Physikalische Eingabegeräte

Tastatur

Drei Studien zu Tastatur und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Hinsichtlich der Tastaturen wurden insgesamt 27 Einzelstudien gereviewt. Akzeptanzuntersuchungen zu verschiedenen Arten und Ausprägungen bzw. Merkmalen von Tastaturen wurden durchgeführt. Einige Studien beschäftigten sich mit der lateralen Neigung der Tastaturhälften (Zeltform). Hier konnten keine einheitlichen Aussagen festgestellt werden, die Akzeptanz war in verschiedenen Studien unterschiedlich.

Bei alternativ gestalteten Tastaturen allgemein sind verschiedene Arten und Designs von Tastaturen einzeln oder in verschiedenen Kombinationen vorhanden. Diese wurden unter dem Begriff ergonomische Tastaturen geführt. Sie wurden in den untersuchten Studien von den Teilnehmern gut angenommen. Insbesondere bei nicht zu extremen Veränderungen des herkömmlichen Designs wurden sie meist positiv bewertet, kaum aber schlechter als herkömmliche Tastaturen.

Einige Studien beschäftigten sich mit dem Zusammenhang von Kraftaufwand und Akzeptanz. Bei manipulierten Tastaturen mit unterschiedlich hohen Auslösekräften wurden diejenigen Tastaturen, bei denen ein höherer Kraftaufwand nötig war, als unbequem beurteilt.

Kim, Aulck, Bartha, Harper & Johnson (2014): Es wurde der berichtete Komfort sowie die Bevorzugung von drei Tastaturtypen (virtuelle Tastatur, Notebook-Tastatur, normale Tastatur) untersucht: In allen Kategorien wurde die virtuelle Tastatur am schlechtesten bewertet (signifikant), keine signifikanten Unterschiede gab es zwischen den anderen beiden Tastaturen, außer dass beim Notebook der höchste Komfort in Armen und Schultern empfunden wurde. Der normalen Tastatur wurde von den Nutzern die höchste Produktivität, einfachste Nutzung inkl. Schreibgenauigkeit, Schreibgeschwindigkeit und Einstellungszeit bescheinigt.

Pereira (2013): Teilstudie 1: Frauen mit kleinen Händen bevorzugten bei Tastaturen einen vertikalen Buchstabenabstand zwischen 16 und 17 mm gegenüber größeren oder kleineren Abständen.

Maus

Vier Studien zu Maus und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Hinsichtlich der Mäuse wurden insgesamt 35 Studien mit unterschiedlichen Stichprobengrößen ausgewertet. Untersuchungen wurden zum Einsatz eines Maustisches durchgeführt. Die individuelle Einstellbarkeit des Maustisches wurde von allen Testpersonen als angenehm empfunden. Eventuelle Behinderungen wurden beim Aufstehen vermutet.

Jung (2014): In der Studie fand ein Vergleich von gängigen Computermäusen mit ergonomischen (angeschrägten) Computermäusen hinsichtlich der Zufriedenheit statt. Es konnte eine steigende Unzufriedenheit mit steigendem Schräge-Grad festgestellt werden.

De Kraker et al. (2008): Es wurde der Einfluss einer Maus mit einem Vibrationssignal auf Nutzungskomfort und Nutzerfreundlichkeit untersucht. Es konnte eine positive Einschät-

zung des Nutzungskomforts bei der Vibrationsmaus festgestellt werden, 50 Prozent der Nutzer bevorzugten diese Maus mit Feedback-Signal.

Hertzum und Hornbæk (2010): Es wurde untersucht, ob es hinsichtlich des Alters Unterschiede bei der Bevorzugung von Maus oder Touchpad gibt. Es konnten keine Altersunterschiede bei den Präferenzen der beiden Geräte festgestellt werden, die absolute Mehrheit der Versuchspersonen bevorzugte das Arbeiten mit der Maus.

Trackball

Eine Studie zu Trackball und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Insgesamt wurden 16 Studien ausgewertet. Hinsichtlich der Trackballs wurden Vergleiche zwischen Trackball und Maus durchgeführt. Es konnten keine Aussagen zur Bevorzugung eines der beiden Eingabemittel gefunden werden. Trackballs erforderten mehr Bewegung mit den Fingern, die Maus mit dem Handgelenk.

Tablet (mit Griffelnutzung)

Eine Studie zu Tablet und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Peirera (2013): Teilstudie 2: Kleinere Tablets wurden von den Nutzern bevorzugt und hatten geringere muskuloskelettale Risiken (wenn sie mit einer Hand gehalten werden mussten). Strukturierte Oberflächen und Handgriffe erhöhten das subjektive Sicherheitsempfinden.

Displays

Zwei Studien zu und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Marcial (2013): Die Gebrauchstauglichkeit von Smartphones in Bezug auf die Suchaufgabe wurde signifikant negativer bewertet als bei den anderen Geräten. PC und Tablet wurden als vergleichbar geeignet für eine Dokumentensuche bewertet.

Casiez, Vogel, Balakrishnan & Cockburn (2008): Der Grad der bevorzugten control-display gains (= Geschwindigkeit, mit der sich der Maus-Pointer auf dem Bildschirm bewegt) hängt von der verwendeten Technik der Maus-Pointer-Bewegung ab: Bei Pointer-Akzeleration-Einstellung (Pointer-Geschwindigkeit hängt von der Bewegungsgeschwindigkeit der Maus) wurde das Level 1 (= Pointer bewegt sich genauso schnell wie die Maus), beim constant gain (= Pointer bewegt sich konstant, unabhängig von der Geschwindigkeit der Mausbewegung) Level 4 (Pointer bewegt sich schneller als die Maus) bevorzugt.

Sprachdialogsysteme

Sechs Studien zu und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Casali, Williges & Dryden (1990): Die Genauigkeit der Spracherkennung beeinflusste die Akzeptanz der Nutzer, der enthaltene Wortumfang (Wortschatz des Systems) jedoch nur gering oder gar nicht. Generell schätzten Ältere die Möglichkeit der Spracheingabe nützlicher ein als Jüngere.

De Korte und Van Lingen (2006): Die Meinungen darüber, wie schwer und wie zeitaufwendig das Erlernen des Sprachdialogsystems war, waren geteilt; jedoch fand niemand, dass die Nutzung der Spracherkennung sehr schwer gewesen sei. Die meisten Nutzer mit muskuloskelettalen Beschwerden waren zufrieden mit der Spracheingabe – im Gegensatz zu den bisher beschwerdefreien Nutzern. Die vorbelasteten Nutzer bevorzugten auch diese Art der Eingabe gegenüber den anderen Nutzern. Tätigkeiten, die sich laut Befragung gut eigneten, waren: Wortverarbeitung, Notizen machen, lange E-Mails schreiben, Text editieren, Listen anlegen und zwischen den Anwendungen wechseln.

DeHaemer, Wright & Dillon (1994): Das Selbstvertrauen der Nutzer blieb, unabhängig von der Eingabeart (Tastatur oder Spracheingabe), gleich.

Hone und Baber (2001): Es wurde die Nutzerzufriedenheit mit der Menüführung erfasst. Eine geleitete Menüführung (mögliche Optionen werden angesagt) wurde signifikant besser beurteilt als offene Fragen.

Karl, Pettey & Shneiderman (1993): Die Nutzer beurteilten die Möglichkeit der Spracheingabe sehr positiv und bevorzugten sie bei den zu bewältigenden Aufgaben gegenüber der Eingabe per Maus, obwohl sie sehr wohl auch Schwierigkeiten sahen bei der Spracherkennungsgenauigkeit, mit möglichen Hintergrundlärm, falschem Feedback und langsamen Antwortzeiten.

Le Bigot et al. (2007): Die Nutzerzufriedenheit wurde vom Ausführungsmodus (Sprechen/Schreiben) und nicht vom Empfangsmodus (Hören/Lesen) bestimmt und sie war signifikant niedriger beim Sprechen als beim Schreiben.

4.2.4. Beschreibung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Leistung

Physikalische Eingabegeräte

Tastatur

Sechs Studien zu Tastatur und Leistung

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Hinsichtlich der Tastaturen wurden insgesamt 27 Einzelstudien gereviewt. Bei alternativen Tastaturen wurde keine Veränderung der Performance (in diesem Fall Schreibgeschwindigkeit und Fehlerfreiheit) festgestellt. Zumindest nach einer Eingewöhnung wurde die alte Performance erreicht, teilweise wurde sogar eine bessere Performance angezeigt. Extreme Designs erforderten manchmal längere Eingewöhnungen.

Kim, Aulck, Bartha, Harper & Johnson (2014) : Die Schreibgeschwindigkeit auf einer virtuellen Tastatur war 60 Prozent niedriger gegenüber den anderen Tastaturen. Es gab keinen Unterschied zwischen Notebook- und normaler Tastatur. Die Schreibgenauigkeit war bei der virtuellen Tastatur signifikant niedriger (84 Prozent) gegenüber anderen Tastaturen (95 Prozent).

McLoone et al. (2009): Es gab keine signifikanten Unterschiede bei der Schreibgeschwindigkeit und Richtigkeit zwischen den einzelnen Tastaturtypen (konventionell; konventionell mit Handgelenkstütze; ergonomische Tastatur mit Handgelenkstütze).

Kim und Ritter (2014): Untersucht wurde der Einfluss der Eingabemodalität (Maus vs. Tastatur) auf das Erlernen, Vergessen und Wiedererlernen von PC-Fertigkeiten. Am 1. Tag waren die Mausnutzer schneller bei der Aufgabenerledigung als die Tastaturnutzer, am 4. Tag hatte sich das Verhältnis umgedreht (Tastaturnutzer im Schnitt 74 Sekunden schneller). Am 6. Tag (2 Tage ohne Übung) waren Mausnutzer weiterhin langsamer. Am 18. Tag (14 Tage ohne Übung) haben die Tastaturnutzer im Schnitt 48 Sekunden länger gebraucht. Das Wiedererinnern/-erlernen schien unter Mausnutzung einfacher zu sein.

Khan & Rizvi (2009): Die Art der Tastatur/des Computers hatte einen signifikanten Einfluss auf die Leistung (und das unabhängig von der jeweiligen Händigkeit des Nutzers und vom Lärmpegel). Ein normaler Computer (mit normaler Tastatur) war effizienter für die Dateneingabe als ein Notebook. Gemessen wurde der Mittelwert der über die Zeit eingegebenen Buchstaben.

Pereira (2013): Teilstudie 1: Schreibgeschwindigkeit und Fehlerquoten waren signifikant schlechter (unabhängig von Geschlecht und Fingergröße) bei Tastaturen mit einem vertikalen Buchstabenabstand von 15,5 mm im Gegensatz zu allen anderen (16 bis 19 mm); Schreibgeschwindigkeit und Fehlerquoten waren signifikant schlechter bei der Tastatur mit einem horizontalen Abstand von 16 mm als bei allen anderen.

Maus

Vier Studien zu Maus und Leistung

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Hinsichtlich der Mäuse wurden insgesamt 35 Studien mit unterschiedlichen Stichprobengrößen ausgewertet. Untersuchungen hinsichtlich der Leistung wurden zur Geschwindigkeit und Fehlerfreiheit ausgewertet. Je außergewöhnlicher das Mausdesign, umso mehr Einbußen konnten bei der Schnelligkeit und Fehlerfreiheit registriert werden. Es wird angenommen, dass sich die Performance nach einer Eingewöhnungszeit verbessert.

Auch bei joystickähnlicher Maus gab es große Leistungsverluste (beim Auswählen, Anklicken, beim mit gehaltener Taste Ziehen), aber nach einem halben Jahr schrieben die Probanden nur noch wenig langsamer als mit konventionellen Mäusen.

Eine Studie zu Griffmäusen zeigte, dass beim Auswählen und Anklicken bereits am 2. Tag eine gleiche oder bessere Performance erreicht wurde.

In weiteren Studien wurden Mäuse mit Softwareunterstützung (Software mit elektromagnetischer Kraft auf Maus) untersucht und hierbei die Fehlerquote und Schnelligkeit. Es wurden ein kleinerer Diskomfort und weniger Ermüdung festgestellt, die Fehlerquote wurde verringert und eine schnellere Aufgabenlösung war möglich.

Neuere Tastaturen konnten teilweise die Maus ersetzen. Es gibt Software, die die Maus fast vollständig ersetzt.

Jung (2014): In der Studie fand ein Vergleich von gängigen Computermäusen mit ergonomischen (angeschrägten) Computermäusen hinsichtlich der Leistung statt. Die Aufgaben wurden am schnellsten mit der gängigen Maus erledigt (kleine, aber signifikante Zeitunterschiede). Der Fehleranteil war bei der Nutzung der gängigen Maus sowie der ergonomischen Maus (30 Grad Schräglage) signifikant geringer als bei der ergonomischen Maus (50 Grad Schräglage).

De Kraker et al. (2008): Es wurde der Einfluss einer Maus mit einem Vibrationssignal auf die Leistung untersucht. Es konnten keine Unterschiede in der Leistung zwischen Mäusen mit und ohne Vibrationssignal festgestellt werden.

Hertzum und Hornbæk (2010): Die Fehlerquote war signifikant geringer bei der Mausnutzung und bei größeren Zielen. Die Zeit zur Aufgabenerledigung war durch die Mausnutzung signifikant kürzer als beim Touchpad. Darüber hinaus wurde untersucht, ob es hinsichtlich des Alters (drei Altersgruppen: Jüngere, Erwachsene, Ältere) Unterschiede bei der Leistung zwischen Maus oder Touchpad gibt. Die Jungen hatten die signifikant höchsten Fehlerquoten, Erwachsene und Ältere waren in etwa vergleichbar. Die Älteren haben darüber hinaus die signifikant längste Zeit zur Aufgabenerledigung benötigt. Diese war bei Touchpad-Nutzung länger als bei der Mausnutzung. Für Erwachsene gab es keine Unterschiede. Wird allerdings nur die Erwachsenenstichprobe betrachtet, gab es keine deutlichen Unterschiede in den Leistungsparametern zwischen verschiedenen Zeigegeräten.

Trackball

Eine Studie zu Trackball und Leistung

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Hinsichtlich der Trackballs wurden 16 Studien ausgewertet, u. a. Untersuchungen zum Design (bestimmt durch Größe des Trackballs, Größe der Kugel bzw. offenes Kugelsegment, Kugellauf, Anzahl und Anordnung der Tasten, Funktion der Tasten, Reinigungsmöglichkeit). Die Bedienung mit Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger hinsichtlich Haltung, Muskelaktivität, Performance und subjektivem Empfinden wurde betrachtet.

Es wurde festgestellt, dass Aufgaben, die eine genaue Punktansteuerung benötigten, bei gleicher Performance mehr Zeit benötigten. Die physiologische Belastung war hier am niedrigsten.

Untersuchungen wurden auch zur Rechts/links-Nutzung von Trackballs recherchiert. Es bestehen weniger Performance-Unterschiede zwischen rechts und links als bei der Mausenutzung, der Handwechsel wurde somit einfacher und benötigte eine kürzere Eingewöhnungszeit. Die Belastung konnte so auf beide Arme verteilt werden (aber nicht jedes Design war für beide Hände geeignet – die Tastenanordnung kann spezifisch für Rechts- und Linkshänder sein).

Es bestand auch die Möglichkeit der wechselseitigen Nutzung: eine Seite Maus, andere Seite Trackball.

Untersuchungen zur Performance insgesamt zeigten, dass das Arbeiten mit einem Trackball eher langsamer ging als mit der Maus. Die Fehlerquote war bei beiden Geräten gleich. Aber: In Studien wurden nur wenige Minuten Arbeit getestet und das ohne angemessene Gewöhnungszeit an den Trackball.

Untersuchungen wurden auch zum Kraft-Feedback (Software, die bei der Kugelbedienung im Sinne einer unterstützenden Steuerung wirkt) ausgewertet. In einer Studie konnte durch das Kraft-Feedback die Verbesserung der Performance nachgewiesen werden. Die Form des Kraftfeldes und Stärke der Rückmeldung hatten hier einen Einfluss.

Tablet (mit Griffelnutzung)

Drei Studien zu Tablet und Leistung

Keller Chandra et al. (2008): Die Studie stellt eine Metastudie zu Ein- und Ausgabegeräten dar. Insgesamt wurden sieben Studien ausgewertet. Hinsichtlich des Tablets mit Griffelnutzung wurden Vergleiche zwischen Tablet und Maus durchgeführt. Hinsichtlich der Performance (Geschwindigkeit und Fehlerquote) wurden Vergleiche des Tablets mit Griffel mit Maus, Maus mit Tastatur und Trackball ausgewertet. Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit wurde mit Tablet und Griffel genauso schnell gearbeitet wie mit der Maus, schneller als mit dem Trackball und den Cursortasten der Tastatur.

Die Testergebnisse zeigten unterschiedliche Fehlerquoten, aber Tablet mit Griffel erreichte auch hier nach kurzer Eingewöhnung Werte wie die Maus.

Über das Design des Tablets wurden keine Studien gefunden. Beim Griffel wurde eine Griffellänge von 100 mm empfohlen, der Durchmesser hing von der Arbeitsaufgabe ab: Dünnere Griffel waren für die Leistung und das Befinden besser geeignet beim Auswählen und Anklicken. Dickere Griffel (Durchmesser 8 mm) waren besser geeignet für Präzision erfordernde Aufgaben.

Camilleri et al. (2013): In der Studie wurde die Leistung bei der Palm-Rejection-Technologie bei einer Farbsortierungsaufgabe unter Einsatz von einem, zwei und drei Fingern untersucht im Vergleich zu einem Tablet ohne Palm-Rejection-Technologie. Bei einer Ein-Finger-Aufgabe konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Technologien festgestellt werden. Bei den Zwei- und Drei-Finger-Aufgaben konnten die Aufgaben mit aktivierter Palm-Rejection-Technologie um 10 bis 20 Prozent schneller bewältigt werden.

Pereira (2013) Teilstudie 2: In der Studie wurde untersucht, wie sich Größe, Griffgestaltung und Form eines Tablets auf die Produktivität auswirkt. Es konnten keine Unterschiede in der Produktivität festgestellt werden.

Displays

Fünf Studien zu Displays und Leistung

Benedetto et al. (2014): Hohe Leuchtdichte des Bildschirms, definiert mit $C = 0,997$ (L_{max} : 140 cd/m²; L_{min} : 0,2 cd/m²) führte zu einem stärkeren Aktivierungszustand als eine niedrige Leuchtdichte, definiert mit $C = 0,998$ (L_{max} : 20 cd/m²; L_{min} : 0,02 cd/m²), was sich in einer höheren Lesegeschwindigkeit niederschlug.

Hatta et al. (2002): Die Farbe des Bildschirmrahmens beeinflusste die Schnelligkeit der Aufgabenerledigung in Abhängigkeit von der Aufgabenkomplexität. Der übliche beige Bildschirmrahmen sorgte für eine positive Leistungskonstanz.

Oetjen & Ziefle (2009): Der CRT (cathode ray tube) -Bildschirm ermöglichte die signifikant schnellste und genaueste visuelle Unterscheidungsleistung; das schlechteste Ergebnis erzielte der Laptop mit LCD (liquid crystal display).

Marcial (2013): Alle drei Suchaufgaben (innerhalb eines Dokumentes, gezielte Internetsuche, explorative Internetsuche) haben am Smartphone die längste Zeit in Anspruch genommen. PC und Tablet waren vergleichbar.

Casiez et al. (2008): Geringe control-display-gain-Level (d.h. Pointer bewegt sich auf dem Bildschirm gleich schnell oder leicht schneller als die Maus) führten bei beiden Techniken zu langsameren Ausführungszeiten, hohe control-display-gain-Level wiederum zum Overshooting. Das Ziel-Anklicken gelang ein wenig schneller bei der akzelerierten Technik, dabei kam es jedoch auch häufiger zum Overshooting.

Sprachdialogsysteme

Sieben Studien zu Sprachdialogsysteme und Leistung

Casali et al. (1990): Die Genauigkeit der Spracherkennung sowie der enthaltene Wortumfang des Systems beeinflusste die Aufgabenabschlusszeit (Schnelligkeit) signifikant. Bei hoher Genauigkeit der Spracherkennung und hohem Wortumfang ist die Fehlerhäufigkeit signifikant geringer. Ältere Nutzer waren generell langsamer.

De Korte & Van Lingen (2006): Die Anzahl der richtig eingegebenen Wörter war signifikant höher bei der Nutzung von Tastatur und Maus. Die Zeit für die Fehlerkorrektur war signifikant länger bei der Spracheingabe. Generell gab es große Streuungen bei Produktivität unter den Nutzern. Fünf Personen sagten, sie wären weniger produktiv mit der Spracheingabe als vorher und neun Personen sagten, sie wären genauso produktiv wie früher.

DeHaemer et al. (1994): Weder die geübten noch die ungeübten Nutzer erzielten mit der Spracherkennung eine bessere Leistung (auch unabhängig vom Aufgabentyp).

Hone & Baber (2001): Die Nutzer waren erfolgreicher bei der Aufgabenlösung mit dem geleiteten Menüstil (Ansage aller möglichen Optionen), als mit den offenen Fragen.

Karl et al. (1993): Die benötigte Zeit zur Aufgabenbewältigung war höher bei der Mausnutzung als bei der Spracheingabe. Die Fehlerraten waren gleich. Gedächtnisfehler kamen jedoch bei der Mausnutzung weniger vor.

Le Bigot et al. (2007): Die Abschlusszeiten wurden ausschließlich durch den Empfangsmodus (Hören/Lesen) beeinflusst. Die Zeiten waren länger beim Hören als beim Lesen. Wiederholte Eingaben traten unabhängig von den Modi auf. Die interaktive Fehlerrate und die Dialoglänge wurden vom Ausführungsmodus (Sprechen/Schreiben) bestimmt. Beide waren höher beim Sprechen als beim Schreiben. Wiederholte Kommandoingaben kamen beim Sprechen/Hören häufiger als beim Schreiben/Lesen vor.

Murray, Jones & Frankish (1996) Experiment 1: Untersucht wurde bei Spracheingabesystemen der Einfluss der Syntax (vollständig vorgegeben (FS), partiell vorgegeben (PS), nicht vorgegeben (NS) auf die Leistung bei einem rein auditiven Dialog (ohne visuelle Unterstützung)). Bei der Fehlerfreiheit, Aufgabenrichtigkeit und nutzerbedingten Fehlern gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen drei Gruppen.

Experiment 2: Untersucht wurde der Einfluss der Art des visuellen Feedbacks (volle Anzeige aller möglichen Optionen (OP) vs. bei Bedarf aufzuklappendem Menü (FP)) auf die Leistung bei der Spracheingabe: Die Fehlerfreiheit und Abschlusszeiten waren bei OP besser als bei FP.

5. Bewertung und Diskussion der Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen dem Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro und den Outcomes

Es folgt eine Bewertung der Ergebnisse der Datenextraktion vor dem Hintergrund der methodischen Qualität der ausgewerteten Studien. Bei der überwiegenden Mehrheit der Studien handelte es sich um Laboruntersuchungen mit kleinen Stichproben (bis N= 40 Probanden).

5.1. Bewertung zum Merkmal Software

5.1.1. Bewertung zum Merkmal Software und psychische Gesundheit

Informationsdarstellung

Zu Informationsdarstellung und psychischer Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Dialoggestaltung

Zu Dialoggestaltung und psychischer Gesundheit sind keine Studien vorhanden.

Benutzerführung

Nur eine Studie konnte identifiziert werden, die sich mit der Auswirkung der Softwaregestaltung (hier: Benutzerführung) auf die Gesundheit auseinandergesetzt. Im Fokus der Studie von Schleifer et al. (1996) stand der Effekt der (minder)leistungsbezogenen Systemmeldung auf die Leistung und die Muskelanspannung von Schreibkräften. Es handelte sich um eine Längsschnittstudie im Kontrollgruppendesign. Die Rekrutierung der Stichpro-

be (N = 47 Frauen, Alter: 19–38 Jahre) erfolgte gelegentlichsbedingt, die Bildung der EG und KG basierte auf einem Zufallsprinzip. Es wurde für die Homogenität der Stichprobe hinsichtlich langsamer Schreibleistung gesorgt. Die Informationen zur Muskelverspannung (Nacken, linke/rechte Schulter, linke/rechte Hand, Kreuzbereich) wurden per Selbstauskunft erhoben. Dazu wurden Skalen verwendet, die bereits in anderen Studien überprüft wurden, zu denen jedoch keine Validitätskennwerte berichtet wurden. Der Einfluss von Moderatorenvariablen wurde nicht berücksichtigt.

Da die Untersuchung unter kontrollierten Laborbedingungen stattfand, kann von einem geringen Einfluss von externen Einflussfaktoren (Arbeitsaufgabe, Arbeitsklima) ausgegangen werden. Die Repräsentativität der Stichprobe beschränkt sich auf junge und mittelalte Frauen. Das Ergebnis bezieht sich auf den Einfluss vom System-Feedback, der bei quantitativer Standardunterschreitung bei Schreiarbeiten dargeboten wird. Damit ist der Aussagebereich dieser Studie sehr eingeschränkt. Aufgrund der geringen Anzahl der Studien liegt für den Zusammenhang zwischen der Softwaregestaltung und Gesundheit keine gesicherte Evidenz vor.

Dialogführung

Es liegen keine Studien zu Dialogführung und psychischer Gesundheit vor.

5.1.2. Bewertung zum Merkmal Software und Befinden

Informationsdarstellung

Das Ziel der Studie von Banerjee und Bhattacharyya (2011) war herauszufinden, welcher Schrifttyp bei welcher Schriftgröße das schnellste und genaueste Lesen vom Bildschirm ermöglicht. Subjektive Messungen der mentalen Beanspruchung ergaben, dass sich die 40 Versuchspersonen am wenigsten beansprucht fühlten, wenn sie eine Textpassage im Schrifttyp Verdana, Größe 14 Punkt gelesen haben. Es handelte sich um eine – für Laboruntersuchungen relativ große – Stichprobe von 40 Personen. Die Ergebnisse können als repräsentativ für junge Männer und Frauen im Alter von Mitte 20 betrachtet werden, die es gewöhnt sind, vom Bildschirm zu lesen. Eine Untersuchung mit einer altersheterogenen Stichprobe wäre wünschenswert.

Dialoggestaltung

Vier Studien haben den Zusammenhang von Merkmalen der Dialoggestaltung und Wohlbefinden untersucht (keine Interventionsstudien). Zwei Studien, die die Erwartungskonformität untersuchten (variable vs. eingeschränkt variable System-Response-Zeiten – Weber et al., 2013; steuerungstypbezogene Konsistenz der Fehlermeldung – Wenger, 1991), überprüften ihre Hypothesen in Laborexperimenten mit kleinen Stichproben (N = 20) von gerade verfügbaren Studenten. Unter manipulierten Bedingungen (unabhängige Variable (UV)) wurde die mentale Beanspruchung bzw. die Selbstwahrnehmung bei der Arbeit (Kompetenz, Kontrolle) per Selbstauskunft überwiegend mithilfe bereits verwendeter Skalen erhoben. Es wurden keine Moderatoren oder Drittvariablen berücksichtigt. Für die wartezeitenbezogene Erwartungskonformität konnte kein Einfluss auf die selbst erlebte mentale Beanspruchung nachgewiesen werden: Die eingeschränkte Variabilität der System-Response-Zeiten (SRZ) führte zur gleichen mentalen Beanspruchung wie die üblichen variablen SRZ. Die steuerungstypbezogene Inkonsistenz führte bei den Probanden zur signifikant geringeren Einschätzung der Kontrollwahrnehmung sowie zum negativeren Selbsterleben bei der Arbeit. Da die Untersuchung unter kontrollierten Laborbedingungen stattfand, kann von einem geringen Einfluss von externen Einflussfaktoren (Arbeitsaufgabe, Arbeitsklima) ausgegangen werden.

Eine Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Flexibilität/Modifizierbarkeit der Software und das Flow-Erleben (Webster et al., 1993). Im Rahmen eines Laborexperiments wurde eine relativ große Stichprobe von 133 Studenten (41 Prozent Frauen) untersucht. Die Teilnahme an der Studie war ein Bestandteil eines Seminars, deshalb lag keine Selektivität aufgrund Freiwilligkeit/Verfügbarkeit vor – die Ergebnisse sind daher als repräsentativ für junge Männer und Frauen mit einem Abitur anzusehen. Die Ergebnisse der Laborstudie wurden anschließend in einer Feldstudie auf Generalisierbarkeit überprüft (Buchhalterabteilung, N = 43, ca. die Hälfte waren Frauen; Gelegenheitsstichprobe). Die untersuchte UV und abhängige Variable (AV) (Flexibilität/Modifizierbarkeit, Flow-Erleben) wurde mittels bereits verwendeter Skalen erfasst. Es wurden keine Moderatoren oder Drittvariablen berücksichtigt. Personen, die die Flexibilität/Modifizierbarkeit der Software als hoch eingeschätzt haben, erreichten signifikant höhere Flow-Werte. Da es sich bei der Untersuchung jedoch um eine Querschnittstudie handelt, ist auch die andere Richtung des Zusammenhangs möglich.

Der Einfluss von (mangelnder) Steuerbarkeit (Arbeitsgeschwindigkeitsvorgabe in Callcentern) auf das Stresserleben wurde mit Sekundäranalysen der Daten aus der Europäischen Arbeitsbedingungsstudie der EU 27 von 2005 untersucht (Kraan et al., 2014). Die Studienhypothesen wurden anhand einer mehrstufigen Stichprobe von 18.723 Erwerbstätigen überprüft, die zu ihren Arbeitsbedingungen telefonisch interviewt worden sind. Die Steuerbarkeit der Arbeitsschritte wurde mit zwei Items aus dem Job Content Questionnaire erfasst, die arbeitsbezogene Stressbelastung wurde anhand fünf Fragen zu Stress, allgemeiner Müdigkeit, Schlafproblemen, Angst und Irritabilität erhoben (bereits verwendete Fragenbatterie). Im Vergleich zu Büroangestellten, die ohne systembasierte Arbeitsgeschwindigkeitsvorgabe arbeiten, wiesen Callcenter-Kräfte eine signifikant höhere Stressbelastung auf, die vergleichbar mit der Stressbelastung der Fließbandarbeiter war. Dieser Effekt ist zwar aufgrund der Stichprobengröße signifikant, jedoch sehr klein ($r = -,03^{***}$). Repräsentativität der Untersuchung kann angenommen werden.

Benutzerführung

Zwei Studien untersuchen die Auswirkung von Fehleranzeigen bzw. Korrekturvorschläge auf die Stimmung bzw. den Affekt der Nutzer. Beide Studien nahmen eine differenzierte Perspektive ein und unterschieden in ihrer Auswertung nach Geschlecht und Alter. Die Ergebnisse der Studie von Birdi und Zapf (1997) zeigen, dass ältere Nutzer bei Fehlern signifikant stärkere negative Emotionen zeigen als jüngere Nutzer. Dieses Ergebnis ließ sich nicht auf Unterschiede bez. Geschlecht, Bildungsniveau, PC-Erfahrung, PC-Einstellung und Anzahl der Fehleranzeigen zurückführen. Die Feldstudie wurde mit einer Stichprobe von 134 Männern und Frauen aus 12 Unternehmen durchgeführt. Externe Validität und Repräsentativität der Studienergebnisse sind gegeben, die Mischung aus subjektiven und objektiven Erfassungsmethoden hebt das Studienniveau zusätzlich an. Zwischengeschlechtliche Unterschiede in stimmungsbezogener Beeinflussbarkeit durch negative Fehleranzeigen stellte jedoch die Studie von Djamasi und Loiacono (2008) fest. Während die 38 männlichen Nutzer ihre ursprüngliche Stimmung auch nach einer unfreundlichen Fehleranzeige im Durchschnitt beibehielten, berichteten die 25 Frauen einen signifikant stärkeren negativen Affekt als zu Beginn der Untersuchung. Es handelte sich jedoch um eine Untersuchung an einer studentischen Stichprobe, bei der keine weiteren Einflussfaktoren (z. B. allgemeine Affektivität, Sensibilität etc.) kontrolliert wurden.

Zwei weitere Studien beschäftigten sich mit der Möglichkeit, durch die menschähnliche Gestaltung der Störungsmeldungen das Nutzerbefinden zu beeinflussen. In der Interventionsstudie von Partala und Surakka. (2004) wurde festgestellt, dass die (negative/positive) Konnotation einer Störungsmeldung die entsprechende Stimmung (negativ/positiv) in den

Nutzern hervorrufen kann. Ähnlich zeigte sich in der Studie von Klein et al. (2002), dass affektive Unterstützung seitens des Systems den Nutzern helfen kann, die störungsbedingte Frustration schneller zu überwinden und die Arbeit wieder aufzunehmen. In beiden Studien wurden objektive Maße für die Erhebung (der Manifestation) des Stimmungsstandes (EMG (elektromyographische)-Messung der Aktivierung von *zygomaticus major* und *corrugator supercilli*, freiwillige Fortsetzung der vorher störanfälligen Arbeit als Zeichen überwundener Frustration) verwendet. Beide Studien liefern Hinweise, dass affektive Anreicherung der Systemreaktionen positive Auswirkungen auf die momentane Stimmung der Nutzer haben kann, die Quantität und Qualität der Ergebnisse lassen jedoch eine wissenschaftlich gesicherte Aussage nicht zu.

Zwei weitere Publikationen untersuchten den Zusammenhang zwischen leistungsbezogenem Feedback und Wohlbefinden der Nutzer (Schleifer et al., 1996; Kraan et al., 2014). Die Ergebnisse zeigen, dass (minder)leistungsbezogenes Feedback und Arbeitsschwindigkeitsvorgaben bei Computerarbeit zum erhöhten Stress und verminderten Wohlbefinden führen. Bei der verwendeten Methodik positiv hervorzuheben ist das Interventionsdesign der Feldstudie (Schleifer et al., 1996). Von Vorteil ist auch die breite Datenmasse bei der Sekundäranalyse von Kraan et al. (2014), die jedoch aus ausschließlich querschnittlichen Selbsteinschätzungen gespeist wird, was die Belastbarkeit der Ergebnisse untergräbt.

Dialogführung

Miller und Stanney (1997) untersuchten die mentale Beanspruchung der Nutzer in Abhängigkeit vom verwendeten Eingabemodus (symbolisch vs. über Piktogramme) an einer Gruppe von 20 Studierenden. Zur Messung der mentalen Beanspruchung bei Computeranfängern und -experten wurde die oft eingesetzte Selbsteinschätzungsskala NASA-TLX verwendet. Während für die Anfänger die Eingabemodalität keinen Unterschied in mentaler Beanspruchung ausmachte, wurde die Arbeit mit Piktogrammen von den Experten als mental anstrengender empfunden. Aufgrund der methodischen Charakteristik der Untersuchung (kleine Gelegenheitsstichprobe, Querschnittsdesign) lässt sich dieses Ergebnis nicht als gesichert betrachten. Außerdem bleibt offen, ob selbst eine höhere Beanspruchung für die Leistung förderlich ist und nicht mit Fehlbeanspruchung gleichzusetzen ist.

5.1.3. Bewertung zum Merkmal Software und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Bei der Zufriedenheit, die in den in diesem Abschnitt diskutierten Studien fokussiert wird, handelt es sich vorwiegend um die Nutzerzufriedenheit mit der Softwareanwendung oder mit der eigenen Leistung.

Informationsdarstellung

Die Studie von Kim et al. (2008), die sich mit den Prädiktoren der Nutzerzufriedenheit mit der Systemanwendung beschäftigt, weist viele positive methodische Attribute auf: Befragt wurden 234 Erwerbstätige in acht Unternehmen, davon war ca. die Hälfte Frauen. Die Rücklaufquote von 74 Prozent ist als sehr hoch anzusehen. Alle Variablen wurden per Selbstauskunft (mit bereits verwendeten Skalen) erfasst. Die Qualität der dargebotenen Information (Aktualität, Relevanz, Klarheit, Genauigkeit etc.) war nur einer der in die Berechnung einbezogenen Prädiktoren (weitere Faktoren: Systemqualität, Lernförderlichkeit, wahrgenommene Nützlichkeit). Die festgestellte Verbindung zwischen der Informationsqualität und der Nutzerzufriedenheit keine direkte, sondern vermittelt über die wahrgenommene Nützlichkeit der Softwareanwendung.

Das Ziel der Studie von Banerjee und Bhattacharyya (2011) war herauszufinden, welcher Schrifttyp bei welcher Schriftgröße das schnellste und genaueste Lesen vom Bildschirm ermöglicht. Die Erfassung der Präferenzen ergab, dass die 40 Versuchspersonen den Schrifttyp Verdana Größe 14 Punkt zum Lesen bevorzugten. Es handelte sich um eine – für Laboruntersuchungen relativ große – Stichprobe von 40 Personen. Die Ergebnisse können als repräsentativ für junge Männer und Frauen im Alter von Mitte 20 betrachtet werden, die es gewöhnt sind, vom Bildschirm zu lesen. Eine Untersuchung mit einer altersheterogenen Stichprobe wäre wünschenswert.

Dialoggestaltung

Zwei Studien, die die Erwartungskonformität untersuchten (variable vs. eingeschränkt variable System-Response-Zeiten – Weber et al., 2013; steuerungstypbezogene Konsistenz der Fehlermeldung – Wenger, 1991), überprüften ihre Hypothesen in Laborexperimenten mit kleinen Stichproben (N = 20) von gerade verfügbaren Studenten. Unter manipulierten Bedingungen (UV) wurde die Zufriedenheit mit der Systemanwendung bzw. die Wahrnehmung der Systemqualität per Selbstauskunft überwiegend mithilfe bereits verwendeter Skalen erhoben. Es wurden keine Moderatoren oder Drittvariablen berücksichtigt. Für die wartezeitenbezogene Erwartungskonformität konnte kein Einfluss auf die Bewertung der Systemqualität nachgewiesen werden. Die Interaktion mit PC wurde von den Nutzern signifikant negativer eingeschätzt, wenn die Fehlermeldung das unerwartete (d. h. inkonsistente) Steuerungstypformat aufwies. Da die Untersuchungen unter kontrollierten Laborbedingungen stattfand, kann von einem geringen Einfluss von externen Einflussfaktoren (Arbeitsaufgabe, Arbeitsklima) ausgegangen werden.

Eine Studie untersuchte den Zusammenhang zwischen Flexibilität/Modifizierbarkeit der Software und dem Flow-Erleben (intrinsische Motivation und Neugierde sind relevante Aspekte des Flow-Zustandes, (Webster et al., 1993)). Im Rahmen eines Laborexperiments wurde eine relativ große Stichprobe von 133 Studenten (41 Prozent Frauen) untersucht. Die Teilnahme an der Studie war ein Bestandteil eines Seminars, deshalb lag keine Selektivität aufgrund Freiwilligkeit/Verfügbarkeit vor – die Ergebnisse sind daher als repräsentativ für junge Männer und Frauen mit einem Abitur anzusehen. Die Ergebnisse der Laborstudie wurden anschließend in einer Feldstudie auf Generalisierbarkeit überprüft (Buchhalterabteilung, N = 43, ca. die Hälfte waren Frauen; Gelegenheitsstichprobe). Die untersuchte UV und AV (Flexibilität/Modifizierbarkeit, Flow-Erleben) wurde mittels bereits verwendeter Skalen erfasst, es handelte sich jedoch jeweils ausschließlich um eine Selbsteinschätzung. Es wurden keine Moderatoren oder Drittvariablen berücksichtigt. Personen, die die Flexibilität/Modifizierbarkeit der Software als hoch eingeschätzt haben, erreichten signifikant höhere Flow-Werte (d. h. höhere intrinsische Motivation). Da es sich bei der Untersuchung jedoch um eine Querschnittstudie handelt, ist auch die andere Richtung des Zusammenhangs möglich.

Eine groß angelegte Studie von Monnickendam et al. (2007) untersuchte mit 517 vorwiegend weiblichen Erwerbstätigen die Prädiktoren der Nutzerzufriedenheit mit der Systemanwendung. Alle Variablen wurden leider nur per Selbstauskunft (mit bereits verwendeten Skalen) erfasst. Wahrgenommene Nützlichkeit und die Integration des Systems in die Alltagsroutinen waren die bedeutendsten Korrelate der Nutzerzufriedenheit ($r = ,49^{***}$ bzw. $r = ,56^{***}$). Die Einbeziehung mehrerer Faktoren in die hierarchische Analyse macht diese Studie zu einer wertvollen, jedoch weiterhin einsamen Quelle der Erkenntnis zum Zusammenhang zwischen Aufgabenangemessenheit und Nutzerzufriedenheit.

Benutzerführung

Zwei Studien (Branaghan & Sanchez, 2009; Meyer et al., 1996) haben in mehreren Labor-experimenten den Einfluss der Gestaltung von Fortschrittsanzeigen auf die Schätzung der Bearbeitungsdauer seitens der Nutzer untersucht (statische vs. sequenzielle vs. konstante Anzeigen in verschiedenen Formen). Als Zufriedenheit werden hier eine kurze wahrgenommene Bearbeitungsdauer, die Angemessenheit der Wartezeit sowie die Präferenz einer Anzeigeart gewertet. Während in der Studie von Meyer et al. (1996) die Bearbeitungszeiten bei einer statischen Anzeige signifikant länger als bei den dynamischen geschätzt wurden, konnten Branaghan und Sanchez (2009) keinen Einfluss der Feedback-Modalität auf die Zeitschätzung feststellen. Kognitiv wenig beanspruchende Anzeigearten (statisch oder mit einer konstanten Fortschrittsanzeige) ließen die Wartezeit signifikant häufiger als angemessen erscheinen. Konstante Fortschrittsanzeige wurde in direkter Präferenzabfrage bevorzugt. Die Ergebnisse beider Studien sind widersprüchlich, darüber hinaus basieren sie auf kleinen studentischen Gelegenheitsstichproben. Die ältere Studie bietet jedoch eine sehr differenzierte Analyse verschiedener Faktoren (Untertypen der statischen bzw. dynamischen Anzeigen, Blinkfrequenz, Länge des Warteintervalls etc.) als Ausgangsbasis für weitere, idealerweise nicht-laboratorische Forschung.

Zwei Studien (Klein et al., 2002; Agkun et al., 2010) untersuchten die Möglichkeit, durch menschähnliche Gestaltung des System-Feedbacks die Motivation zur Fortsetzung zuvor störanfälliger Arbeit am PC bzw. die Zufriedenheit mit der eigenen Leistung zu beeinflussen. Klein et al. (2002) haben anhand einer kleinen Gelegenheitsstichprobe in manipulierten Labor-Settings gezeigt, dass ein verständnisvolles Feedback die Motivation zum weiteren Arbeiten – trotz erfahrener Systemstörung – positiv beeinflussen kann. Die qualitativ hochwertige Interventionsstudie von Agkun et al. (Längsschnitt, Kontrollgruppe, randomisierte Gruppenzuweisung, paritätische Geschlechtervertretung, Homogenität der Stichprobe hinsichtlich Zieltätigkeit) stellte bei den 180 Probanden keinen direkten Zusammenhang zwischen der Formulierung der Fehlermeldung und der Zufriedenheit mit eigener Arbeit her. Nach der Einbeziehung der jeweiligen Stimmungslage konnte ein signifikant differenzieller Effekt festgestellt werden. In beiden Studien setzt der Erfolg von menschähnlichen Systemanzeigen jedoch voraus, dass das System die Stimmungslage des Nutzers erfährt. Diese Grenzen des Labordesigns bestimmen somit die Relevanz für die heutige Arbeitswelt.

Die Zufriedenheit der Nutzer mit eigener Leistung (bzw. die Sicherheit über die Korrektheit der Datenbankbefehle) wird auch durch Systemvorschläge zur Semantik und Syntax beeinflusst (Chan et al., 1995). Die zufällig ausgewählte Stichprobe von 60 Studenten bearbeitete die Datenbankaufgaben einmal ohne, einmal mit Systemhilfe – Lerneffekte sowie auch der Einfluss von anderen Faktoren auf die Selbsteinschätzung konnten leider nicht ausgeschlossen werden.

In ihrer theorieentwickelnden Arbeit haben Davis und Tuttle (2013) Faktoren untersucht, die darüber entscheiden, ob eine Fehlermeldung vom Nutzer verantwortungsvoll behandelt wird oder nicht (Motivationsaspekt). In der SEM-Rechnung ist deutlich geworden, dass es neben Einflussgrößen wie wahrgenommene soziale Normen und Aufgabeninhalte die tatsächliche Risikowahrnehmung und die Eindeutigkeit der Meldung sind, die die Bereitschaft zum verantwortungsvollen Umgang fördern. Befragt wurden 318 wissenschaftliche Mitarbeiter einer amerikanischen Universität im Alter von 30–50 Jahren (entspricht einer sehr guten Rücklaufquote von 78 Prozent, keine Angaben zum Geschlecht).

Die Studie von Schleifer et al. (1996) untersuchte den Zusammenhang zwischen leistungsbezogenem Feedback und Zufriedenheit der Nutzer. Bei der verwendeten Methodik

positiv hervorzuheben ist das Interventionsdesign der Feldstudie sowie die leistungsbezogene Homogenität der weiblichen Stichprobe. Der Aspekt „Unzufriedenheit mit der Arbeitsmenge“ wurde zusammen mit anderen Merkmalen der Stressbelastung mithilfe anderweitig verwendeter Skalen bzw. Einzel-Items erhoben. Obwohl die Arbeitsmenge in der Kontrollgruppe die gleiche war, führt (minder)leistungsbezogenes Feedback offenbar zum Eindruck einer quantitativen Überforderung bzw. Unzufriedenheit.

Die Untersuchung von Kim et al. (2008) untersuchte verschiedene Aspekte der Nutzerzufriedenheit mit einer Softwareanwendung. Die Systemleistung als Ganzes (Fehlermanagement, Individualisierbarkeit, System Response Times etc.) wies in der SEM-Analyse trotz signifikanter Korrelation ($r = ,39^{**}$) keine direkte Verbindung zur Akzeptanz der Softwarelösung auf – diese Beziehung wird über den wahrgenommenen Nutzen und die Lernförderlichkeit vermittelt. Diese Untersuchung basierte gänzlich auf Selbstauskunft (bereits verwendete Skalen), sodass die Einschätzung der technischen Systemeigenschaften sich sehr wahrscheinlich auf die Zufriedenheit mit diesen beschränkte. Auch aufgrund der relativ großen Stichprobe ($N = 239$) überrascht deshalb die signifikante Korrelation nicht. Objektive Erfassung der Systemeigenschaften wäre hier wünschenswert gewesen.

In der Studie von Cherry et al. (1989) wurden mehrere Formen der Onlinehilfen an einer repräsentativen Stichprobe von 48 Erwerbstätigen getestet. Die Probanden zeigten keine eindeutige Präferenz für eine Darbietungsweise der Hilfe-Inhalte (full screen, split screen, window). In Anbetracht der Tatsache, dass es sich bei den Probanden um erfahrene Nutzer handelte, stellt sich die Frage, ob die Hilfsangebote oft genug genutzt wurden, um eine Präferenz ausbilden zu können.

Dialogführung

Es konnten keine Studien zum Zusammenhang von Dialogführung und Arbeitszufriedenheit/ Motivation gefunden werden.

5.1.4. Bewertung zum Merkmal Software und Leistung

Beinahe zwei Drittel der eingeschlossenen Studien hatte die Arbeitsleistung mit ihren quantitativen und qualitativen Aspekten im Fokus. Aufgrund der Datenmenge verlässt die Diskussion und Bewertung das bisherige Muster.

Das Leistungsmerkmal Qualität (Fehlerfreiheit, Korrektheit, Genauigkeit der Aufgabenausführung) hängt mit einigen Aspekten der Softwaregestaltung zusammen. Die Fülle der dargebotenen Systeminformationen trägt zur Qualität der Aufgabenerledigung bei komplexen Aufgaben oder bei Aufgaben, die eine vollständige Abarbeitung bestimmter Schritte voraussetzen (z. B. Veränderung der Sicherheitseinstellungen am PC) bei. Bei einfachen Aufgaben (z. B. Sortieraufgaben) und insbesondere für Anfänger wirkt sich eine hohe Systemkomplexität (sowie seine komplexe Darstellung) negativ auf die Qualität der Arbeitsergebnisse aus. Bei Überprüfung der Übereinstimmung visueller Quellen ist es förderlich, wenn diese Quellen übereinander positioniert werden, und wenn ein Bild nach dem anderen dargestellt wird. Auch bei der Beschriftung der Menü-Hierarchien beeinflusst die semantische Qualität, nicht die bloße Anzahl der dargebotenen Informationen, signifikant die Richtigkeit des Vorgehens. Funktions- und Elementgestaltung (Schriftgröße und die Kompatibilität der Steuerungsbewegung mit der Bildschirmaktivität) können ebenfalls die korrekte Ausführung der Aufgabe beeinflussen. Bezüglich der Datenbankarbeit führen einzelne Aspekte der Fehlertoleranz (Korrekturvorschläge und relevanzbasierte Empfehlungen, semantische Flexibilität) zu besseren Arbeitsergebnissen. Verhandeltbare systemevozierte Unterbrechungen ermöglichen eher konzentrierteres und damit fehlerärmeres Arbeiten als systemgesteuerte Arbeitsunterbrechungen.

Das Leistungsmerkmal Quantität (Arbeitsmenge pro Zeiteinheit) lässt sich durch die Möglichkeit, das System-Interface zu individualisieren, beeinflussen. Voraussetzung hierfür ist vor allem für die Anfänger die korrekte Einstufung der eigenen Erfahrungsstufe. Dagegen scheint die Geschwindigkeit der Aufgabenbearbeitung bei Experten nur wenig von der dargebotenen Informationsfülle abzuhängen. Auch die Nutzung eines minimalistischen Manuals führt im Gegensatz zur Einarbeitung anhand eines ausführlichen Manuals zur schnelleren Aufgabenerledigung. Der Vergleich zu einer manualfreien Arbeitsweise wäre an dieser Stelle wünschenswert.

Lediglich eine Studie hat das Alter als eine relevante Individualisierungsdimension untersucht – mit dem Ergebnis, dass keine altersspezifische, sondern lediglich ergonomische Softwaregestaltung erforderlich ist und diese unabhängig vom Alter ihre positive Wirkung auf die Arbeitsgeschwindigkeit entfaltet. Wie bei der Arbeitsqualität kann die Funktions- und Elementgestaltung die Arbeitsgeschwindigkeit beeinflussen (Länge und Ordnung der Scroll-Down-Menüs, Objektbegrenzung, die Kompatibilität der Steuerungsbewegung mit der Bildschirmaktivität, Schrifttyp und Schriftgröße). Für die Effizienz von Symbolen vs. Piktogramme zeigt sich eine widersprüchliche Evidenz.

Die Steuerbarkeit von Unterbrechungen (Verhandelbarkeit von systemevozierten Unterbrechungen; Möglichkeit, die Programmarbeit zur Fehlerbehebung zu unterbrechen) kann ebenfalls zu einer finalen Zeiteinsparung führen. Des Weiteren begünstigt auch eine fehlertolerante Gestaltung der Datenbanksuche eine schnellere Aufgabenerledigung. Ein (minder)leistungsbezogenes Feedback führte zu einer schnelleren Aufgabenerledigung. Dieses Ergebnis trifft jedoch nur auf monotone Bürotätigkeiten mit einem Effizienzschwerpunkt (Schreibarbeiten) zu. Zum Schluss kann auch eine geringere Variabilität der System-Response-Zeiten als ein Aspekt der Erwartungskonformität zu einer schnelleren Wiederaufnahme der Arbeit führen.

5.2. Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte

5.2.1. Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Gesundheit

Es liegen keine Untersuchungen vor, die sich mit dem Einfluss der Gestaltung von physikalischen Eingabegeräten, der Bildschirmgestaltung oder der Gestaltung von Sprachdialogsystemen auf die psychische Gesundheit beschäftigen.

5.2.2. Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Befinden

Physikalische Eingabegeräte

Tastatur

In der Studie von McLoone et al. (2009), die mit 24 Schreibkräften in einem Laborexperiment ohne KG durchgeführt wurde, hat sich gezeigt, dass die ergonomische Tastatur mit Handgelenkstütze zu einer signifikant geringeren wahrgenommenen Ermüdung der Unterarme führte als die konventionelle Tastatur ohne solche Unterstützungsmöglichkeit. Der Unterschied zur konventionellen Tastatur mit Handgelenkstütze war jedoch nicht signifikant. Es lässt sich demnach nicht schlussfolgern, dass die ergonomische Tastatur an sich der Ermüdung entgegenwirken würde. Anhand einer einzigen vorliegenden Studie, die sich mit der Verbindung zwischen der Gestaltung von Tastaturen und Aspekten des Nutzerbefindens befasst, kann keine gesicherte Aussage zu diesem Zusammenhang getroffen werden.

Maus

Zwei Studien – ein Laborexperiment (De Korte et al., 2008) und eine Feldstudie mit einer Kontrollgruppe (De Kraker et al., 2008) – untersuchten den Nutzungskomfort und das Unwohlsein bei Verwendung von einer Maus mit einem Vibrationssignal (Präventionsfunktion). In keiner der beiden Untersuchungen führte das Vibrationssignal zu einem signifikant höheren Unwohlsein verglichen mit einer vergleichbar gestalteten, jedoch nicht vibrierenden Maus. Die Nutzungsspanne in der Interventionsstudie betrug jedoch nur eine Woche. Da das Vibrationssignal die Nutzer auf eine gegebenenfalls ungünstige Handhaltung aufmerksam machen sollte, nahm die Signalfrequenz im Laufe dieser Woche ab. Darüber hinaus handelt es sich um Untersuchungen eines Forscherteams – um eine gesicherte Aussage treffen zu können, dass eine Vibrationsmaus zu einem gleichen Nutzungskomfort führt wie eine Maus, die nicht vibriert, werden zusätzliche, auch langfristige Untersuchungen benötigt.

Die Studie von Jung (2014) beschäftigte sich mit der Untersuchung verschiedener Schräge-Grade einer Maus auf das körperliche Unwohlsein. Die Maus mit dem Schräge-Grad 50 wurde von den 40 Nutzern am negativsten bewertet. Die relativ große Laboruntersuchung wurde querschnittlich angelegt, sodass keine Möglichkeit besteht, den evtl. Gewohnheitsfaktor aus den Nutzereinschätzungen herauszurechnen.

Tablet (mit Griffelnutzung)

Die Publikationen aus der Metastudie von Keller Chandra et al. (2008) befassten sich vorwiegend mit der Griffelgestaltung, zum Tablet-Design wurde keine Studie berücksichtigt.

Die Größe des Tablets und ihre Auswirkung auf die wahrgenommene Ermüdung wurden in der Studie von Pereira (2013) untersucht. Im Rahmen eines Laborexperiments mit 30 weiblichen und männlichen Versuchspersonen wurde festgestellt, dass mit kleineren Tablets doppelt so lange ohne Ermüdungserscheinungen gearbeitet werden kann als mit größeren Geräten. Die Art des Griffes sowie die Beschaffenheit der Oberfläche hatten keinen Einfluss auf die wahrgenommene Ermüdung. Ein weiteres Design-Merkmal eines Tablets, die Palm-Rejection-Technologie (PRT, die eine Aktivierung des Bildschirms bei Handballen-Auflage verhindert), wurde in der Studie von Camilleri et al. (2013) untersucht. Bei der Arbeit am Tablet mit ausgeschalteter PRT trat ein stärkeres Unwohlgefühl bei Augen und am Unterarm/Handgelenk auf, als wenn PRT aktiviert war. Die Untersuchung wurde als ein Laborexperiment mit 31 verfügbaren Versuchspersonen konzipiert, die pro Versuchsbedingung eine 30-minütige Aufgabe bearbeitet haben. Die negativen Empfindungen im Augenbereich sind nicht plausibel, ihre Erklärung im Zusammenhang mit PRT steht noch aus. Bei beiden Studien, die sich mit Gestaltungsmerkmalen eines Tablets befasst haben, handelt es sich um Laborexperimente, die unterschiedliche Designaspekte anhand von kleinen Stichproben untersucht haben. Auf dieser Datengrundlage können keine belastbaren Aussagen zum Zusammenhang zwischen Tabletgestaltung und Befinden getroffen werden.

Die Unterschiede im Nutzerbefinden bei Nutzung verschiedener Eingabegeräte haben Shin und Zhu (2011) untersucht. Im Vergleich zur Maus und Tastatur führte die ausschließliche Nutzung von Touchscreen zu einem signifikant stärkeren Unwohlsein im Nacken- und Schulterbereich sowie in den Fingern. Zur Erfassung des Unwohlseins wurde eine nichtvalidierte Skala verwendet. Darüber hinaus handelte es sich um ein Laborexperiment, bei dem der Touchscreen, der PC-Bildschirm sowie die Tastatur in einer speziellen Vorrichtung installiert waren. Dadurch handelte es sich jedoch in der Touchscreen-Bedingung um eine statische, nicht anpassbare Position des Gerätes, die sonst in der

Praxis nicht anzunehmen ist. Diese Studie kann somit nicht als verlässliche Basis für den praktischen Vergleich verschiedener Eingabegeräte dienen.

Trackball

Die im Rahmen der Metastudie von Keller Chandra et al. (2008) ausgewerteten Untersuchungen wurden vorher qualitativ bewertet, sodass nur Studien mit bestimmten design- und methodikbezogenen Merkmalen in die Auswertung Einzug fanden. Es wurden vorwiegend Vergleiche zwischen Trackball und Maus hinsichtlich des Wohlbefindens bei der Nutzung durchgeführt. Die Ergebnisse der 16 berücksichtigten Studien sind widersprüchlich, es lässt sich keine gesicherte Aussage treffen. Darüber hinaus handelte es sich meistens um kurz angelegte Studien, sodass anzunehmen ist, dass nach einer längeren Anpassung (der bisher vorwiegend mit einer Maus arbeitenden Versuchspersonen) die Ergebnisse anders ausfallen würden.

Displays

In zwei Längsschnitt- und zwei Querschnittstudien wurde der Einfluss von vier Gestaltungsmerkmalen eines Computerbildschirms (Leuchtdichte, Farbe des Bildschirmrahmens, Bildschirmfilter und Bildschirmgröße) auf verschiedene Facetten des Befindens untersucht. Diese waren Sehmüdigkeit (subjektiv wie objektiv gemessen) sowie Erregung (stress arousal). Es konnte kein Zusammenhang zwischen den Gestaltungsmerkmalen und dem selbst berichteten und auf die eigene Person bezogenen Befinden (Sehmüdigkeit, Erregung) festgestellt werden. Objektiv gemessene Sehmüdigkeit wird durch hohe Leuchtdichte begünstigt.

In Bezug auf die Schwierigkeit der Aufgabe (task load), die ebenfalls Aspekte persönlicher (Fehl-)Beanspruchung beinhaltet, konnte ein negativer Zusammenhang zwischen Bildschirmgröße und der empfundenen Schwierigkeit einer Suchaufgabe festgestellt werden. Dies gilt jedoch nur für die Unterscheidung zwischen einem Smartphone (iPod) und einem Tablet (iPad) bzw. einem PC. Die Suche nach einer Information auf einem Tablet und einem PC wird gleichermaßen (wenig) schwierig empfunden.

Weil sowohl die untersuchten Gestaltungsdimensionen sowie die Befindensfacetten sehr unterschiedlich waren, fällt eine einheitliche Aussage zu dieser Verbindung schwer. Darüber hinaus handelt es sich bei den Studien um kleinere Laborexperimente (Stichprobengrößen von $N = 12$ bis $N = 48$; vorwiegend studentische Gelegenheitsstichproben), die eine geringe Repräsentativität aufweisen. Insgesamt kann von keiner gesicherten Evidenz zum Einfluss der Bildschirmgestaltung auf das Nutzerbefinden ausgegangen werden.

Sprachdialogsysteme

Nur eine Untersuchung beschäftigte sich mit der selbst erlebten Arbeitsbelastung unter Benutzung von Sprachdialogsystemen (Le Bigot et al., 2007). Die mentale Arbeitsbelastung war höher beim Sprechen/Hören als beim Schreiben/Lesen. Da diese Laboruntersuchung anhand einer kleinen studentischen Gelegenheitsstichprobe durchgeführt wurde, ist die externe Validität der Ergebnisse als fraglich einzustufen. Darüber hinaus lief das Experiment nur kurz (max. einen halben Tag), so dass der Einfluss der „Neuheit“ im Umgang mit dem Sprachdialogsystem (im Gegensatz zur normalen Textbearbeitung) auf die Ergebnisse nicht ausgeschlossen werden kann.

5.2.3. Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Motivation sowie Arbeitszufriedenheit

Physikalische Eingabegeräte

Tastatur

Die im Rahmen der Metastudie von Keller Chandra et al. (2008) ausgewerteten Untersuchungen wurden vorher qualitativ bewertet, sodass nur Studien mit bestimmten design- und methodikbezogenen Merkmalen in die Auswertung Einzug fanden. Aus den Studien, die sich mit der Auslösekraft für das Betätigen von Tasten beschäftigten, kann geschlossen werden, dass höherer benötigter Kraftaufwand von den Nutzern als unangenehm empfunden wird. Auch neue, ergonomisch gestaltete Tastaturen werden eher negativ bewertet, wenn ihr Design zu sehr von den gewöhnlichen Tastaturen abweicht. In Bezug auf die lateral geneigte Tastatur in Zeltform können keine eindeutigen Schlüsse hinsichtlich Präferenz getroffen werden.

In der Studie von Kim et al. (2014) wurden eine gängige, eine virtuelle und eine Notebook-Tastatur verglichen. Im Rahmen eines Laborexperiments mit 19 erfahrenen Schreibkräften wurden die einzelnen Tastaturen jeweils fünf Minuten getestet. Die virtuelle Tastatur wurde mit den niedrigsten Komfortwerten eingeschätzt. Anhand einer Laboruntersuchung mit geringer externer Validität kann keine Aussage für oder gegen die Bevorzugung virtueller Tastaturen getroffen werden.

Pereira (2013) hat in ihrer Studie gezeigt, dass die ergonomische Anpassung von Tastenabständen an Körpermaße mit einer höheren Zufriedenheit einhergehen kann. Auch hier handelte es sich um eine mit ihrem Schwerpunkt alleinstehende Untersuchung, die mit einer kleinen Stichprobe unter Laborbedingungen durchgeführt wurde.

Für die Tastaturpräferenzen lässt sich festhalten, dass der benötigte Kraftaufwand zur Betätigung der Tasten die Nutzerzufriedenheit beeinflusst. Alternativen zum üblichen Tastaturdesign werden in den untersuchten Stichproben gemischt angenommen. Dahinter kann jedoch das allen Untersuchungen gemeinsame Problem einer nur sehr kurzen Testphase (einige Minuten bis Stunden) liegen, sodass eine Gewöhnung und echte Einarbeitung in den Umgang mit dem neuen Eingabegerät nicht möglich ist.

Maus

Die im Rahmen der Metastudie von Keller Chandra et al. (2008) ausgewerteten Untersuchungen wurden vorher qualitativ bewertet, sodass nur Studien mit bestimmten design- und methodikbezogenen Merkmalen in die Auswertung Einzug fanden. Die Nutzerzufriedenheit wurde im Zusammenhang mit der Nutzung eines Maustisches bzw. seiner Einstellbarkeit thematisiert. Dabei handelt es sich in diesem Fall um einen Aspekt, der außerhalb des Review-Themas liegt.

Eine Studie (De Kraker et al., 2008) untersuchte den Nutzungskomfort bei Verwendung von einer Maus mit einem Vibrationssignal (Präventionsfunktion). Die Vibrationsmaus wurde genauso präferiert wie eine vergleichbar gestaltete, jedoch nicht vibrierende Maus. Diese Untersuchung hebt sich durch die hochwertige Methodik (große Stichprobe N = 86, Längsschnittfeldstudie mit einer Kontrollgruppe) von den meisten Untersuchungen qualitativ ab. Die Nutzungsspanne in der Interventionsstudie betrug jedoch nur eine Woche. Da das Vibrationssignal die Nutzer auf eine gegebenenfalls ungünstige Handhaltung aufmerksam machen sollte, nahm die Signalfrequenz im Laufe dieser Woche ab. Um eine gesicherte Aussage treffen zu können, ob eine Vibrationsmaus zur gleichen Nutzerzufriedenheit führen kann wie eine nicht vibrierende Maus, werden zusätzliche, auch langfristige Untersuchungen benötigt.

Die Studie von Jung (2014) beschäftigte sich mit der Untersuchung verschiedener Schräge-Grade einer Maus auf das körperliche Unwohlsein. Mit steigendem Schräge-Grad stieg deutlich auch die Nutzerunzufriedenheit. Die relativ große Laboruntersuchung wurde querschnittlich angelegt, sodass keine Möglichkeit besteht, den evtl. Gewohnheitsfaktor aus den Nutzereinschätzungen herauszurechnen.

Hertzum und Hornbæk (2010) untersuchten die Präferenzen bei Nutzung von Maus vs. Touchpad (subjektive Bewertung von Bedienbarkeit, Genauigkeit, mentalem und körperlichem Aufwand bei Nutzung, Ermüdung von Körperteilen usw.). Es zeigte sich, dass nach der Bearbeitung von zwei Aufgabenblöcken 31 von 36 Versuchspersonen die Maus bevorzugten. Das Alleinstellungsmerkmal dieser Studie besteht in der differenzierten Auswertung für drei Altersgruppen – hinsichtlich der Nutzerpräferenz fiel die Einschätzung in allen Altersgruppen jedoch gleich aus. Obwohl die Ergebnisse sehr eindeutig sind, muss angemerkt werden, dass es sich auch hier um eine einzige Studie zu diesem Thema handelt, bei der zur Erfassung der Nutzerzufriedenheit eine nicht validierte Skala eingesetzt wurde. Darüber hinaus arbeiten die meisten PC-Nutzer vorwiegend mit einer Maus, sodass auch in diesem Fall der evtl. Gewohnheitsfaktor nicht ausgeschlossen werden kann.

Tablet (mit Griffelnutzung)

Eine einzige Studie (Pereira, 2013) untersuchte die Nutzerpräferenzen im Hinblick auf die Größe und Oberflächengestaltung von Tablets. Im Rahmen eines Laborexperiments mit 30 weiblichen und männlichen Schreibkräften konnten Präferenzen für eher kleinere bis mittelgroße Tablets mit einem Griff auf der Rückseite und rutschfester Oberfläche festgestellt werden. Die Ergebnisse können als plausible Tendenzen eingestuft werden, für eine eindeutige Aussage für oder gegen jeweiliges Gestaltungsmerkmal fehlt jedoch die Datenmasse.

Trackball

Die im Rahmen der Metastudie von Keller Chandra et al. (2008) ausgewerteten Untersuchungen wurden vorher qualitativ bewertet, sodass nur Studien mit bestimmten design- und methodikbezogenen Merkmalen in die Auswertung Einzug fanden. Es wurden vorwiegend Vergleiche zwischen Trackball und Maus hinsichtlich der Bevorzugung durchgeführt. Die Ergebnisse der 16 berücksichtigten Studien sind widersprüchlich, es lässt sich keine gesicherte Aussage treffen. Darüber hinaus handelte es sich meistens um kurz angelegte Studien, sodass anzunehmen ist, dass nach einer längeren Anpassung (der bisher vorwiegend mit einer Maus arbeitenden Versuchspersonen) die Ergebnisse anders ausfallen würden.

Displays

In zwei querschnittlichen Laborexperimenten (studentische Gelegenheitsstichproben von 24 bzw. 11 Teilnehmern) wurde zum einen der bevorzugte Grad des control-display gains erfasst (Casiez et al., 2008), zum anderen die Gebrauchstauglichkeit verschiedener Bildschirmgrößen für die Informationssuche verglichen (Marcial, 2013). Weil die zwei untersuchten Gestaltungsdimensionen sehr unterschiedlich waren, fällt eine einheitliche Aussage zur Verbindung zwischen Bildschirmgestaltung und Arbeitszufriedenheit schwer. Darüber hinaus wurde als Outcome-Variable die Nutzerpräferenz erhoben (als ein möglicher Aspekt der Arbeitszufriedenheit bzw. der Arbeitsmotivation) – um hier gesicherte Aussagen treffen zu können, wäre eine Überprüfung anhand einer größeren, repräsentativen Stichprobe notwendig. Insgesamt kann von keiner gesicherten Evidenz zum Einfluss der Bildschirmgestaltung auf die Nutzerzufriedenheit ausgegangen werden.

Sprachdialogsysteme

In sechs Untersuchungen wurde(n) die Nutzerzufriedenheit bei Sprachdialogsystemen bzw. ihre möglichen Determinanten untersucht. In zwei Studien ((De Korte & Van Lingen, 2006; Karl et al., 1993) konnte eine generelle Offenheit gegenüber Spracheingabe im Vergleich zu üblichen Eingabemodi (Tastatur, Maus) – insbesondere unter Nutzern mit bestehenden muskuloskelettalen Beschwerden – festgestellt werden. Die Genauigkeit der Spracherkennung erwies sich in weiteren zwei Untersuchungen (Casali et al., 1990; Le Bigot et al., 2007) als bedeutsamer Faktor für die Nutzerzufriedenheit. Darüber hinaus wurde eine geleitete Menüführung mit Optionsanzeige von Nutzern positiver beurteilt als eine offene Dialogführung (Hone und Baber, 2001). Unterschiede zwischen Tastatur- und Spracheingabe im Hinblick auf die Selbstsicherheit konnten nicht festgestellt werden (De-Haemer et al., 1994).

Bei allen im Review berücksichtigten Studien handelte es sich um Laborexperimente ohne Kontrollgruppe, in denen kleine Gelegenheitsstichproben (Spanne von N = 15 bis N = 43) von teilweise unbekannter Charakteristik (Alter, Beruf, Geschlecht usw.) untersucht worden sind.

Darüber hinaus muss angemerkt werden, dass es sich bei den ausgewerteten Studien um drei Untersuchungen aus den 1990er-Jahren handelt, die restlichen drei wurden nach dem Jahr 2000 durchgeführt. Es ist anzunehmen, dass die in diesen beiden Zeitfenstern untersuchten Sprachdialogsysteme qualitativ unterschiedlich waren und dass sich daher die festgestellten Ergebnisse auf uneinheitliche Grundlagen stützen. Insgesamt kann von keiner gesicherten Evidenz zum Zusammenhang zwischen Gestaltungsmerkmalen der Sprachdialogsysteme auf die Nutzerzufriedenheit ausgegangen werden.

5.2.4. Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte und Leistung

Physikalische Eingabegeräte

Tastatur

Die im Rahmen der Metastudie von Keller et al. (2008) ausgewerteten Untersuchungen wurden vorher qualitativ bewertet, sodass nur Studien mit bestimmten design- und methodikbezogenen Merkmalen in die Auswertung Einzug fanden. Aus den 27 Studien geht hervor, dass die quantitative sowie qualitative Schreibleistung unter Nutzung von verschiedenen ergonomischen Tastaturen nicht schlechter als bei konventionellen Tastaturen ist. In manchen Studien wird sogar eine bessere Leistung – insbesondere nach einer längeren Einarbeitung – attestiert. McLoone et al. (2009) konnten bei ihrem Vergleich zwischen einer konventionellen und ergonomischen Tastatur mit/ohne Handgelenkstütze wiederum keine Leistungsunterschiede feststellen. Die in den berücksichtigten Studien verglichenen Tastaturtypen sind zu unterschiedlich, um in Bezug auf die optimale Leistung einen Tastaturtyp zu empfehlen.

In der Studie von Kim et al. (2014) wurden eine gängige, eine virtuelle und eine Notebook-Tastatur verglichen. Im Rahmen eines Laborexperiments mit 19 erfahrenen Schreibkräften wurden die einzelnen Tastaturen jeweils fünf Minuten getestet. Die Schreibgeschwindigkeit und -genauigkeit waren bei der virtuellen Tastatur signifikant niedriger als bei den anderen Tastaturen. Die gängige und die Notebook-Tastatur ermöglichten vergleichbare Performance. Diese Feststellung liegt im Widerspruch mit den Erkenntnissen aus der Studie von Khan und Rizvi. (2009), in der die Dateneingabe mit einer gängigen Tastatur signifikant schneller erfolgen konnte als mit einem Notebook. Bei beiden Studien handelt es sich jedoch um kleine Laboruntersuchungen mit sehr geringer Expositionsdauer und mit unterschiedlicher Aufgabenstellung, sodass die Ergebnisse nicht vergleichbar und nicht als gesicherte Datenbasis zu werten sind.

Die Studie von Kim & Ritter (2014) hatte zum Ziel herauszufinden, wie sich die Leistung (Kompetenz bzgl. der Datenbankverwaltung) mit der Zeit in Abhängigkeit vom Eingabegerät bzw. der Steuerungsmodalität (Menüsteuerung per Maus vs. Kommandosteuerung über Tastatur) ändert. Anhand einer relativ großen studentischen Stichprobe konnte gezeigt werden, dass die Maussteuerung für einmalige bzw. seltene Datenbankarbeiten besser geeignet ist, da intuitiver durchführbar. Für kontinuierliches Arbeiten eignete sich jedoch die Kommandosteuerung über Tastatur besser, da in der viertägigen Lernphase mit dieser Bedienungsstrategie kontinuierlich signifikant schnellere Aufgabenerledigung erzielt wurde. Die Studie ist einmalig mit ihrem Themenschwerpunkt und die Aufgabenstellung ist zu spezifisch, um Aussagen zu einer leistungssteigernden Funktion von Tastatur im Vergleich zur Maus zu treffen.

Pereira (2013) hat in ihrer Studie gezeigt, dass ein kleiner vertikaler (15,5 mm) und horizontaler (16 mm) Tastenabstand zu einer signifikant schlechteren Performance (Schreibgeschwindigkeit und -genauigkeit) führt als größere Tastenabstände. Dies gilt unabhängig vom Geschlecht und der Fingergröße. Die Studie wurde mit 89 Schreibkräften (davon 26 Frauen) durchgeführt und kann als repräsentativ und extern valide bezeichnet werden. Es handelt sich um eine mit ihrem Schwerpunkt alleinstehende Untersuchung, die jedoch methodische Qualitäten vorweist und eine gute Grundlage für ergonomische Gestaltung von Tastaturen liefert.

Alle Untersuchungen weisen ein gemeinsames Problem auf: In den meisten Studien war die Eingewöhnungs- bzw. Untersuchungsphase nur sehr kurz (einige Minuten), sodass eine Gewöhnung und echte Einarbeitung in den Umgang mit dem neuen Eingabegerät im Rahmen der Untersuchungen nicht möglich ist.

Maus

Die im Rahmen der Metastudie von Keller et al. (2008) ausgewerteten Untersuchungen wurden vorher qualitativ bewertet, sodass nur Studien mit bestimmten design- und methodikbezogenen Merkmalen in die Auswertung Einzug fanden. Es wurden 35 Studien mit unterschiedlichen Stichprobengrößen ausgewertet. Es konnte festgestellt werden, dass außergewöhnliches Mausdesign zu einer höheren Einbuße an Schnelligkeit und Fehlerfreiheit führt. Es wird angenommen, dass sich die Performance nach einer Eingewöhnungszeit bessern könnte – aufgrund von kurzfristig angelegten Studiendesigns kann dazu jedoch keine gesicherte Aussage getroffen werden.

Eine Studie (De Kraker et al., 2008) untersuchte eventuelle Leistungsunterschiede bei Verwendung einer Maus mit einem Vibrationssignal (Präventionsfunktion). Die Produktivität unterschied sich nicht bei Verwendung der Vibrationsmaus im Vergleich zu einer vergleichbar gestalteten, jedoch nicht vibrierenden Maus. Diese Untersuchung hebt sich durch die hochwertige Methodik (große Stichprobe N = 86 Versuchspersonen, eine längsschnittliche Feldstudie mit einer Kontrollgruppe) von den meisten Untersuchungen qualitativ ab. Die Nutzungsspanne in der Interventionsstudie betrug jedoch nur eine Woche. Und da das Vibrationssignal die Nutzer auf eine gegebenenfalls ungünstige Handhaltung aufmerksam machen sollte, nahm die Signalfrequenz im Laufe dieser Woche sogar noch ab. Um eine gesicherte Aussage treffen zu können, dass eine Vibrationsmaus die Produktivität nicht beeinträchtigt, werden zusätzliche, auch langfristige Untersuchungen benötigt.

Die Studie von Jung (2014) beschäftigte sich mit der Untersuchung verschiedener Schräge-Grade einer Maus auf Leistung. Mit steigendem Schräge-Grad stieg deutlich die Fehlerquote an, während sich die Arbeitsgeschwindigkeit geringfügig (jedoch signifikant) verringerte. Diese relativ große Laboruntersuchung (N = 40, davon 50 Prozent Frauen) wurde

querschnittlich angelegt, so dass keine Möglichkeit besteht, den evtl. Gewohnheitsfaktor aus den Nutzereinschätzungen herauszurechnen.

Hertzum und Hornbæk (2010) untersuchten Leistungsunterschiede bei der Nutzung von Maus vs. Touchpad für Zeigeaufgaben. Es konnte eine signifikant geringere Fehlerquote bei Mausnutzung und bei größeren Zielen festgestellt werden. Die Zeit zur Aufgabenerledigung war unter Mausnutzung signifikant kürzer als bei Nutzung des Touchpads. Das Alleinstellungsmerkmal dieser Studie besteht in der differenzierten Auswertung für drei Altersgruppen (keine Differenzen für die Erwachsenen-Gruppe, Ältere benötigen mehr Zeit für die Aufgabenbearbeitung, insbesondere unter Touchpad-Nutzung; die Jugendlichen wiesen die signifikant meisten Fehler auf). Obwohl die Ergebnisse sehr eindeutig sind, muss angemerkt werden, dass es sich auch hier um eine einzige Studie zu diesem Thema handelt. Darüber hinaus arbeiten die meisten PC-Nutzer vorwiegend mit einer Maus, so dass auch in diesem Fall der evtl. Gewohnheitsfaktor nicht ausgeschlossen werden kann.

Trackball

Die im Rahmen der Metastudie von Keller et al. (2008) ausgewerteten Untersuchungen wurden vorher qualitativ bewertet, sodass nur Studien mit bestimmten design- und methodikbezogenen Merkmalen in die Auswertung Einzug fanden. Es wurden vorwiegend Vergleiche zwischen Trackball und Maus hinsichtlich quantitativer und qualitativer Leistung durchgeführt. Es konnte festgestellt werden, dass das Arbeiten mit einem Trackball eher langsamer geht als mit einer Maus, während sich die Fehlerquoten nicht unterscheiden. Trackballs mit Mittelfingernutzung, Zeigefingernutzung oder Daumennutzung eignen sich für unterschiedliche Aufgabenstellungen bzw. Arbeitsperioden. Es muss jedoch angemerkt werden, dass es sich meistens um kurz angelegte Studien handelt, sodass anzunehmen ist, dass nach einer längeren Anpassung (der bisher vorwiegend mit einer Maus arbeitenden Versuchspersonen) die Ergebnisse anders ausfallen würden.

Tablet (mit Griffelnutzung)

Die Publikationen aus der Metastudie von Keller et al. (2008) befassten sich vorwiegend mit der Griffel-Gestaltung, zum Tablet-Design wurde keine Studie berücksichtigt. Hinsichtlich der Leistung konnte kein eindeutiger Unterschied zwischen Nutzung von Tablet (mit Griffel) und Maus festgestellt werden.

Design-Merkmale des Tablets wie Größe, das Vorhandensein von Handgriffen und die Beschaffenheit der Tablet-Oberfläche wurden von Pereira (2013) in ihrer Auswirkung auf die Produktivität untersucht. Im Rahmen eines Laborexperiments mit 30 weiblichen und männlichen Versuchspersonen konnten keine Produktivitätsunterschiede bei Verwendung verschiedener Tablet-Typen festgestellt werden.

Ein weiteres Design-Merkmal eines Tablets, die Palm-Rejection-Technologie (PRT, die eine Aktivierung des Bildschirms bei Handballen-Auflage verhindert), wurde in der Studie von Camilleri et al. (2013) untersucht. Leistungsunterschiede zugunsten der PRT konnten erst bei Aufgaben, zu deren Lösung zwei oder drei Finger benötigt waren, festgestellt werden. Die Untersuchung wurde als ein Laborexperiment mit 31 verfügbaren Versuchspersonen konzipiert, die pro Versuchsbedingung eine 30-minütige Aufgabe bearbeitet haben. Bei beiden Studien, die sich mit Gestaltungsmerkmalen eines Tablets befasst haben, handelt es sich um Laborexperimente, die unterschiedliche Designaspekte anhand von kleinen Stichproben untersucht haben. Auf dieser Datengrundlage können keine belastbaren Aussagen zum Zusammenhang zwischen Tablet-Gestaltung und Leistung getroffen werden.

Displays

Fünf Studien untersuchten diverse Merkmale der Bildschirmgestaltung in ihrem Einfluss auf Leistung. Basierend auf jeweils einer Studie ergaben sich Hinweise darauf, dass die hohe Leuchtdichte des Bildschirms (Benedetto et al., 2014), der graue Bilderrahmen (Hatta et al., 2002) sowie die Verwendung des CRT-Bildschirms im Vergleich mit einem LCD-Bildschirm (Oetjen und Ziefle, 2009) die Geschwindigkeit der Aufgabenerledigung (Lesen, visuelle Unterscheidung) positiv beeinflussen können. In Bezug auf Anklick-Aufgaben (pointing tasks) führten geringe control-display-gain-level zu langsameren Ausführungszeiten, das Ziel wurde jedoch häufiger genau getroffen als bei höheren control-display-gain-leveln (Casiez et al., 2008). Bei Suchaufgaben erwiesen sich Tablets und stationäre Computer als vergleichbar geeignet, im Gegensatz zu einer signifikant langsameren Suche mit Smartphones (Marcial, 2013).

Alle berücksichtigten Studien wurden im Labor-Setting und überwiegend mit studentischen Gelegenheitsstichproben durchgeführt (Spanne $N = 11$ bis $N = 48$). Sie liefern Hinweise auf einzelne Gestaltungsmerkmale von Displays, die Leistung beeinflussen können. Die Variabilität der untersuchten Merkmale sowie auch der Zieltätigkeiten ist jedoch zu groß. Basierend auf der vorliegenden Erkenntnislage kann von keinem gesicherten Zusammenhang zwischen Display-Gestaltung und Leistung ausgegangen werden.

Sprachdialogsysteme

In drei Studien wurde die Dateneingabeleistung unter Verwendung verschiedener Eingabesysteme (Spracherkennung, Maus, Tastatur) verglichen – in zwei von ihnen schloss die Spracheingabe besser als die Vergleichsmethode ab (DeHaemer et al., 1994; Karl et al., 1993), in der Studie von (De Korte & Van Lingen, 2006) war die qualitative wie quantitative Leistung unter Benutzung von Maus und Tastatur besser.

Die Genauigkeit der Spracherkennung erwies sich in weiteren zwei Untersuchungen (Casali et al., 1990; Le Bigot et al., 2007) als bedeutsamer Faktor für die Produktivität. Darüber hinaus wurde eine geleitete Menüführung mit einer erfolgreichen Aufgabenerledigung stärker assoziiert als eine offene Dialogführung (Hone und Baber, 2001).

Bei allen im Review berücksichtigten Studien handelt es sich um Laborexperimente ohne Kontrollgruppe, in denen kleine Gelegenheitsstichproben (Spanne von $N = 15$ bis $N = 43$) von teilweise unbekannter Charakteristik (Alter, Beruf, Geschlecht usw.) untersucht worden sind.

Darüber hinaus muss angemerkt werden, dass es sich bei den ausgewerteten Studien um vier Untersuchungen aus den 1990er-Jahren handelt, die restlichen drei wurden nach 2000 durchgeführt. Es ist anzunehmen, dass die in diesen beiden Zeitfenstern untersuchten Sprachdialogsysteme qualitativ unterschiedlich waren und dass sich daher die festgestellten Ergebnisse auf uneinheitliche Grundlagen stützen. Insgesamt kann zum Einfluss der Gestaltungsmerkmale von Sprachdialogsystemen auf die quantitative wie qualitative Leistung keine gesicherte Aussage getroffen werden.

6. Zusammenfassende Bewertung des Arbeitsbedingungsfaktors Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

6.1. Zusammenfassende Bewertung zum Merkmal Software

6.1.1. Zusammenfassende Bewertung anhand der Outcomes

Aufgrund der geringen Anzahl der Studien liegt für den Zusammenhang zwischen der Softwaregestaltung und *Gesundheit* keine bis sehr geringe Evidenz vor. Lediglich eine Studie war hier relevant.

Für den Outcome *Befinden* konnten für den Bereich der Dialoggestaltung und Benutzerführung 11 Studien recherchiert werden.

Es kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die Anzahl der Studien, die sich mit der Auswirkung der *Dialoggestaltung* auf das Nutzerbefinden befassen, zu niedrig ist, um verlässliche Aussagen zu dieser Verbindung treffen zu können. So vielfältig wie die Formen des Nutzerbefindens sind auch die Facetten der Dialoggestaltung sowie deren Operationalisierung. Im Ansatz von Webster et al. (1993) ist der Versuch der Feldvalidierung hervorzuheben. Eine Längsschnittstudie mit manipulierten Versuchsbedingungen würde jedoch belastbarere Beweise für einen möglicherweise kausalen Zusammenhang liefern können. Anhand einer großen europäischen Stichprobe konnte ein negativer Zusammenhang zwischen geringer zeitbezogener Steuerbarkeit des Systems und arbeitsbezogener Stressbelastung festgestellt werden. Auch hier handelt es sich jedoch um Querschnittsdaten, die meistens ausschließlich auf Selbsteinschätzungen beruhen, sodass die Belastbarkeit der Ergebnisse nicht gesichert ist.

Für die *Benutzerführung* gibt es vereinzelte Hinweise darauf, dass die Gestaltung der Fehleranzeigen und des System-Feedbacks die Stimmung und das Befinden der Nutzer beeinflussen kann. Negative Konnotation der Systemmeldungen scheint weibliche und ältere Nutzer im stärkeren Maße zu beeinflussen. Um sichere Aussagen zu diesem Zusammenhang zu treffen, wäre eine solidere Datenbasis mit einer stärkeren längsschnittlichen Ausrichtung wünschenswert.

Aus der einen recherchierten Untersuchung zur *Dialogführung* im Zusammenhang mit dem Befinden lassen sich keine gesicherten Erkenntnisse ableiten.

Für den Outcome *Motivation* konnten ebenfalls für den Bereich der Dialoggestaltung und Benutzerführung mehrere Studien recherchiert werden.

Die Studien zur *Dialoggestaltung* beschäftigten sich mit dem Zusammenhang der Zufriedenheit und der Angemessenheit der Softwarelösungen zur Erledigung der Arbeitsaufgabe. Auch die Erwartungskonformität wurde im Zusammenhang mit der Nutzerzufriedenheit untersucht. Da entweder die Datenbasis bei den Untersuchungen gering ist und die Studien auf ausschließlich subjektiven Selbsteinschätzungsdaten basieren, können hieraus keine gesicherten Erkenntnisse abgeleitet werden.

Hinsichtlich der *Benutzerführung* zeigt sich zusammenfassend die Existenz vereinzelter Hinweise darauf, dass die Gestaltung der Fehleranzeigen und des System-Feedbacks die Arbeitsmotivation und Arbeitszufriedenheit der Nutzer beeinflussen kann. Die Vielschichtigkeit sowohl auf der Seite der unabhängigen Variablen sowie mehrere Arten der untersuchten Zufriedenheit lassen jedoch kaum eine vereinheitlichende Aussage zu.

Zum Zusammenhang der Informationsdarstellung mit der Zufriedenheit wurde lediglich eine Studie gefunden. Dieser Zusammenhang konnte nicht direkt, sondern über die wahrgenommene Nützlichkeit der Softwareanwendung aufgezeigt werden.

Um sichere Aussagen zu diesen Zusammenhängen zu treffen, wäre eine solidere Datenbasis mit einer stärkeren längsschnittlichen Ausrichtung wünschenswert. Bezüglich der Gestaltungspräferenzen lassen die diskutierten Studien – aufgrund ihres meist eingeschränkten Labordesigns – keine verallgemeinernden Rückschlüsse auf die Präferenzen der gesamten Nutzerpopulation zu. Größer angelegte Studien, in denen aktuelle Gestaltungsmöglichkeiten Einzug finden, sind hier wünschenswert.

Die meisten Studien konnten für den Zusammenhang zwischen der Softwaregestaltung und *Leistung* gefunden werden. Insgesamt 29 Studien (alles Laborexperimente, die Hälfte mit einer Kontrollgruppe ausgestattet) untersuchen die Prädiktoren von quantitativer und qualitativer Leistung. Die Operationalisierung der *Qualität* erfolgt vorwiegend anhand der Fehlerauszählung, vereinzelt auch über eine Experteneinschätzung. Als *quantitative* Leistungskriterien dienen die Anzahl erledigter Aufgaben/Arbeitsschritte und/oder die benötigte Zeit. Die Labormanipulation eines Gestaltungsmerkmals ergibt die Stufen der unabhängigen Variablen. Als Moderatoren werden vereinzelt der Erfahrungsgrad (Anfänger vs. Experte) und nur einmal das Alter herangezogen. Dabei variierte die Art der untersuchten Aufgabe sehr stark (von einer einfachen Objektmarkierung über die Findung/Einsortierung eines Dokuments bis zur Berechnung eines Logistikauftrags), sodass eine Vereinheitlichung der Ergebnisse nicht möglich ist. Einzig die Studien zur Datenbankarbeit lassen – auch aufgrund ihrer größeren Stichproben – einen Schluss zu, dass die Dauer eines Suchvorgangs sowie die Qualität der Suchergebnisse durch Korrekturangebote und eine fehler-tolerante Eingabegestaltung verbessert werden können.

6.1.2. Zusammenfassende Bewertung anhand der Untermerkmale

Generell ist sowohl für die *Informationsdarstellung* als auch für die *Dialogführung* eine geringe Studienzahl zu konstatieren.

Bei der Informationsdarstellung werden in den wenigen vorliegenden Studien nur einzelne Aspekte untersucht, so z. B. zur Klarheit im Zusammenhang mit der Arbeitszufriedenheit. Beim Outcome Leistung konzentrieren sich die Studien auf die Themen Verständlichkeit, Kompaktheit, Lesbarkeit und Gebrauchstauglichkeit allgemein. Zu allen anderen Aspekten der Informationsdarstellung und zu den anderen Outcomes konnten keine Studien gefunden werden (Unterscheidbarkeit, Konsistenz, Erkennbarkeit).

Bei der Dialogführung zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Untersuchungen zu Zusammenhängen zwischen Gesundheit und Dialogführung gibt es nicht. Bei den anderen Outcomes konzentrieren sich die Untersuchungen in erster Linie auf den Aspekt der Menügestaltung. Einzelne Studien existieren auch zur direkten Manipulation und zur Kommando-steuerung. Zum Aspekt der Bildschirmformulare/Formulardialoge wurden keine Studien gefunden.

Bei der *Benutzerführung* (Softwareaspekt mit den meisten gefundenen Studien) konzentrieren sich die Untersuchungen auf den Aspekt der Rückmeldung (Feedback). Hierzu konnten über alle Outcomes 17 Studien recherchiert werden. Hierbei waren teilweise Untersuchungen zu Statusinformationen enthalten. Zum Fehlermanagement und zu Onlinehilfen konnten einige wenige weitere Studien recherchiert werden. Zu Eingabeaufforderungen gab es keine Untersuchungen.

Neben der Benutzerführung wurden zum Softwareaspekt *Dialoggestaltung* die meisten Studien recherchiert. Hierbei werden alle Merkmale bis auf die Selbstbeschreibungsfähigkeit mit jeweils relativ wenigen Studien (1 bis 5) untersucht.

Aus den recherchierten Studien geht hervor, dass der Aspekt der psychischen Gesundheit bei der Softwaregestaltung noch unzureichend untersucht ist. Die meisten Studien beschäftigen sich ausschließlich mit Leistungsaspekten.

6.1.3. Zusammenfassende Bewertung der moderierenden Variablen Alter und Geschlecht

Hinsichtlich der *moderierenden Variablen Alter und Geschlecht* kann grundsätzlich festgestellt werden, dass es kaum alters- und geschlechterspezifische Untersuchungen zu den Zusammenhängen zwischen Software und den Outcomes gibt. In insgesamt fünf Studien (eine zum Feedback (Benutzerführung) im Zusammenhang mit dem Befinden und vier zur Informationsdarstellung im Zusammenhang mit der Leistung) werden altersspezifische Auswertungen vorgenommen. Die Ergebnisse der Studie von Birdi und Zapf (1997) zeigen, dass ältere Nutzer bei Fehlern stärkere negative Emotionen zeigen als jüngere Nutzer. Die Studienergebnisse können als valide und repräsentativ betrachtet werden. Subjektive und objektive Erfassungsmethoden kamen zum Einsatz. Allerdings ist die vorliegende Studie mittlerweile 18 Jahre alt und es kann vermutet werden, dass altersspezifische Unterschiede in diesem Zusammenhang heute keine so große Rolle mehr spielen. Hierfür fehlen allerdings gesicherte Erkenntnisse.

Die vier anderen Studien beschäftigen sich mit der Schriftgröße, der grafischen Benutzeroberfläche und Icon-Darstellungen im Zusammenhang mit der Leistung in Abhängigkeit vom Alter. Es konnten keine signifikanten Unterschiede in Abhängigkeit vom Alter gefunden werden.

In einer Studie wurde der Zusammenhang zwischen Geschlecht und Fehleranzeigen im Zusammenhang mit dem Befinden untersucht (Djamasbi & Loiacono, 2008). Während die 38 männlichen Nutzer ihre ursprüngliche Stimmung auch nach einer unfreundlichen Fehleranzeige im Durchschnitt beibehalten, berichten die 25 Frauen einen stärkeren negativen Affekt als zu Beginn der Untersuchung. Es handelt sich jedoch um eine Untersuchung an einer studentischen Stichprobe, bei der keine weiteren Einflussfaktoren kontrolliert wurden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Alter und Geschlecht als moderierende Variablen eine untergeordnete Rolle in bisherigen Untersuchungen spielen und lediglich bei der Reaktion auf und Behandlung von Fehlern Ansätze von geschlechter- und altersspezifischen Unterschieden erkennbar sind. Die durchgeführten Untersuchungen lassen vor dem Hintergrund der Untersuchungsmethodik allerdings keine Verallgemeinerung zu.

6.1.4. Forschungsbedarf zum Merkmal Software des Arbeitsbedingungsfaktors Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

Aus den aufgezeigten Bewertungen der recherchierten Studien lässt sich folgender *methodischer* Forschungsbedarf zum Merkmal Software ableiten:

- Untersuchungen wurden bisher nur zu einigen Aspekten der Softwareergonomie durchgeführt – konkret zur Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit, Aufgabenangemessenheit, Steuerbarkeit, Fehlermanagement, Feedback, Menügestaltung, Onlinehilfen, Verständlichkeit, Kompaktheit, Lesbarkeit, Lernförderlichkeit, Fehlertoleranz, Kommandosprache, direkte Manipulation. Die Mehrzahl der Softwareaspekte blieb bisher von Untersuchungen unberührt.

- Die psychische Gesundheit spielte in den bisherigen Untersuchungen eine geringe Rolle, im Fokus stand hier mehrheitlich der Aspekt der Leistung.

Um evidenzbasierte Aussagen treffen zu können:

- ist die Anzahl bisher durchgeführter Studien zu gering,
- wurden bisher meist Querschnittstudien durchgeführt (längsschnittliche Ausrichtungen fehlen),
- fehlen Studien mit objektiven Kriterien ohne Selbsteinschätzung,
- fehlen Felduntersuchungen anstatt bisheriger Laboruntersuchungen.

Fazit: Es fehlt letztlich eine solide Datenbasis.

- Forschungsbedarf wird daher in der Durchführung weiterer Studien zur Überprüfung der Verallgemeinerbarkeit der bisherigen Ergebnisse gesehen. Es sollten größere Stichproben mit subjektiven und objektiven Messmethoden untersucht werden. Die Durchführung von Längsschnittstudien wird angeregt, ebenso die Durchführung von Feldstudien.
- Es werden objektive Maßstäbe für weitere Untersuchungen empfohlen (messbare Kriterien).
- Bei der Umgestaltung von Software sollten wirtschaftliche Aspekte betrachtet werden. Es wird angeregt, nicht nur positive Wirkungen von Software zu untersuchen, sondern auch negative Effekte.
- Nutzer bzw. Nutzergruppen sollten in weiteren Studien hinsichtlich des physischen und sozialen Kontextes differenziert werden. Auch der Kompetenzzustand sollte einbezogen werden.
- Ein differenzierter Erhebungszeitpunkt bei Softwareuntersuchungen wird empfohlen (z. B. vor, während und nach der Softwareeinführung).
- Moderierende Variablen wie Alter und Geschlecht müssen stärker in die Untersuchungen einbezogen werden.

Inhaltlicher Forschungsbedarf kann aus dem Review wie folgt abgeleitet werden:

Die ausgewerteten Studien zum *Befinden* liefern Hinweise darauf, dass menschähnliche Reaktionen des Systems (menschähnliche Kommunikationsmerkmale) das Befinden (Stimmung) der Nutzer beeinflussen können.

Forschungsbedarf:

- Es wären langzeitige Untersuchungen notwendig, um einen Neuheits- bzw. Überraschungseffekt der menschähnlichen Systemreaktionen auszuschließen.
- Darüber hinaus erscheint die richtige Identifikation der Gefühlslage des Nutzers (z. B. Frustration) für die gezielte Wirkung dieser Systemkommunikation von Bedeutung zu sein – an dieser Stelle sollten Möglichkeiten der Stimmungsidentifikation erforscht werden.

In zwei Studien zeigte sich, dass Störungsmeldungen (neutral bis streng formuliert) das Befinden negativ beeinflussen können – negative Stimmungslagen werden vor allem bei weiblichen und älteren Nutzern hervorgerufen.

Forschungsbedarf:

- Geschlechterunterschiede in der Wahrnehmung der Systemmeldungen sind bisher unzureichend untersucht worden.
- Ältere Nutzer scheinen sensibler auf Misserfolge bei der Bildschirmarbeit zu reagieren als jüngere Nutzer. Diese Annahme sollte unter der Berücksichtigung des kompetenzbezogenen Generationenwandels mit verschiedenen Geburtskohorten („Digital Natives“) verifiziert werden. Auf der Grundlage belastbarer Analysedaten zu besonderen Bedürfnissen

älterer Nutzer sollten Möglichkeiten zu ihrer instrumentellen und emotionalen Unterstützung aufgezeigt werden.

Leistungsfeedback/Leistungsvorgaben bzw. geringe Steuerbarkeit des Systems führten zum erhöhten Stresserleben (vergleichbar mit Fließbandarbeit) und einem geringeren Flow-Erleben.

Die häufigsten Frustrationsquellen im Bereich der Anwendungsprogramme (Lazar et al., 2006): 1. fehlende/schwer zu findende /nicht nutzbare Funktionen, 2. Programmabsturz, 3. (buggy) Fehlreaktion des Programms, 4. sehr lange Reaktionszeiten, 5. unvorhersehbare Programmantwort, 6. unverständliche Fehlermeldung.

Forschungsbedarf:

- Die Frustrationsquellen lassen sich zu den drei Feldern Orientierung – Erwartbarkeit – Verständlichkeit zusammenfassen. Ansätze zur system- und menschenbasierten Prävention in diesen Bereichen sollten entwickelt und getestet werden.

Zur *Zufriedenheit* und *Motivation* kann verallgemeinernd festgehalten werden, dass die Zufriedenheit der Nutzer mit der Software stark von der wahrgenommenen Nützlichkeit der Systemanwendung abhängt. Diese wird wiederum durch ihre Integration in die Arbeitsroutine sowie durch die Interface-Darstellung und -Funktionalität beeinflusst. Insbesondere die Eigenschaften der ergonomischen Informationsdarstellung wie die Konsistenz, Klarheit, Erkennbarkeit und Verständlichkeit sind von besonderer Bedeutung für den erlebten Nutzen.

Forschungsbedarf:

- Die meisten extrahierten Studien untersuchten die Zufriedenheit mit der Software als Outcome-Variable. Die Arbeitszufriedenheit und Arbeitsmotivation, die im Projekt „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt“ eigentlich fokussiert wird, wurde bisher nicht mit der Gestaltung der Mensch-Rechner-Interaktion in Verbindung gesetzt.

Hinsichtlich der *Leistung* zeigte sich:

Für Anfänger und Gelegenheitsnutzer erweist sich eine weniger komplexe Interface-Darstellung als leistungsförderlich (für Experten spielt die Darstellungskomplexität keine Rolle).

Verschiedene Aspekte der Dialogführung (kurze Scroll-Down-Menüs, geringe Tiefe der Menühierarchien, sinnhafte Beschriftung der Menü-Kategorien, Anordnung der Objekte am Bildschirmrand) können die Geschwindigkeit der Aufgabenerledigung positiv beeinflussen.

Lesbarkeit: 12-Punkt-Schriftgröße ist die kleinste Schriftgröße, die alle Nutzer (jung wie alt) noch deutlich lesen können (größere Schriftgröße bringt keine Leistungssteigerung).

Mit zunehmendem Alter der Nutzer steigt die benötigte Bearbeitungszeit, die Qualität der Arbeit wird jedoch nicht beeinträchtigt. Von einer ergonomischen Softwaregestaltung profitieren alle Nutzergruppen, eine altersspezifische Anpassung scheint nicht erforderlich zu sein.

Forschungsbedarf:

- Die Art der untersuchten Aufgabe variierten in den extrahierten Studien sehr stark (von einer einfachen Objektmarkierung über die Findung/Einsortierung eines Dokuments bis

zur Berechnung eines Logistikauftrags), sodass eine Vereinheitlichung der Ergebnisse nicht möglich ist und die Relevanz der Ergebnisse für den Arbeitsalltag gering ist (bspw. Unterschiede in der Markierungsgeschwindigkeit). Untersuchungen an realistischen und komplexeren Büroarbeitsaufgaben sind wünschenswert.

Software entwickelt sich heute rasant. Untersuchungen, die vor wenigen Jahren aktuell waren, sind heute bereits nur noch eingeschränkt gültig. Von den ausgewerteten Studien wurde lediglich etwas mehr als die Hälfte nach dem Jahr 2000 und etwa ein Viertel nach dem Jahr 2010 durchgeführt. Aus den letzten drei Jahren stammen nur acht Studien. Neben dem inhaltlichen und methodischen Forschungsbedarf muss hier also auch ein zeitlicher Forschungsbedarf angezeigt werden.

6.2. Zusammenfassende Bewertung zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte des Arbeitsbedingungsfaktors Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

6.2.1. Zusammenfassende Bewertung anhand der Outcomes

Es konnten keine Studien für den Zusammenhang zwischen der Gestaltung der Ein- und Ausgabegeräte und der psychischen *Gesundheit* gefunden werden.

Für den Outcome *Befinden* konnten für die beiden Bereiche der Eingabegeräte sieben Studien und für Displays vier Studien recherchiert werden. Eine Untersuchung liegt für die Sprachdialogsysteme vor.

Bei den physikalischen Eingabesystemen werden in der Regel Vergleiche zwischen verschiedenen Arten von Eingabemitteln (z. B. Tastatur vs. Maus, Trackball vs. Maus usw.) bzw. Vergleiche zwischen verschiedenen Ausprägungen (verschiedene Tastaturarten, verschiedene Mausarten usw.) durchgeführt. Die untersuchten Outcome-Aspekte beziehen sich meist auf die Ermüdung, das Unwohlsein und den Nutzungskomfort. Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass es zwar Unterschiede hinsichtlich des Befindens beim Einsatz verschiedener physikalischer Eingabegeräte gibt, dass aber dennoch kein eindeutiger Ausschluss bestimmter Arten von Eingabemitteln erfolgen kann. Es kann auch nicht eindeutig davon ausgegangen werden, dass ergonomisch gestaltete Eingabesysteme per se ein besseres Befinden hervorrufen. Dies hängt z. B. von der konkreten Ausprägung und Gestaltung ab. Tendenziell wird häufiger Maus und Tastatur bevorzugt.

Die untersuchten Gestaltungsmerkmale des Displays (Leuchtdichte, Farbe des Bildschirmrahmens, Bildschirmfilter und Bildschirmgröße) stehen in keinem Zusammenhang mit selbstberichtetem Befinden (Sehmüdigkeit, Erregung, empfundene Aufgabenschwierigkeit). Objektiv gemessene Sehmüdigkeit wird durch hohe Leuchtdichte begünstigt. Bei Suchaufgaben spielt die Bildschirmgröße (PC vs. Tablet) keine Rolle bei der Einschätzung der Aufgabenschwierigkeit (task load). Nur eine Untersuchung beschäftigt sich mit der selbst erlebten Arbeitsbelastung unter Benutzung von Sprachdialogsystemen. Die mentale Arbeitsbelastung war höher beim Sprechen/Hören als beim Schreiben/Lesen, was aber in Anbetracht des ungewohnten Umgangs mit Sprachdialogsystemen nicht überraschend ist.

Für den Outcome *Motivation/Arbeitszufriedenheit* konnten für die beiden Bereiche der Eingabegeräte elf Studien und für Displays zwei Studien recherchiert werden. Sechs Untersuchungen liegen für Sprachdialogsysteme vor. Nach den Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Ein- und Ausgabegeräten und Leistung wurden hier die meisten Studien identifiziert.

Bei den Tastaturen werden die ergonomischen Tastaturen gut angenommen. Aber auch die üblichen Tastaturen schneiden hinsichtlich der Nutzerzufriedenheit gut ab. Recht wenige Untersuchungen bzw. Erkenntnisse gibt es zu Mäusen. Untersucht wurden Vibrationsmäuse, denen ein guter Nutzungskomfort bescheinigt wird. Zu steil gestaltete ergonomische Mäuse hingegen werden weniger akzeptiert. Beim Vergleich von Mäusen zum Trackball können keine Unterschiede hinsichtlich der Bevorzugung festgestellt werden. Weitere Untersuchungen zu Trackballs gibt es nicht. Die eine Studie zu Tablets kommt zum Ergebnis, dass Nutzer kleinere Tablets bevorzugen, da sie dann besser mit einer Hand zu halten sind.

Aus den Nutzerpräferenzen hinsichtlich der Bildschirmgröße für die Dokumenten- und Informationssuche sowie für die Pointer-Einstellung bei Anklick-Aufgaben können aufgrund der kleinen Stichprobengröße keine abschließenden Empfehlungen für die Allgemeinheit abgeleitet werden.

Die Offenheit der Nutzer gegenüber Spracheingabesystemen sowie deren wahrgenommener Nutzen konnte in mehreren Untersuchungen festgestellt werden. Die Genauigkeit der Spracherkennung erweist sich als bedeutender Faktor der Nutzerzufriedenheit.

Die meisten betrachteten Studien behandeln den Zusammenhang zwischen den Ein- und Ausgabesystemen und **Leistung**: insgesamt gibt es 18 Studien zu Eingabesystemen, 5 Studien zu Displays und 7 Studien zu Sprachdialogsystemen. Die Leistung wurde häufig im Vergleich verschiedener Eingabesysteme untersucht. Der Unterschied hinsichtlich der Leistung scheint bei verschiedenen Eingabesystemen nicht vorhanden zu sein. Zumindest nach einer gewissen Eingewöhnungsphase konnte eine gleiche Leistung erzielt werden – Langzeituntersuchungen sind jedoch sehr selten. Einen größeren Einfluss auf die Leistung zeigt der Buchstabenabstand auf der Tastatur.

Bei den Mäusen konnte festgestellt werden, dass umso mehr Einbußen bei der Leistung zu verzeichnen sind, je außergewöhnlicher ein Mausdesign ist.

Der Trackball hat für bestimmte Aufgaben seine Berechtigung, dauert aber insgesamt meist länger. Als Ausgleich (rechts/links) ist er allerdings gut geeignet.

Auch Tablets mit Griffel können für bestimmte Aufgaben eine bessere Leistung bieten. Größe, Griffgestaltung und Form des Tablets haben hingegen keinen Einfluss auf die Leistung.

Bezüglich der Displaygestaltung ergeben sich Hinweise darauf, dass eine hohe Leuchtdichte, der graue Bildschirmrahmen sowie die Verwendung des CRT-Bildschirms im Vergleich mit einem LCD-Bildschirm die Geschwindigkeit der Aufgabenerledigung (Lesen, visuelle Unterscheidung) positiv beeinflussen können. In Bezug auf Anklick-Aufgaben (pointing tasks) führen geringe control-display-gain-level zu langsameren Ausführungszeiten, das Ziel wird jedoch häufiger genau getroffen als bei höheren control-display-gain-leveln. Bei Suchaufgaben erweisen sich Tablets und stationäre Computer als vergleichbar geeignet.

Die Spracheingabe wurde mehrfach mit alternativen Eingabesystemen (Maus, Tastatur) verglichen – die Ergebnislage ist jedoch gemischt. Die Genauigkeit der Spracherkennung erweist sich in weiteren zwei Untersuchungen als bedeutsamer Faktor für die Produktivität.

6.2.2. Zusammenfassende Bewertung der moderierenden Variablen Alter und Geschlecht

Hinsichtlich der moderierenden Variablen Alter und Geschlecht kann grundsätzlich festgestellt werden, dass es nur wenige alters- und geschlechterspezifische Untersuchungen zu den Zusammenhängen zwischen Ein- und Ausgabegeräten und den Ziel-Outcomes gibt. Eine Studie beschäftigt sich mit dem Zusammenhang zwischen Alter und Sprachdialogsystemen und eine Studie mit dem Zusammenhang zwischen Alter und Nutzung von Mäusen/Touchpads. Ältere Probanden schätzen die Möglichkeit der Sprachdialogsysteme nützlicher ein als junge Probanden, sind allerdings auch langsamer. Es handelt sich hierbei allerdings um eine recht kleine Stichprobe, die demzufolge nicht repräsentativ ist. Bei der zweiten Studie wurden jüngere, erwachsene und ältere Probanden untersucht. Ihre Leistung unter Verwendung von Mäusen und Touchpads wurde verglichen. Die Älteren haben die signifikant längste Zeit zur Aufgabenerledigung benötigt. Diese ist bei Touchpad-Nutzung länger als unter Maus-Nutzung. Bei den Jüngeren ist allerdings die Fehlerquote am größten. Es können keine Altersunterschiede bei den Präferenzen der beiden Geräte festgestellt werden. Die Repräsentativität wird als gut eingeschätzt.

Geschlechterspezifische Untersuchungen werden in einer der Studien durchgeführt. Pereira (2013) hat festgestellt, dass Frauen mit kleinen Fingern einen vertikalen Buchstabenabstand zwischen 16 und 17 mm bevorzugten. Über die Repräsentativität der Stichprobe ist allerdings nichts bekannt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Alter und Geschlecht als moderierende Variablen eine untergeordnete bis fast gar keine Rolle in bisherigen Untersuchungen spielen und dass daher keine gesicherten Aussagen getroffen werden können.

6.2.3. Forschungsbedarf zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte des Arbeitsbedingungs-faktors Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

Die aufgezeigten Studien bestätigen im Wesentlichen die Anforderungen aus den in Kapitel 4.2 aufgezeigten Richtlinien. Psychische Gesundheit und Wohlbefinden werden kaum berücksichtigt. Oft liegt der Fokus auf biomechanischen bzw. muskuloskelettalen Auswirkungen. Die Studien vergleichen meist verschiedene Arten von Ein- und Ausgabegeräten miteinander.

Aus den aufgezeigten Bewertungen der recherchierten Studien lässt sich folgender *methodischer* Forschungsbedarf zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte ableiten:

- Die psychische Gesundheit sowie das Befinden der Nutzer spielen in den bisherigen Untersuchungen eine geringe bis gar keine Rolle, eher werden Untersuchungen zu Motivation/Arbeitszufriedenheit sowie Leistung durchgeführt.
- Um evidenzbasierte Aussagen treffen zu können:
- ist die Anzahl bisher durchgeführter Studien zu momentan immer häufiger genutzten Tablets als kombinierte Ein- und Ausgabegeräte, zu modernen Sprachdialogsystemen sowie zu alternativen Mäusen und Tastaturen zu gering,
- wurden bisher meist Querschnittstudien durchgeführt (längsschnittliche Ausrichtungen fehlen),
- fehlen Felduntersuchungen, die anstatt der bisherigen Laboruntersuchungen durchgeführt werden.

Außerdem sollten größere Stichproben mit subjektiven *und* objektiven Messmethoden untersucht werden. Die Durchführung von Längsschnittstudien wird angeregt, ebenso die Durchführung von Feldstudien.

Alter und Geschlecht spielen bisher nur eine untergeordnete Rolle bei den Untersuchungen.

Auffällig ist auch, dass in vielen bisherigen Untersuchungen zu Eingabegeräten die Eingewöhnungszeit bei ungewohnten Eingabearten nicht genügend berücksichtigt wird. Dies führt eventuell zu verfälschten Ergebnissen und sollte in zukünftigen Untersuchungen berücksichtigt werden.

Inhaltlicher Forschungsbedarf

Der größte Forschungsbedarf wird vor allem in der Durchführung weiterer Studien zur Überprüfung des Einsatzes von moderneren (kombinierten) Ein- und Ausgabegeräten gesehen, da die Entwicklung und der Einsatz dieser Geräte momentan den Forschungen vorausseilt. Einige Untersuchungen weisen darauf hin, dass nicht die Art des Ein- und Ausgabegerätes zu Frust führt, sondern eher begleitende organisatorische Faktoren.

Die bisherigen Studien weisen auch darauf hin, dass im Interesse der allgemeinen Arbeitszufriedenheit dem Nutzer die Wahl des Ein- und Ausgabegerätes überlassen werden sollte. Es gibt keine eindeutigen Aussagen zur Bevorzugung bestimmter Geräte. Eindeutig werden aber gewohnte Geräte bevorzugt – bei der Nutzung neuer Geräte ist deshalb eine Einarbeitungszeit unabdingbar. Untersuchungen sollten diesbezüglich vor allem unter Feldbedingungen und im Längsschnittdesign stattfinden.

Neueren Entwicklungen der Mensch-Rechner-Interaktion im Büro und dem daraus resultierenden Forschungsbedarf widmet sich deshalb das nächste Kapitel.

6.3. Forschungsbedarf aus aktuellen Entwicklungen beim Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

Über die Auswertung der recherchierten Studien hinaus wurden aktuelle Entwicklungen sowohl in der Arbeitswelt als auch in der Technik und beim Menschen (Nutzer) recherchiert. Im Folgenden werden Aspekte dieser Entwicklungen im Zusammenhang mit Software und den untersuchten Outcomes dargestellt. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die hier aufgeführten Schlagwörter nicht Bestandteil der Datenbanksuche waren.

- Untersuchungen zur psychischen Gesundheit, zum Befinden und zur Motivation/Arbeitszufriedenheit der neuen Nutzergeneration (*Digital Natives*) wurden nicht explizit recherchiert. Bei den untersuchten Nutzern wird teilweise lediglich eine Unterscheidung nach geübten bzw. ungeübten Nutzern vorgenommen, Altersangaben werden häufig aufgezeigt und teilweise auch geclustert. Hier ergeben sich gegebenenfalls neue Formen der Arbeitsorganisation (z. B. bloggende Chefetage erkennbar und die Nutzung von Wikis oder Business-Netzwerken, wechselnde Arbeitsplätze usw.), die es künftig zu untersuchen gilt. Es ist hier mit vollkommen neuen Belastungen zu rechnen, gegebenenfalls weg von bisherigen, hin zu neuen Formen.
- Im *Lean Office* gilt es, Verschwendungen wie unproduktive Sitzungen und überflüssige E-Mail-Verteiler zu vermeiden, effektive Ablagesysteme zu schaffen und Office-Standards zu setzen. Dies könnte durchaus auch Soft- und Hardwarekomponenten betreffen. Zukünftige Untersuchungen zu den Outcomes der MRI im Büro sollten diesen Aspekt künftig berücksichtigen.
- *Bring Your Own Device* (BYOD – private mobile Endgeräte wie Laptops, Tablets oder Smartphones in die Netzwerke von Unternehmen integrieren) vs. *Leave Your Own Device* (LYOD – Mitarbeitern werden eigene, attraktive Mobile Devices zur Verfügung gestellt): Bei diesen Trends wären Auswirkungen auf die Motivation und Zufriedenheit der Soft- und Hardwarelösungen zu untersuchen. Eine zentrale Fragestellung wäre nach wie vor der

Einfluss dieser Lösungen auf die psychische Gesundheit. Eine Manipulationsstudie dieser Trends könnte dahingehend interessant sein.

- *Natural User Interfaces* oder „Reality Based User Interfaces“ (direkte Interaktion mit der Bedienoberfläche durch Wischen, Tippen, Berühren, Gesten oder Sprache) wären weitere wünschenswerte Forschungsthemen.
- *Share and Win* (Teilen von Informationen durch soziale Netzwerke – auch firmenintern) als Open Space für Kommunikation in Projektarbeit, unternehmenseigene Social Media Software (Verbesserung Leistung), Miniblogs zur Leistungsdokumentation (Transparenz, aber auch als Doppelaufwand empfunden) scheinen in einigen Firmen schon vorhanden zu sein. Eine Anpassung der Software könnte erforderlich sein (z. B. über Stichwortsuche). Solche Trends sollten zukünftig in die Untersuchungen zu psychischen Belastungen einbezogen werden.
- „*Internet of Things*“ (Strichcode/Barcode, QR-Code, RFID, IR (Image Recognition – also Bilderkennungssoftware)) – künftige Untersuchungen wäre hier denkbar für spezifische Nutzergruppen dieser Software, wie z. B. der Handel.

7. Gestaltungsaussagen zum Arbeitsbedingungsfaktor MRI im Büro

7.1. Gestaltungswissen zur Software auf der Basis von Interventionsstudien

Partala & Surakka (2004) – gesichert: Eine vor allem positive affektive Intervention führt zu einer signifikant positiveren Grundstimmung und damit zur besseren Aufgabenlösung im Vergleich zu keiner Rückmeldung seitens des PC (Standard). Es ist daher sinnvoll, affektive Interventionen in Systeme einzubauen, wenn der Nutzer auf die Informationsbearbeitung warten muss bzw. bei Schwierigkeiten, die vom Nutzer nicht zu kontrollieren sind. Zu beachten wäre, dass das Feedback in der Studie akustisch war, es wären auch andere Nachrichtenkanäle denkbar.

Galinsky et al. (1995) – gesichert: Elektronische Leistungsüberwachung (EPM) stellt die Geschwindigkeit als Leistungsmerkmal zu sehr in den Vordergrund, ihre Vorteile werden durch hohe Fehlerraten überschattet. Das Feedback reguliert das Verhalten, die Vor- und Nachteile müssen abgewogen werden. Es ist aber ein hoher Stress bei Schreibkräften anzunehmen.

Schleifer et al. (1996) – gesichert: Leistungsbezogenes negatives Software-Feedback führt zu Stress.

Akgun et al. (2010) – plausible Annahme: In Bezug auf die Selbsteinschätzung der eigenen Leistung spielt die maschinelle vs. menschähnliche Gestaltung der Fehlermeldung keine Rolle. (Anmerkung: Gilt nur für junge Leute Anfang 20.)

Koenemann (1996) – plausible Annahme: Relevanzbezogenes Feedback unterstützt die Qualität der Suchergebnisse und verkürzt die Suchzeit. Die Möglichkeit, die vorgeschlagenen Suchstrings persönlich anzupassen, führt zu noch besseren Ergebnissen (weniger Iterationen) und mehr Zufriedenheit. Systemvorschläge sind besser als automatische Ausführung.

7.1.1. Gestaltungswissen zu Ein- und Ausgabegeräten auf der Basis von Interventionsstudien

Shing & Zhu (2011) – plausible Annahme: Die Verwendung von Touchscreens am PC-Arbeitsplatz in der bevorzugten (selbst gewählten) Position kann zum Unwohlsein im Nackenbereich aufgrund der geringen Display-Höhe führen. Darüber hinaus können Nutzer aufgrund des kleineren (als empfohlen) Sehabstandes zum Bildschirm schneller eine bzw. eine stärkere Sehmüdigkeit entwickeln. Nutzer sollten häufigere Pausen einlegen, um dies zu vermeiden.

De Korte et al. (2008) – eigene Annahmen: Ein Feedback (Maus mit Vibrationssignal) bez. der physischen Arbeitsbelastung bei Mausbedienung kann statischen Handhaltungen und damit einseitigen Muskelanspannungen vorbeugen. Das stellt jedoch noch keinen Bezug zur psychischen Gesundheit dar, im Gegenteil: Das Feedback führt nicht zu einer Veränderung in der Produktivität und hat auch keinen Einfluss auf das körperliche Unwohlsein (Anmerkung: zu kurze Erhebungsspanne). Das Vibrationssignal wird möglicherweise sogar als störend empfunden (nur 1/3 der EG würde die Maus weiterhin nutzen, verglichen mit 2/3 der KG – die gleiche Maus, nur ohne Signal).

Anmerkung: Response-Rate in der KG zum Posttest: nur 56 Prozent (EG: 82 Prozent)

7.2. Gestaltungsempfehlungen auf der Grundlage von Zusammenhängen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen (nur plausible oder gesicherte Annahmen)

7.2.1. Software

Benutzerführung

Djamasbi & Loiacona (2008) – gesichert: Durch die individuelle/geschlechtsspezifische Wahrnehmung des (negativen) Feedbacks sowie dessen Auswirkung (bei Frauen schlechtere Stimmung, jedoch stärkere Berücksichtigung des Feedbacks) ist eine Berücksichtigung bzw. Individualisierbarkeit der Feedback-Einstellung überlegenswert.

Branaghan & Sanchez (2009) – gesichert: Die Versuchspersonen schätzen die Wartezeit signifikant angemessener ein bei einer statischen Anzeige oder beim konstanten Fortschrittsbalken als bei den anderen Modi – da diese Modalitäten mit dem geringsten Informationsverarbeitungsaufwand verbunden sind und geringe Aufmerksamkeit erfordern. Gleichzeitig hat beim Präferenz-Ranking der konstante Fortschrittsbalken (Veränderungen nicht auf Anhieb sichtbar, da kontinuierlich) gegenüber der statischen Anzeige gewonnen – hier zeigt sich der Wunsch nach Informationen zum Fortschritt deutlich. Der konstante Fortschrittsbalken verlangt – im Gegensatz zum schrittweisen Fortschrittsbalken (wo Zuwachs sichtbar ist) – keine zusätzliche Aufmerksamkeit.

Chan et al. (1995) – plausible Annahme: System-Feedback zu möglichen semantischen Fehlern sowie Syntax-Fehlern kann die Richtigkeit der Befehlseingaben sowie die empfundene Sicherheit bzgl. der Eingaberichtigkeit steigern und die benötigte Zeit für die Befehlseingabe reduzieren.

Klein et al. (2002) – plausible Annahme: Auch mit einfachen Mitteln (ohne Personifizierung des Agenten, nur Text und Buttons) kann der Nutzer dazu gebracht werden, sich mit einem Programm auseinanderzusetzen, das ihn zuvor frustriert hat (Anmerkung: das Ausmaß der Frustration wurde nicht in die Analysen einbezogen) – zumindest im Zuge eines Überraschungseffektes (Versuchsperson hat keine Kenntnis von der Existenz eines Feed-

back-Agenten). Voraussetzung dafür ist jedoch, dass das System den emotionalen Zustand des Nutzers erfährt/antizipiert.

Kraan et al. (2014) – gesichert: Computerarbeit mit vorgegebener Arbeitsgeschwindigkeit zeigt ähnliche arbeitsbedingte Stresserscheinungen wie traditionelle Arbeitsgeschwindigkeitsvorgaben (z. B. am Fließband). Daher sollte ein Fokus auf der Passgenauigkeit zwischen technischen Lösungen, Mitarbeitern und der Methoden-Reihenfolgen-Autonomie in liegen („Selbstbestimmung“) – vor allem bei der Einführung der entsprechenden IT-Systeme.

Akgun et al. (2010) – plausible Annahme: In Bezug auf die Selbsteinschätzung der eigenen Leistung spielt die maschinelle vs. menschähnliche Gestaltung der Fehlermeldung keine Rolle. (Anmerkung: Gilt nur für junge Leute Anfang 20.)

Birdi & Zapf (1997) – gesichert: Die stärkeren negativen Reaktionen der älteren Nutzer lassen sich nicht durch weniger Erfahrung mit PC oder größere Fehlerhäufigkeit erklären. Möglicherweise schätzen sie das Vorhandensein eines Fehlers negativer ein als jüngere Nutzer. Ein Teil der PC-Trainings sollte deshalb das Aufzeigen vom positiven Potenzial von Fehlern beinhalten und gleichzeitig eine gezielte Strategievermittlung zur Fehlerbehebung. Ältere trauen sich nicht, ihre Fehler selbst zu beheben. Wahrscheinlich sind sie eher gehemmt, das System spielerisch zu untersuchen. Die Fehlerbehebung sollte trainiert werden. Fehlermeldungen des PC sollten nicht bedrohend gestaltet sein und darüber hinaus auch weitere Lösungsschritte oder die entsprechenden Stellen im PC-Manual aufzeigen, dies wäre für ältere Nutzer besonders förderlich. Dasselbe gilt auch für die Gestaltung und Verfügbarkeit von Manuals.

Davis & Tuttle (2013) – plausible Annahme: Das Fehlermanagement des Systems interagiert mit dem Verhalten der Nutzer. Nur wenn Nutzer bereits verantwortungsvoll mit Fehlermeldungen umgehen, können größere Fehler vermieden werden. Die Bereitschaft des Nutzers, sich mit der Fehlermeldung auseinanderzusetzen (nicht einfach nur wegklicken), wird von dem wahrgenommenen Risikograd der Situation und von der Eindeutigkeit der Meldung beeinflusst. Explizite Richtlinien für Softwareentwickler, um den Risikograd effektiv und eindeutig zu kommunizieren, sind notwendig.

Dialogführung

Farris et al. (2002) – plausible Annahme: Objekte, die an einer natürlichen Bildschirmgrenze angeordnet sind, werden immer schneller erreicht als frei auf der Bildschirmfläche stehende Objekte. Maximale Aktivierungsunterschiede ergeben sich bei längeren Entfernungen (ab 3,5 cm) und ab einer Objekthöhe von 2 cm.

Miller & Stanney (1997) – plausible Annahme: Besonders für Computeranfänger scheint eine piktogrammbasierte Oberfläche mit einer höheren Arbeitsgeschwindigkeit einherzugehen. In der Wahrnehmung der Arbeitsbelastung scheint es für Computeranfänger jedoch keine Unterschiede zu geben – trotz signifikant höherer Tastenanschlagszahlen bei symbolischen Eingabemöglichkeiten. Experten scheint die symbolbasierte Oberfläche geringer mental zu beanspruchen.

Dutke (1994) – plausible Annahme: Bei der Aufgabenlösung auf einer unbekanntem Oberfläche kommt es nicht auf das Verhältnis der sichtbaren vs. unsichtbaren Information, sondern auf deren inhaltliche Qualität an. Wenn explorierendes Nutzerverhalten nicht angeregt wird (z. B. durch Überangebot an Informationen wie vollständige Menüabbildung),

werden bei der Aufgabenerledigung bzw. Behebung des ersten Fehlers wahrscheinlich mehr weitere Fehler generiert.

Cockburn & Gutwin (2009) – plausible Annahme: Ein limitierender Zeitfaktor für die Suche nach Wörtern in Scroll-Down-Listen ist die visuelle Auffassungs- und Verarbeitungsgeschwindigkeit und nicht die Scroll-Bewegung, die Leistung ist jedoch abhängig von der Länge der Scroll-Liste und damit der gescrollten Distanz. Da die Fenstergröße beim Scroll-Vorgang nicht untersucht wurde, ergeben sich insgesamt wenig gestalterische Hinweise jenseits der Arbeitsgeschwindigkeitsabhängigkeit von der Listenlänge. Bei sehr langen Listen empfiehlt sich eine komplett andere Gestaltung der Auswahlmenüs.

Dizmen et al. (2014) – gesichert: Icons, die sehr oft am Tag betätigt werden, werden schneller erreicht, wenn sie direkt am Bildschirmrand liegen, als wenn es zwischen dem Bildschirmrand noch einen kleinen Spalt gibt – was bisher der Fall ist bei den meisten Operationssystemen. Die Existenz eines Spaltes stellt höhere Anforderungen an die Bewegungskontrolle, was Zeit kostet.

Chen & Proctor (2013) – gesichert: Eine für den Mensch natürliche Scroll-Bewegung muss eine hohen Wirkungs-Effekt-Kompatibilität aufweisen. Schnellere und korrektere Aufgabenerledigung ist dann gegeben, wenn sich der Bildschirm bzw. sein Inhalt in die gleiche Richtung bewegt wie z. B. der Finger. Nutzer können sich aber an unnatürliche Scroll-Bewegungen nach einer Übungsphase gewöhnen. Die unterschiedlichen Scrolling-Systematiken verschiedener Operationssysteme (Windows vs. Mac OS X) beeinträchtigen die Nutzerleistung – deshalb sollten diese vereinheitlicht werden.

Dialoggestaltung

Weber et al. (2013) – plausible Annahme: Geringe Variabilität der System Response Time (SRT) trägt zur besseren zeitlichen Vorhersehbarkeit in MRI bei. Bei geringer Variabilität reagieren die Nutzer schneller bei gleichbleibender Genauigkeit (auch bei höherer SRT). Das Potenzial der zeitlichen Vorhersehbarkeit liegt z. B. in der Einarbeitung von neuen Nutzern (größere Sicherheit, ob das System richtig arbeitet oder nicht). Noch unklar bleibt, ob die geringe Variabilität tatsächlich auch präferiert wird bzw. auch zu größerer Nutzerzufriedenheit führt. Hierzu müssten die Toleranzgrenzen für die SRT-Länge ermittelt werden. Vorschlag: Variabilität könnte als ein weiteres Maß der System-Responsiveness (neben der SRT) eingeführt werden.

Webster et al. (1993) – gesichert: Systemeigenschaften (Flexibilität, Modifizierbarkeit entsprechen Individualisierbarkeit) sowie experimentierendes Nutzerverhalten haben einen starken Einfluss auf die Ausprägung des Flow-Status sowie die Qualität/Ausprägung des Flow-Status. Flow ist relevant für die erwartbare weitere Nutzung der Software und für die Leistung.

Fleury & Jamet (2015) – plausible Annahme: Für Software zur Erkennung und elektronischen Verbildlichung von handgezeichneten Plänen scheint eine durch den Nutzer initiierte Unterbrechung zur Fehlerbehebung während des Erkennungs- und Einlesevorgangs die Arbeitsgeschwindigkeit zu erhöhen. Die Fehlererkennungsrate scheint hingegen nicht zu steigen.

McFarlane (2002) – gesichert:

a) Die zwischen Nutzer und Computer „verhandelte“ Unterbrechung ist für die Leistungsparameter Effizienz, Effektivität und Korrektheit die prinzipiell beste Variante, sie ist aber

nicht geeignet für Unterbrechungen, bei denen kleine Zeitunterschiede hohe potenzielle Risiken ergeben.

b) Bildschirmausgaben, die als hochgradig unterbrechend wahrgenommen werden, behindern die Effizienz, Effektivität und Korrektheit der Abarbeitung der Aufgabe (die dann unterbrochen wird) und reduzieren die Fähigkeit, diese Unterbrechungen abzuarbeiten/zu beenden.

c) Bildschirmausgaben, die Unterbrechungen erwartbar/planbar darstellen, unterstützen die schnellere Abarbeitung der Unterbrechungsaufgaben und generieren weniger Eingabefehler – gleichzeitig reduzieren sie aber die Komplettheit bei der Abarbeitung der jeweiligen Aufgabe und die Pünktlichkeit der Abarbeitung der unterbrechenden Parallelaufgaben.

d) Unterbrechungen, die in weniger aktiven Bearbeitungszeiten erscheinen, können schneller abgearbeitet werden und erhöhen gleichzeitig die Effizienz und Effektivität der Abarbeitung.

e) Es gibt keine beste Variante aus den genannten vier Varianten der Unterbrechung – sondern nur Abwägungen.

van der Meij & Lazonder (1993) – plausible Annahme: Aktionsorientierte, prozedurale Gestaltung von Lernmanuals spart Zeit sowohl in der Einlernphase als auch bei der Aufgabenerledigung (schneller fertig, schnellere Fehlerbehebung).

Chan et al. (1999) – gesichert: Höherer Abstraktionsgrad der Interaktion, hohe semantische Flexibilität und die Formulierung von wenig komplexen Suchaufgaben führen zu höherer Suchgenauigkeit und einer kürzeren Suchdauer. Die Komplexität der Suchaufgaben sind immer vom Suchauftrag abhängig – die Qualität und Bearbeitungszeit kann jedoch bei komplexen Suchaufträgen durch die Optimierung (Reduzierung) der Anforderungen an den Nutzer in Bezug auf die spezielle Sprachsyntax (natürliche Sprache) und Detailkenntnisse der Programmstruktur (geringer Abstraktionsgrad) verbessert bzw. verringert werden.

Eischeid & Scerbo (2002) – plausible Annahme: Für einfache Aufgaben lässt sich eine 3-D-Desktopumgebung nicht empfehlen. Eine eigene Dokumentenstruktur erleichtert das Wiederfinden von Items – wenn das nicht möglich ist, ist eine 2-D-Darstellung besser.

Nakatsu & Benbasat (2006) – eigene Annahmen: Bei sehr komplexen Aufgaben, bei denen der geistige Input des Nutzers erforderlich ist, ist es empfehlenswert, detaillierte Funktionsweisen zu erklären und detaillierte Informationen anzubieten. Das System sollte vielfältig kontrollierbar bleiben, allerdings muss diese Kontrollierbarkeit nicht sofort auf der Bildschirmoberfläche angeboten werden (da dies zur Konfusion führt). Bei einfachen Aufgaben, die das System selbst ideal lösen kann, ist kein weiteres Angebot an Funktionen bzw. detailliertes Systemwissen erforderlich.

Hamborg (1996) – plausible Annahme: Es erscheinen Gestaltungskonzepte für Software sinnvoll, die komplexitätsbedingte Fehler und Ineffizienzen vermeiden helfen. Möglichkeiten bieten Konzepte des Komplexitätsmanagements, z. B. die anforderungsspezifische Modularisierung von Programmen, wobei für Novizen weniger komplexe Module angeboten werden sollten. Die Benutzbarkeit wird nicht alleine durch die Mensch-Computer-Schnittstelle geprägt, sondern auch vom Funktionsumfang des Systems. Ein breiter Funk-

tionsumfang ist kein Gütekriterium, sondern kann zu überhöhter Komplexität und zu zeit-
aufwendiger und ineffizienter Nutzung führen.

Informationsdarstellung

Maxion & Reeder (2005) – plausible Annahme: Die Informationsdarbietung muss so gestaltet sein, dass sie durch den Nutzer leicht auffindbar, als relevante Information erkennbar und klar in der Ausdrucksweise ist. Nach dem Ändern von Einstellungen auf der Benutzeroberfläche sollte der neue Status angezeigt werden. Die Nutzung und Anzeige eines ESS (External Subgoal Support – externe Unterziel-Unterstützung) wird empfohlen, um die durch den Nutzer abzuarbeitenden Unter- oder Einzelziele der Dateneingabe anzuzeigen. Bei Windows ist für den Nutzer nicht ersichtlich, ob Einstellungen erfolgreich verändert wurden (Windows-Nutzer sind von der Korrektheit überzeugt, jedoch wurde die Einstellung nicht vollständig/korrekt verändert; es gibt kein Feedback zu Fehlern).

Kim et al. (2008) – gesichert: Es müssen Informationen angeboten werden, die den Nutzern nützlich sind. Eine schnelle Systemverfügbarkeit trägt ebenfalls essenziell zum positiven Erleben von Nutzern bei. Lernförderlichkeit (beeinflusst durch die Systemqualität) und schnelle Beherrschbarkeit des Systems beeinflussen positiv die Einstellung zur Nutzung. Die Akzeptanz der IT-Systeme sollte nicht optional sein, sondern sollte zu einem Ziel der Systementwickler und Personalverantwortlichen werden.

Schneider et al. (2008) und Schneider et al. (2009) – plausible Annahme: Bezogen auf die Fehlerrate ist die voreingestellte Standardgröße 12 Punkt für alle Altersklassen ergonomisch ausreichend. Wenn es um Reaktionszeiten geht, erreichen alle Altersklassen ihr Optimum bei Schriftgröße 16 Punkt (bei einfachen Erkennungsleistungen und kurzzeitiger Belastung). Bezüglich der Spreizung und der Orientierung (horizontal vs. vertikal) benötigen Jüngere und Ältere keine differenziellen Anpassungen; es kann ein „Design for All“-Ansatz angewendet werden.

Bröhl, Bützler, Jochems et al. (2013) – plausible Annahme: Es ist eine altersrobuste Gestaltung von Projektmanagement-Software wichtig (Merkmale: kein Scrollen, kürzere (und nur eine) Menüleiste, Flexibilität der Lösungswege bezogen auf Menüwahl und -struktur), davon profitieren auch Jüngere.

7.2.2. Zusammenfassung zu den Gestaltungshinweisen zum Merkmal Software

Benutzerführung

Feedback (Fehler, Wartezeiten) sollte nützlich, freundlich bzw. interessant gestaltet werden und mögliche Lösungsalternativen zu aufgetretenen Fehler aufzeigen. Eine Individualisierbarkeit wird ebenfalls empfohlen. Falls es zu Wartezeiten kommt, sollen diese durch konstante Fortschrittsbalken vorher- und einsehbar sein. Das System sollte keine Arbeitsgeschwindigkeit vorgeben.

Dialogführung

Objekte bzw. Piktogramme sollten für eine schnelle Aktivierung eher am Bildschirmrand als in der Mitte angeordnet sein. Symbolbasierte Oberflächen scheinen für Experten eine geringere mentale Belastung als für Anfänger darzustellen, während piktogrammbasierte Oberflächen eher für Computeranfänger geeignet scheinen (bessere Leistung). Eine vollständige Menüabbildung (alle Informationen sofort da) scheint nicht immer hilfreich zu sein, vielmehr kommt es auf die Aufgabe und den Wissensstand der Nutzer an. Auch hier ist eine Individualisierbarkeit wünschenswert. Die Software sollte vielmehr (bei komplexen Suchaufgaben) die Anforderungen an die Nutzer reduzieren (natürliche Sprache, geringer Abstraktionsgrad). Die Scroll-Bewegungen der Hand sollten mit den Bewegungen auf dem

Bildschirm synchron gehen. Hierin sollten auf dem Markt erhältliche Programme vereinheitlicht werden.

Dialoggestaltung

Software sollte generell flexibel und modifizierbar (Übungsgrad, Aufgabenkomplexität) sein. Systemantwortzeiten sollten gering variabel und damit besser vorhersehbar sein. Für den Nutzer muss es möglich sein, eine eigene Dokumentenstruktur anzulegen, Einlesevorgänge für eine Fehlerbehebung zu unterbrechen und Arbeitsgeschwindigkeiten selbst zu bestimmen. Unterbrechungen durch den Computer sind entweder verhandelbar zu gestalten oder in weniger arbeitsintensive Phasen zu legen. Lernmanuals bzw. Hilfestellungen sollten prozess-/aktionsorientiert gestaltet werden und bei komplexen Aufgaben muss das System alle Funktionsweisen erklären können.

Informationsdarstellung

Informationsdarbietung muss so gestaltet sein, dass sie durch den Nutzer leicht auffindbar/verfügbar, als relevante Information erkennbar, klar in der Ausdrucksweise sowie nützlich ist. Nach dem Ändern von Einstellungen sollte der neue Status angezeigt werden. Software sollte lernförderlich und schnell beherrschbar ausgelegt sein. Die Schriftgröße sollte mindestens 12 Punkt betragen. Es gibt erste Hinweise darauf, dass eine altersgerechte Gestaltung (kein Scrollen, kürzere oder nur eine Menüleiste, flexible Lösungswege) auch Jüngeren nutzt.

Ein Hinweis auf weitere wichtige Faktoren

Monnickendam et al. (2008) – gesichert: Zu den wichtigsten Faktoren, die die Zufriedenheit bei der Implementation neuer Softwarelösungen beeinflussen, zählen auch die Systemeigenschaften wie die Integration der Software in die Alltagsroutinen und der wahrgenommene Nutzen. Darüber hinaus sind auch die Verfügbarkeit eines effektiven technischen Supports sowie weitere organisationale und persönliche Variablen von Bedeutung (angenommene Bedeutung für Management, Ausbildung, Zufriedenheit mit der Vorbereitung auf Einführung). Indirekten Einfluss hat ebenfalls eine normative Unterstützung bei der Einführung und die persönliche Involviertheit/persönliche Bedeutung bei der Entwicklung. Das Management muss diese Faktoren bereits im Vorfeld einer Systemeinführung im Fokus haben, um eine hohe Nutzerzufriedenheit zu sichern.

7.2.3. Ein- und Ausgabegeräte

Tastaturen, Maus, Trackball, Tablet (mit Griffel)

Keller Chandra et al. 2008) geht (gesichert) hervor, dass es sehr unterschiedliche Aussagen zu lateraler Neigung von Tastaturen (Anmerkung: Zeltform) gibt und dass diese keine ungeteilte Akzeptanz bei den Nutzern findet.

Ergonomische Tastaturen werden in den Studien gut angenommen, insbesondere bei nicht zu extremen Veränderungen des herkömmlichen Designs. Sie erhalten eine positive Bewertung bzw. werden kaum schlechter als herkömmliche bewertet. Es gibt keine Veränderung der Leistung durch ergonomische Tastaturen, zumindest wird nach einer entsprechenden Eingewöhnung die alte Leistung erreicht. Teilweise wird sogar eine bessere Leistung angezeigt. Extreme Designs erfordern manchmal längere Eingewöhnungszeiten.

McLoone et al. (2009) – plausible Annahme: Ergonomische Tastaturen werden unter bestimmten Bedingungen (12-Grad-Öffnungswinkel, Buchstabengestaltung ähnlich wie bei geraden Tastaturen) gut akzeptiert und bieten bessere ergonomische Bedingungen (geringere empfundene Ermüdung, gleiche Schreibleistung). Das untersuchte Keyboard wurde ab 2004 als Microsoft Optical Desktop Pro angeboten.

Kim et al. (2014) – plausible Annahme: Wenn die Schreibgeschwindigkeit und -genauigkeit keine Präferenz hat, ist die virtuelle Tastatur auf Grund der geringeren (gemessenen) physischen Belastung durchaus eine Alternative. Da aber der empfundene Komfort bei der virtuellen Tastatur am niedrigsten ist, sollte die Einsatzdauer nur kurzzeitig sein, ansonsten sind herkömmliche Tastaturen zu bevorzugen. (Hinweis: die Schreibgeschwindigkeit ist bei Tablets/Touchscreens sicher höher, da Blick/Ausführung auf einer Ebene sind – bei der virtuellen Tastatur geht der Blick zwischen Bildschirm und Tastatur hin und her.)

Kim & Ritter (2014) – gesichert: Bei beiden Bedienungsmodalitäten (Tastatur vs. Maus) tritt nach einer Übungsphase kontinuierlich Verbesserung ein – bei der Nutzung der Tastatur stellte sich jedoch nach vier Tagen ein größerer Zeitvorsprung ein. Die zielorientierte Bedienung der Tastatur verlangt Knowledge-in-the-head (d. h. eine gedächtnis-basierte Strategie), was ein Grund dafür sein könnte, warum viele Nutzer eher die Mausbedienung, die sich auf dem Knowledge-in-the-world (d. h. eine interaktionsbasierte Strategie) stützt, bevorzugen. Bedienung, die auf Erlerntem, im Gedächtnis gespeicherten Wissen basiert, ist kurzfristig effizienter (auch nach zwei Tagen der Nichtnutzung) als die interaktionsbasierte Bedienung. Nach einer längeren Pause kann mit der interaktionsbasierten Steuerung jedoch wieder auf das früher Gelernte aufgeknüpft werden.

Pereira (2013) – plausible Annahmen: Tastaturen sollten vertikale und horizontale Buchstabenabstände zwischen 17 und 18 mm haben, um die Vorteile kleinerer Tastaturen, z. B. schmalere und leichtere Tastaturen, zu erhalten und trotzdem Nutzer mit größeren Fingern zu berücksichtigen.

Kleinere Tablets werden von den Nutzern gegenüber größeren bevorzugt. Raue Oberflächen und Handgriffe erhöhen das subjektive Sicherheitsempfinden.

Laut Keller Chandra et al. (2008) wird in der Untersuchung zur Software mit elektromagnetischer Krafteinwirkung auf die Maus ein geringerer Diskomfort und weniger Ermüdung festgestellt. Zudem verringert sich die Fehlerquote und die Aufgaben werden schneller gelöst. Offen bleibt, ob diese Maus in die alltägliche Arbeit integriert werden kann.

Neuere Tastaturen können teilweise den Griff zur Maus ersetzen. Zusätzlich gibt es inzwischen Softwarelösungen, die die Maus fast vollständig ersetzen.

Außerdem wurden auch mehrere Studien zum Vergleich zwischen Trackball und Maus ausgewertet. Es konnten keine Aussagen zur Bevorzugung eines der beiden Eingabemittel gefunden werden. Der Trackball erfordert mehr Bewegung mit den Fingern, die Maus mit dem Handgelenk. Es wurden auch Untersuchungen zur Bedienung mit Daumen, Zeigefinger und Mittelfinger hinsichtlich Haltung, Muskelaktivität, Leistung und des subjektiven Empfindens ausgewertet:

- Trackball mit Mittelfingernutzung ist am besten geeignet für langsame, präzise Aufgaben (Tätigkeit darf aber nicht allzu lange andauern – Zeit wurde nicht benannt),
- Trackball mit Zeigefingernutzung wird am besten nur für kurze Arbeitseinheiten eingesetzt,
- Trackball mit Daumen eignet sich für längere Arbeiten; aber Aufgaben, die genaue Punktansteuerung benötigen, brauchen bei gleicher Performance mehr Zeit. Die physiologische Belastung ist hier am niedrigsten.

Es gab weniger Leistungsunterschiede zwischen rechter und linker Hand als bei der Maus, ein Handwechsel ist somit einfacher und braucht kürzere Gewöhnungszeit. Die physiologische Belastung kann also auf beide Arme verteilt werden (aber nicht jedes Design ist für

beide Hände geeignet – Tastenanordnung kann spezifisch für Rechts- und Linkshänder sein).

Möglichkeit bei wechselseitiger Nutzung: eine Seite Maus, die andere Seite nutzt den Trackball.

Arbeiten mit Trackball geht eher langsamer als mit der Maus. Die Fehlerquote ist bei beiden Geräten gleich. Aber in den Studien wurden jeweils nur wenige Minuten Arbeit getestet und oft ohne angemessene Gewöhnungszeit mit Trackball.

Bezüglich des Befindens gibt es unterschiedliche Bewertungen: In zwei Studien wird lieber mit der Maus, in drei Studien lieber mit dem Trackball gearbeitet. Jedoch waren in allen Studien die Testpersonen eine Maus gewöhnt, hatten aber noch nicht mit dem Trackball gearbeitet. So könnte sich das subjektive Empfinden nach längerer Anpassung an den Trackball verändern. In einer Studie konnte ein Kraftfeedback die Leistung verbessern. Die Form des Kraftfeldes und die Stärke der Rückmeldung hatten hier einen Einfluss.

In Keller Chandra et al. (2008) wurden auch sieben Studien zur Tabletnutzung mit Griffel ausgewertet: Die (wenigen) Studien deuten darauf hin, dass vom biomechanischen Standpunkt aus (Muskelaktivität, Körperhaltung) die Nutzung eines Tablets mit Griffel Vorteile mit sich bringen kann. Bei Problemen mit der Maus kann dies eine Alternative sein. Die Performance wurde unterschiedlich beurteilt (gleich gut oder besser als mit der Maus). Eine Prüfung des Einsatzes sollte genau erfolgen, da möglicherweise der Griffel eine mangelnde Akzeptanz unter den Nutzern hat: Bei einem Vergleich zwischen Tablet mit Griffel, Maus und Tastatur bevorzugten signifikant mehr Personen für alle Aufgaben die Tastatur und Maus.

Über ein mögliches Design des Tablets wurden keine Studien gefunden.

Es wird eine Griffellänge von 100 mm empfohlen, der Durchmesser hängt von der Arbeitsaufgabe ab: Dünnere Griffel sind für die Leistung und das Befinden besser bei den Arbeitsaufgaben „Auswählen“ und „Anklicken“; dickere Griffel eignen sich für Präzision erfordernde Aufgaben (Durchmesser: 8 mm).

Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit wird mit Tablet und Griffel genauso schnell gearbeitet wie mit der Maus, schneller als mit dem Trackball und den Cursortasten der Tastatur. Zu Fehlerquoten gibt es unterschiedliche Testergebnisse, aber Tablet mit Griffel erreicht auch hier nach kurzer Eingewöhnung Werte wie bei der Maus.

Hertzum & Hornbaek (2010) – plausible Annahmen: Bei einem Vergleich zwischen Maus und Touchpad war die Fehlerquote sowie die Abschlusszeit geringer bei Mausnutzung als beim Touchpad. Die subjektive Bewertung der Maus (Bedienbarkeit, Genauigkeit, mentaler Aufwand bei Nutzung, körperlicher Aufwand bei Nutzung, Ermüdung von Körperteilen) fiel signifikant besser aus. 31 von 36 Versuchspersonen bevorzugten die Maus.

Bildschirme

Chi & Lin (2009) – gesichert: Die Verwendung vom Bildschirmfilter kann weder die subjektive noch die objektive Sehmüdigkeit langfristig reduzieren. Angebracht wären arbeitsorganisatorische Maßnahmen (Bündelung von Anfragen/Informationen), die die Zeit der Informationssuche einschränken würden.

Oetjen & Ziefle (2009) – plausible Annahme: Die visuelle Unterscheidungsfähigkeit ist beim CRT-Bildschirm unabhängig vom Blickwinkel robust. Bei LCD-Bildschirmen (vor al-

lem am Laptop) nimmt die Unterscheidungsfähigkeit mit den Winkelgraden ab. Diese Anisotropie der Bildschirme kann jedoch in Bezug auf Wahrung der Privatsphäre auch von Vorteil sein.

Marcial (2013) – plausible Annahme: Die Bildschirmgröße ist entscheidend für die Effektivität bei Suchaufträgen. Die Inhalte auf Bildschirmen von vier bis sechs Zoll sind immer noch gut lesbar, bei gleichzeitig guter Tragbarkeit. Für die Bewegung in Dokumenten sollten verschiedene Modi (Scrollen vs. Blättern) einstellbar sein.

Casiez et al. (2008) – plausible Annahme: Es gibt Hinweise darauf, dass eine Pointer-Akzeleration (Anzeige geht schneller als die Mausbewegung selber) besser funktioniert, als wenn Anzeige und Mausbewegung gleichzeitig stattfinden; allerdings müsste ein Optimum hinsichtlich Schnelligkeit und Genauigkeit festgelegt werden.

Camilleri et al. (2013) – plausible Annahme: Die Palm-Rejection-Technologie führt bei Berührungsbildschirmen zu weniger Unwohlsein (discomfort) und zu einer schnelleren Bearbeitung von Aufgaben, die zwei bis drei Finger zur Erledigung verlangen. Auch konnten dadurch Fehler vermieden werden, die aufgrund von unbeabsichtigter Handballen-Auflage verursacht werden.

Sprachdialogsysteme

Casali et al. (1990) – plausible Annahmen: Hohe Spracherkennungsgenauigkeit ist ein Muss für Spracheingabesysteme. Ein guter Weg der Fehlerkorrektur ist zu finden, ohne dass die Nutzer zu sehr frustriert werden (z. B: nicht jeden Fehler sofort korrigieren, besser erst nach einem kompletten Satz korrigieren etc.).

De Korte & van Lingen (2006) – plausible Annahmen: Derzeitige Spracheingabesysteme (von 2005 und früher) sind nicht für die generelle Nutzung zu empfehlen, könnten aber eine sinnvolle Ergänzung sein, gerade für Menschen mit muskuloskeletalen Beschwerden. Aus Sicht der Produktivität und aus Sicht der Nutzerfreundlichkeit ist eine Weiterentwicklung dieser Technik notwendig.

DeHaemer et al. (1994) – plausible Annahmen: Spracheingabe kann eine sinnvolle Ergänzung sein, sollte aber die Tastatur als Eingabegerät nicht ersetzen.

Hone & Baber (2001) – plausible Annahmen: Eine menüunterstützte Sprachführung, die dem Nutzer Vorschläge für mehrere Möglichkeiten auditiv unterbreitet, ist zu bevorzugen gegenüber einer offenen Dialogführung (und auch gegenüber visuell angebotenen Auswahlmöglichkeiten). Nutzerfreundlichkeit (-angepasstheit) ist eine große Komponente für die Entwicklung von Spracheingabesystemen. Es wird ein Menüstil gegenüber offenen Fragen bevorzugt.

Karl et al.(1993) – plausible Annahmen: Eine Spracheingabe kann vorteilhaft und hilfreich sein bei Texteingaben mit hohem Kommandoanteil, wie z. B. bei Eingabe von Formeln oder Textformationen, oder auch für Aufgaben, bei denen man die Hände frei haben sollte, wie z. B. Paketsortieren oder Inspektionen. Spracheingabe sollte aber nicht generell andere Eingabemöglichkeiten ersetzen. Die Art des Feedbacks, die Antwortzeiten, die Nutzerkontrolle über Kommandodefinitionen und -editionen sollten weiter verbessert werden.

Le Bigot et al. (2007) – gesichert: Je komplexer eine Aufgabe/Interaktion mit dem Computer ist, umso mehr muss der Nutzer imstande sein, zu einem bisher gewohnten Umgang mit dem Computer zurückzukehren. Die Spracheingabe führt (immer noch) zu erhöhten Eingabefehlern und die Sprachausgabe zu verlängerten Bearbeitungszeiten. Die Usability

von Spracheingabe-/ausgabesystemen muss auf vielen verschiedenen Indikatoren beruhen. Sprachein-/ausgabe ist mehr für kurze Dialoge/Worteingaben; Textein-/ausgabe mehr für komplexe Aufgaben geeignet. Wenn die Aufgabenlänge oder die Sprachdauer des Systems die gewohnten Routinen von Menschen überschreiten, dann kann mentale Arbeitsbelastung entstehen. Für hohe Planungsanforderungen sollte besser Texteingabe verwendet werden.

7.2.4. Zusammenfassung zu den Gestaltungshinweisen zum Merkmal Ein- und Ausgabegeräte

Ergonomische Tastaturen sollten einen Öffnungswinkel von ca. 12 Grad haben und die Buchstaben sollten ähnlich gestaltet sein wie bei normalen Tastaturen. Virtuelle Tastaturen sind nur für kürzere Einsatzzeiten zu empfehlen. Die Maus erweist sich in den Untersuchungen als geeigneter für die Dateneingabe als Touchpads, jedoch nicht geeigneter als die Tastatur. Eine elektromagnetische Krafteinwirkung auf die Maus kann dabei die Leistung verbessern, es bleibt aber offen, inwieweit dies in die tägliche Arbeit integriert werden kann. Trackballs sind für einen besseren Wechsel zwischen linker und rechter Hand geeigneter als Mäuse, erfordern jedoch – genau wie jede andere zunächst ungewohnte Eingabeart – eine Eingewöhnungsphase. Neue Tastaturen bzw. entsprechende Software können den Griff zur Maus ersetzen (Touchscreen bzw. Tablet). Dabei ist wiederum die Palm-Rejection-Technologie zu bevorzugen. Falls Tablets mit Griffel eingesetzt werden, sollten die Griffel eine Länge von 100 mm haben, der Durchmesser hängt von der Arbeitsaufgabe ab. Da leichte und kleine Tablets von Nutzern bevorzugt werden, ist es insbesondere wichtig, auf ausreichend gute Informationsdarstellung (Schriftgröße vs. Bildinhalte) zu achten. Inhalte auf Bildschirmen von vier bis sechs Zoll sind immer noch gut lesbar, bei gleichzeitig guter Tragbarkeit. CRT-Technologien unterstützen eine gute Lesbarkeit auch von der Seite (im Gegensatz zu LCD-Technologien). Für die Bewegung in Dokumenten sollten unterschiedliche Modi (Scrollen vs. Blättern) einstellbar sein. Eine Pointer-(Zeiger-)

Akzeleration funktioniert besser als eine gleichzeitig stattfindende Bewegung von Zeiger und Maus, hier muss allerdings noch ein Optimum gefunden werden. Sprachdialogsysteme sind eine gute Ergänzung (aber kein Ersatz) zu herkömmlichen Ein- und Ausgabeararten, dabei ist allerdings eine hohe Spracherkennungsgenauigkeit ein Muss. Fehler sollten nicht sofort, sondern erst nach einem beendeten Satz korrigiert werden. Die Nützlichkeit eines Sprachdialogsystems hängt stark von der Nutzerfreundlichkeit und von den Aufgaben ab.

7.3. In allgemeiner Form berichtete Gestaltungshinweise

Lazar et al. (2006) – plausible Annahmen: Die häufigsten Frustrationsquellen im Zusammenhang mit Softwaresystemen waren bei einer Feldstudie: 1. fehlende/schwer zu findende Funktionen, 2. Programmabsturz, 3. buggy (fehlerhafte) Programmreaktion, 4. langsame Operationen, 5. unberechenbare Systemreaktion, 6. unklare Fehlermeldungen, 7. Installationsthemen.

42,7 Prozent der Arbeitszeit wird im Durchschnitt mit der Problemfeststellung und Problemlösung einschließlich der Erholung vom Problem vergeudet.

Um die Frustration der PC-Nutzer zu reduzieren, ist es deshalb wichtig, Nutzer in die Programmentwicklung einzubeziehen und die Prinzipien zur Dialoggestaltung zu nutzen. Trainings – insbesondere zu Problemlösestrategien – würden die Selbstwirksamkeit bei PC-Arbeit steigern. Fehlermeldungen sollten positiv formuliert werden und Handlungsempfehlungen sollten darin einbezogen sein.

8. Suchstrings zum Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

Suchstring EBSCO

UV

“software usability” OR software OR “user interface*” OR “interface design” OR visualization OR dialogue OR “computer input device*” OR “computer output device*” OR screen OR display OR mouse OR keyboard OR track ball OR tablet OR touch screen OR scanner OR “human machine system*” OR “human computer interaction” OR “human factors engineering” OR “information system*” OR “decision support systems” OR “automated information processing” OR “process control” OR “supervisory control” OR „Software Gebrauchstauglichkeit“ OR Software OR Benutzerschnittstelle OR Dialoggestaltung OR Informationsdarstellung OR Benutzerführung OR Dialogführung OR “Computer Eingabegerät*” OR “Computer Ausgabegerät*” OR Bildschirm OR “visuelle Informationsdarbietung” OR Maus OR Tastatur OR Trackball OR Tablet OR Touchscreen OR Scanner OR “Mensch-Maschine-System*” OR “Mensch-Computer-Interaktion” OR Ergonomie OR Informationssystem* OR “computerunterstützte Entscheidungshilfe*” OR “automatisierte Informationsverarbeitung” OR Prozesskontrolle OR “überwachende Kontrolle”

AV

"cognition" OR "cognitive function*" OR "cognitive efficiency" OR "cognitive impairment" OR "memor*" OR "alzheimer" OR "dementia" OR "forget*" OR "cognitive failure" OR "cognitive decline" OR "cognitive deterioration" OR "reasoning" OR "problem solving" OR "inhibition" OR "attention" OR "executive function*" OR "processing speed" OR "decision making" OR "alertness" OR Kognition OR "kognitive Fähigkeiten" OR "kognitive Leistungsfähigkeit" OR "kognitive Beeinträchtigung" OR "Gedächtnis" OR Demenz OR Vergessen OR "kognitives Versagen" OR "kognitive Verschlechterung" OR "schlussfolgerndes Denken" OR Problem-lösen OR Aufmerksamkeit OR "exekutive Funktion" OR Verarbeitungsgeschwindigkeit OR Entscheidungsfindung OR Wachsamkeit (SU(headache OR "sleep disorders" OR asthenia OR tinnitus OR "irritable bowel syndrome" OR "somatoform disorders")) OR (“irritable bowel syndrome“ OR “abdominal pain“ OR gastritis OR “gastrointestinal disorders“ OR arthralgia OR “joint pain“ OR “muscle tension“ OR “muscle tonus“ OR “limb pain“ OR headache OR “sleep disorders“ OR asthenia OR “psychosomatic disorders“ OR “psychosomatic complaints“ OR “somatoform disorders“ OR “sick building syndrome“ OR “eye pain“ OR “skin symptoms“ OR tinnitus OR “hearing loss“ OR breathlessness OR dyspnea OR “respiratory diseases“ OR “respiration disorders“ OR “unspecific symptoms“ OR “nonspecific symptoms“ OR “unexplained symptoms“ OR “unspecific pain“ OR “nonspecific pain“ OR “unexplained pain“ OR “unspecific complaints“ OR “nonspecific complaints“ OR “unexplained complaints“ OR “chronic pain“ OR “chronic complaints“ OR discomfort OR Reizdarmsyndrom OR Magenschmerzen OR Gastritis OR Magenschleimhautentzündung OR "gastrointestinale Störungen" OR Gelenkschmerzen OR Verspannung OR Gliederschmerzen OR Kopfschmerz OR Schlafstörungen OR Asthenie OR "psychosomatische Störungen" OR "somatoforme Störungen" OR "psychosomatische Beschwerden" OR Gebäudekrankheit OR Augenbeschwerden OR Hautveränderungen OR Tinnitus OR Ohrgeräusche OR Hörverlust OR Hörsturz OR Kurzatmigkeit OR Atembeschwerden OR Atemwegserkrankungen OR Dyspnoe OR "unspezifische Symptome" OR "unspezifischer Schmerz" OR "unspezifische Beschwerden" OR "chronischer Schmerz" OR "chronische Beschwerden" OR Unwohlsein) "mental health" OR "well-being" OR wellbeing OR workability OR "work ability" OR happiness OR "positive affect" OR "positive emotions" OR "satisfaction with life" OR "life satisfaction" OR "work satisfaction" OR "job satisfaction" OR "quality of life" OR affect OR mood OR "mentale

Gesundheit" OR Wohlbefinden OR Arbeitsfähigkeit OR Freude OR "positiver Af-fekt" OR "positive Emotionen" OR Lebenszufriedenheit OR Arbeitszufriedenheit OR Lebens-qualität OR Affekt OR Stimmung depression OR "major depression" OR burnout OR "anxiety disorders" OR "somatoform disorders" OR "adjustment disorders" OR "stress disorders" OR "stress-related disorders" OR "stressor- related disorder" OR "sleep disorders" OR "depressive disorder" OR "depressive symptoms" OR depressiveness OR "dysthymic disorder" OR "depressive episode" OR "affective disorder" OR "affective symptoms" OR "mood disorder" OR "mental disorder" OR "mental illness" OR "psychiatric disorder" OR distress OR "sub-stance-related disorders" OR "alcohol abuse" OR "drug abuse" OR "mental fatigue" OR fa-tigue OR exhaustion OR satiation OR "mental satiation" OR "negative affect" OR irritation OR effort OR "irritable mood" OR "irritable mood" OR irritability OR (DE(Depression OR Burnout)) OR Angststörungen OR "somatoforme Störungen" OR Anpassungsstörungen OR "stressbezogene Störungen" OR "Schlafstörungen" OR "depressive Störungen" OR "depres-sive Symptome" OR Depressivität OR "dysthimische Störungen" OR "depressive Episode" OR "affektive Störungen" OR "affektive Symptome" OR Stimmungsstörungen OR "psychische Störungen" OR "emotionale Belastung" OR Substanzmissbrauch OR Alkoholmissbrauch OR Drogenmissbrauch OR "psychische Ermüdung" OR Ermüdung OR Erschöpfung OR Sät-tigung OR "psychische Sättigung" OR "negativer Affekt" OR Gereiztheit OR Anstrengung OR "gereizte Stimmung" OR Reizbarkeit detachment OR "sick leave" OR motivation OR "intrinsic motivation" OR "employee motivation" OR "job involvement" OR "occupational aspirations" OR "organisational commitment" OR "organizational commitment" OR "labour turnover" OR "turnover intentions" OR absenteeism OR performance OR "job performance" OR "employee efficiency" OR "employee productivity" OR "organisational effectiveness" OR "organizational effective-ness" OR "quality of service" OR error OR "false alarms" OR accidents OR vigilance OR "accuracy rate" OR incident OR injury OR hazard OR Distanziertheit OR Krankenurlaub OR Arbeitsunfähigkeit OR Motivation OR "intrinsische Motivation" OR Mitarbeitermotivation OR "berufliches Engagement" OR "berufliche Ziele" OR "organisationales Commitment" OR Fluktuation OR Wechselabsichten OR Absentismus OR Leistung OR "berufliche Leistung" OR "Leistungsfähigkeit von Arbeitnehmern" OR Arbeitnehmerproduktivität OR Organisationseffektivität OR Servicequalität OR Fehler OR "falscher Alarm" OR Unfälle OR Vigilanz OR Daueraufmerksamkeit OR Genauigkeit OR Zwischenfall OR Verletzung OR Gefährdung ((pain OR complaint) AND ("lower extremity" OR "lower extremities" OR "lower limb" OR knee OR "knee joint" OR pelvis OR neck OR "neck muscles" OR "shoulder joint" OR shoulder OR back OR "low back" OR hip OR elbow OR "elbow joint" OR "upper limb" OR "upper extremities" OR arm OR "musculoskeletal system" OR "trigger points")) OR "neck pain" OR "shoulder pain" OR "low back pain" OR "back pain" OR "musculoskeletal disorders" OR "musculoskeletal pain" OR "muscular pain" OR "muscular diseases" OR "musculoskeletal systems" OR "cumulative trauma disorders" OR "tennis elbow" OR "patellofemoral pain" OR "myofascial pain" OR "patellofemoral pain syndrome" OR ((Schmerz OR Beschwerden) AND ("untere Extremitäten" OR "untere Gliedmaßen" OR Knie OR Kniegelenk OR Becken OR Genick OR Nackenmuskulatur OR Schultergelenk OR Schulter OR Rücken OR "unterer Rücken" OR Hüfte OR Ellbogen OR Ellbogengelenk OR "obere Gliedmaßen" OR "obere Extremitäten" OR Arm OR Muskelskelettsystem OR Triggerpunkte)) OR Genickschmerz OR Nackenschmerz OR Schulterschmerz OR "Schmerzen im unteren Rücken" OR Rückenschmerzen OR "muskuloskelettale Erkrankungen" OR "muskuloskelettale Schmerzen" OR Muskelschmerz OR Muskelerkrankungen OR Muskelskelettsystem OR "kumulative traumatische Erkrankung" OR Tennisarm OR "patellofemorale Schmerzen" OR "myofaszialer Schmerz" "cardiovascular diseases" OR "blood pressure" OR hypertension OR "coronary heart disease" OR "coronary disease" OR "cerebrovascular disorders" OR "angina pectoris" OR "car-diovascular death" OR "heart failure" OR atherosclerosis OR "myocardial infarctions" OR "heart disor-

der" OR "kardiovaskuläre Störungen" OR Blutdruck OR Hypertonie OR "koronare Herzkrankheiten" OR Hirngefäßstörungen OR Herzinfarkt OR Tod OR Herzversagen OR Atherosklerose OR Ateriosklerose

NOT

"Brain-Computer Interaction" OR BCI OR "automobile driving" OR driving OR rehabilitation OR care OR therapy OR surgery OR clinic* OR military OR "production line" OR manufacturing OR industrial OR automotive OR "blue collar" OR "assembly line" OR robot

KONTEXT

occupation OR occupational OR "employ*" OR "job-related" OR "work-related" OR industry OR industrial OR user OR office OR Beschäftigung OR arbeitsbezogen OR Job OR angestellt OR Industrie OR Nutzer OR Büro

Suchstring PubMed

UV

"software usability"[All Fields] OR computer software[MeSH Terms] OR software design*[MeSH Terms] OR user computer interface[MeSH Terms] OR interface design[All Fields] OR visualization[All Fields] OR dialogue[All Fields] OR computer input[All Fields] OR computer output[All Fields] OR screen[MeSH Terms] OR mouse[MeSH Terms] OR keyboard[All Fields] OR track ball[All Fields] OR tablet[MeSH Terms] OR touch screen[All Fields] OR scanner[All Fields] OR man machine system*[MeSH Terms] OR man-machine system*[MeSH Terms] OR human computer interaction[All Fields] OR process control[All Fields] OR supervisory control[All Fields] OR data display*[MeSH Terms] OR "information systems"[MeSH Terms] OR "decision support systems, management/organization and administration"[MeSH Terms] OR "automatic data processing/organization and administration"[MeSH Terms] OR "human engineering"[MeSH Terms]

AV

"mental health"[All Fields] OR "well-being"[All Fields] OR wellbeing[All Fields] OR workability[All Fields] OR "work ability"[All Fields] OR "happiness"[MeSH Terms] OR "positive affect"[All Fields] OR "positive emotions"[All Fields] OR "satisfaction with life"[All Fields] OR "life satisfaction"[All Fields] OR "work satisfaction"[All Fields] OR "job satisfaction"[All Fields] OR "quality of life"[All Fields] OR "affect"[MeSH Terms] OR "affect"[All Fields] OR "mood"[All Fields] OR "depressive disorder"[MeSH Terms] OR "depressive disorder"[All Fields] OR "depression"[All Fields] OR "depression"[MeSH Terms] OR "major depression"[All Fields] OR burnout[All Fields] OR "anxiety disorders"[All Fields] OR "somatoform disorders"[All Fields] OR "adjustment disorders"[All Fields] OR "stress disorders"[All Fields] OR "stress-related disorders"[All Fields] OR "stressor-related disorder"[All Fields] OR "sleep disorders"[All Fields] OR "depressive disorder"[All Fields] OR "depressive symptoms"[All Fields] OR depressiveness[All Fields] OR "dysthymic disorder"[All Fields] OR "depressive episode"[All Fields] OR "affective disorder"[All Fields] OR "affective symptoms"[All Fields] OR "mood disorder"[All Fields] OR "mental disorder"[All Fields] OR "mental illness"[All Fields] OR "psychiatric disorder"[All Fields] OR distress[All Fields] OR "substance-related disorders"[All Fields] OR "alcohol abuse"[All Fields] OR "drug abuse"[All Fields] OR "mental fatigue"[All Fields] OR "fatigue"[MeSH Terms] OR "fatigue"[All Fields] OR exhaustion[All Fields] OR "satiating"[MeSH Terms] OR "satiating"[All Fields] OR "mental satiation"[All Fields] OR "negative affect"[All Fields] OR irritation[All Fields] OR effort[All Fields] OR "irritable mood"[MeSH Terms] OR "irritable mood"[All Fields] OR "irritability"[All Fields] OR de-tachment[All Fields] OR "sick leave"[MeSH Terms] OR "motivation"[MeSH Terms] OR "motivation"[All Fields] OR "intrinsic motivation"[All Fields] OR "employee motivation"[All Fields] OR "job involvement"[All Fields] OR "occupational aspirations"[All Fields]

OR "organisational commitment"[All Fields] OR "organizational commitment"[All Fields] OR "labour turnover"[All Fields] OR "turnover intentions"[All Fields] OR "absenteeism"[MeSH Terms] OR "absentee-ism"[All Fields] OR performance[All Fields] OR "job performance"[All Fields] OR "employee efficiency"[All Fields] OR "employee productivity"[All Fields] OR "organisational effectiveness"[All Fields] OR "organizational effectiveness"[All Fields] OR "quality of service"[All Fields] OR error[All Fields] OR "false alarms"[All Fields] OR "accidents"[MeSH Terms] OR "accidents"[All Fields] OR vigilance[All Fields] OR "accuracy rate"[All Fields] OR incident[All Fields] OR "wounds and injuries"[MeSH Terms] OR "injury"[All Fields] OR hazard[All Fields] OR "cognition"[All Fields] OR "cognitive function*"[All Fields] OR "cognitive efficiency"[All Fields] OR "cognitive impairment"[All Fields] OR "memor*"[All Fields] OR "alzheimer"[All Fields] OR "dementia"[MeSH Terms] OR "forget*"[All Fields] OR "cognitive failure"[All Fields] OR "cognitive decline"[All Fields] OR "cognitive deterioration"[All Fields] OR "reasoning"[All Fields] OR "problem solving"[All Fields] OR "inhibition"[All Fields] OR "attention"[All Fields] OR "executive function*"[All Fields] OR "processing speed"[All Fields] OR "decision making"[All Fields] OR "alertness"[All Fields] OR ("pain"[MeSH Terms] OR "pain"[All Fields] OR complaint[All Fields]) AND ("lower extremity"[MeSH Terms] OR "lower extremity"[All Fields] OR "lower extremities"[All Fields] OR "lower limb"[All Fields] OR "knee"[MeSH Terms] OR "knee"[All Fields] OR "knee joint"[MeSH Terms] OR "knee joint"[All Fields] OR "pelvis"[MeSH Terms] OR "pelvis"[All Fields] OR "neck"[MeSH Terms] OR "neck"[All Fields] OR "neck muscles"[MeSH Terms] OR "shoulder"[MeSH Terms] OR "shoulder joint"[MeSH Terms] OR "shoulder"[All Fields] OR "back"[MeSH Terms] OR "back"[All Fields] OR "low back"[All Fields] OR "hip"[MeSH Terms] OR "hip"[All Fields] OR "elbow"[MeSH Terms] OR "elbow joint"[MeSH Terms] OR "upper limb"[All Fields] OR "upper extremity"[MeSH Terms] OR "upper extremities"[All Fields] OR "arm"[MeSH Terms] OR "arm"[All Fields] OR "musculoskeletal system"[MeSH Terms] OR "trigger points"[MeSH Terms])) OR "neck pain"[MeSH Terms] OR "shoulder pain"[MeSH Terms] OR "low back pain"[MeSH Terms] OR "back pain"[MeSH Terms] OR "musculoskeletal disorders"[All Fields] OR "musculoskeletal pain"[All Fields] OR "musculoskeletal pain"[MeSH Terms] OR "muscular pain"[All Fields] OR "muscular diseases"[All Fields] OR "muscular diseases"[MeSH Terms] OR "musculoskeletal systems"[All Fields] OR "cumulative trauma disorders"[All Fields] OR "cumulative trauma disorders"[MeSH Terms] OR "tennis elbow"[MeSH Terms] OR "tennis elbow"[All Fields] OR "patellofemoral pain"[All Fields] OR "myofascial pain"[All Fields] OR "patellofemoral pain syndrome"[All Fields] OR "patellofemoral pain syndrome"[MeSH Terms] OR "cardiovascular diseases"[All Fields] OR "blood pressure"[All Fields] OR "hypertension"[MeSH Terms] OR "coronary heart disease"[All Fields] OR "coronary disease"[All Fields] OR "cerebrovascular disorders"[All Fields] OR "angina pectoris"[All Fields] OR "cardiovascular death"[All Fields] OR "heart failure"[All Fields] OR "atherosclerosis"[MeSH Terms] OR "myocardial infarction"[All Fields] OR "heart disorder"[all fields] OR "gastrointestinal diseases"[MeSH Terms] OR "gastrointestinal diseases"[All Fields] OR "irritable bowel syndrome"[MeSH Terms] OR "abdominal pain"[MeSH Terms] OR "abdominal pain"[All Fields] OR "gastritis"[MeSH Terms] OR "gastrointestinal complaints"[All Fields] OR "limb pain"[All Fields] OR "joint pain"[All Fields] OR "arthralgia"[MeSH Terms] OR "muscle tonus"[MeSH Terms] OR "muscle to-nus"[All Fields] OR "muscle tension"[All Fields] OR tension[all fields] OR "psychophysiologic disorders"[MeSH Terms] OR "psychophysiologic disorders"[All Fields] OR "psychosomatic disorder"[All Fields] OR "psychosomatic complaints"[All Fields] OR "somatoform disorders"[MeSH Terms] OR "somatoform disorders"[All Fields] OR "sick building syndrome"[MeSH Terms] OR "sick building syndrome"[All Fields] OR "headache"[MeSH Terms] OR "headache"[All Fields] OR "sleep disorders"[MeSH Terms] OR "sleep disorders"[All Fields] OR "asthenia"[All Fields] OR "tinnitus"[MeSH Terms] OR "tinnitus"[All Fields] OR "hearing loss"[MeSH Terms] OR "hearing loss"[All Fields] OR "unspecific symptoms"[All Fields] OR "nonspecific symp-

toms"[All Fields] OR "nonspecific pain"[All Fields] OR discomfort[All Fields] OR "unspecific complaints"[all fields] OR "nonspecific complaints"[all fields] OR "chronic pain"[MeSH Terms] OR "chronic complaints"[all fields] OR "respiration disorders"[MeSH Terms] OR "respiratory diseases"[All Fields] OR "skin symptoms"[all fields] OR "eye pain"[MeSH Terms]

NOT

"clinic*"[All Fields] OR "therapy"[All Fields] OR "therapeutics"[MeSH Terms] OR "driving"[All Fields] OR "automobile driving"[MeSH Terms] OR "BCI"[All Fields] OR "Brain Computer Interaction"[All Fields] OR "rehabilitation"[All Fields] OR "rehabilitation"[MeSH Terms] OR "care"[All Fields] OR "pharma*"[All Fields] OR "general surgery"[MeSH Terms] OR "surgery" OR "military" OR "production line"[All Fields] OR "assembly line"[All Fields] OR manufacturing[All Fields] OR automotive[All Fields]

KONTEXT

"office"[All Fields] OR "worker"[All Fields] OR "occupations"[MeSH Terms] OR occupation*[All Fields] OR "employ"[All Fields] OR "job-related"[All Fields] OR "work-related"[All Fields] OR "industry"[MeSH Terms] OR "industry"[All Fields] OR "industrial"[All Fields] OR "user"[All Fields]

9. Literatur zum Arbeitsbedingungsfaktor Mensch-Rechner-Interaktion im Büro

9.1. Literaturliste „Allgemein“

- Adler, M., Herrmann, H.-J., Koldehoff, M., Meuser, V., Scheuer, S., Müller-Arnecke, H., Windel, A., Bleyer, T. (2010): *Ergonomiekompandium – Anwendung Ergonomischer Regeln und Prüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten*. Dortmund: BAu-ABildschirmarbeitsverordnung – BildscharbV: Verordnung über Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit an Bildschirmgeräten vom 04.12.1996, zuletzt geändert am 18.12.2008
- Chen, H.-M. & Leung, C. T. (2007). The effects on forearm and shoulder muscle activity in using different slanted computer mice. *Clinical biomechanics*, 22, 518-523
- DGUV Information 215-410 (vormals BGI 650): *Bildschirm- und Büroarbeitsplätze – Leitfa-den für die Gestaltung*; VBG, Version 2.0/2012-08 (ersetzt Ausgabe von 2007)
- DIN EN ISO 26800:2011-11: *Ergonomie – Genereller Ansatz, Prinzipien und Konzepte*
- Strauss, F., Beck, A., Dahm, M., Hamborg, K.-C., Heers, R., & Heinecke, A.M. (2006). *Curriculum für ein Basismodul zur Mensch-Computer-Interaktion*. Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), http://www.gi-ev.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/GI-Empfehlung_MCI-Basismodul2006.pdf, letzter Zugriff am 17.11.2015
- .

9.2. Literaturliste „Softwaregestaltung“

- Akgun, M., Cagiltay, K., & Zeyrek, D. (2010). The effect of apologetic error messages and mood states on computer users' self-appraisal of performance. *Journal of Pragmatics*, 42(9), 2430-2448.
- Banerjee, J. & Bhattacharyya, M. (2011). Selection of the optimum font type and size interface for on-screen reading by young adults: an ergonomic approach. *J. Hum. Ergol.*, 40, 47-62.
- Birdi, K. S., & Zapf, D. (1997). Age differences in reactions to errors in computer-based work. *Behaviour & Information Technology*, 16(6), 309-319.
- Branaghan, R. J., & Sanchez, C. A. (2009). Feedback preferences and impressions of waiting. *Human Factors*, 51(4), 528-538.
- Bröhl, Ch., Bützler, N., Jochems, N. & Schlick, Ch. (2013). Icon Design for Older Users of Project Management Software. In: M. Kurosu (Ed.): *Proceedings to the 15th International Conference*, HCI International 2013, Las Vegas, NV, USA, July 21–26, 2013.
- Bröhl, C., Bützler, J., Mayer, M.-Ph., & Schlick, Ch.-M. (2013). Altersdifferenzierte Analyse und Bewertung von Projektmanagement Software hinsichtlich softwareergonomischer Gestaltung. In: GfA (Hrsg.): *Chancen durch Arbeits-, Produkt- und Systemgestaltung*. Tagungsband (S. 661-664).
- Chan, H. C., Tan, B. C. Y., & Wei, K.-K. (1999). Three important determinants of user performance for database retrieval. *International Journal of Human-Computer Studies*, 51(5), 895-918.
- Chan, H. C., Wei, K. K., & Siau, K. L. (1995). The effect of a database feedback system on user performance. *Behaviour & Information Technology*, 14(3), 152-162.

- Chen, J., & Proctor, R. W. (2013). Response-effect compatibility defines the natural scrolling direction. *Hum Factors*, 55(6), 1.112-1.129.
- Cherry, J. M., Fischer, M. J., Fryer, B. M., & Steckham, M. J. (1989). Modes of presentation for on-line help: Full screen, split screen and windowed formats. *Behaviour & Information Technology*, 8(6), 405-416.
- Cockburn, A., & Gutwin, C. (2009). A predictive model of human performance with scrolling and hierarchical lists. *Human-Computer Interaction*, 24(3), 273-314.
- Davis, J. M., & Tuttle, B. M. (2013). A heuristic–systematic model of end-user information processing when encountering IS exceptions. *Information & Management*, 50(2-3), 125-133.
- DIN EN ISO 9241-11: 1999-01: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit, Leitsätze*
- DIN EN ISO 9241-12: 2000-08: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 12: Informationsdarstellung*
- DIN EN ISO 9241-13: 2000-08: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 13: Benutzerführung*
- DIN EN ISO 9241-14: 2000-12: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 14: Dialogführung mittels Menüs*
- DIN EN ISO 9241-15: 1999-08: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 15: Dialogführung mittels Kommandosprachen*
- DIN EN ISO 9241-16: 2000-03: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation*
- DIN EN ISO 9241-110: 2008-09: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung*
- DIN EN ISO 9241-143: 2000-03: *Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten: Teil 143: Formulardialoge*
- Dizmen, C., Hoffmann, E. R., & Chan, A. H. (2014). Movement time to edge and non-edge targets. *Ergonomics*, 57(1), 130-135.
- Djamasbi, S., & Loiacono, E. T. (2008). Do men and women use feedback provided by their decision support systems (DSS) differently? *Decision Support Systems*, 44(4), 854-869.
- Dutke, S. (1994). Error handling: Visualisations in the human-computer interface and exploratory learning. *Applied Psychology: An International Review*, 43(4), 521-541.
- Eischeid, T. M. & Scerbo M. W.(2002). Perceptual cues and subjective organization in a virtual information workspace. (63), *ProQuest Information & Learning*, US.
- Farris, J. S., Jones, K. S., & Anders, B. A. (2002). Factors affecting the usefulness of impenetrable interface element borders. *Hum Factors*, 44(4), 578-591.
- Fleury, S., & Jamet, É. (2014). Facilitating the comparison of multiple visual items on screen: The example of electronic architectural plan correction. *Applied Ergonomics*, 45(3), 601-607.

- Fleury, S., & Jamet, É. (2015). Supervised automatic interpretation of technical documents: When interruption is a time saver. *Perceptual and Motor Skills*, 120(1), 67-83.
- Galinsky, T. L., Schleifer, L. M., & Pan, C. S. (1995). The influence of performance standards and feedback on speed and accuracy in an electronically monitored data-entry task. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 25-36.
- Hamborg, K.-C. (1996). Zum Einfluß der Komplexität von Software-Systemen auf Fehler bei Computernovizen und Experten. [The effect of complexity of software systems on errors for computer novices and experts.] *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 40(1), 3-11.
- Jacko, J. A., Salvendy, G., & Koubek, R. J. (1995). Modelling of menu design in computerized work. *Interacting with Computers*, 7(3), 304-330.
- Kim, T. G., Lee, J. H., & Law, R. (2008). An empirical examination of the acceptance behaviour of hotel front office systems: An extended technology acceptance model. *Tourism Management*, 29(3), 500-513.
- Klein, J., Moon, Y., & Picard, R. W. (2002). This computer responds to user frustration: Theory, design, and results. *Interacting with Computers*, 14(2), 119-140.
- Koenemann, J. (1996). Relevance feedback: Usage, usability, utility. (57), *ProQuest Information & Learning*, US.
- Kraan, K. O., Dhondt, S., Houtman, I. L. D., Batenburg, R. S., Kompier, M. A. J., & Taris, T. W. (2014). Computers and types of control in relation to work stress and learning. *Behaviour & Information Technology*, 33(10), 1.013-1.026.
- Lazar, J., Jones, A., & Shneiderman, B. (2006). Workplace user frustration with computers: An exploratory investigation of the causes and severity. *Behaviour & Information Technology*, 25(3), 239-251.
- Martin, M. P., & Fuerst, W. L. (1987). Using computer knowledge in the design of interactive systems. *International Journal of Man-Machine Studies*, 26(3), 333-342.
- Maxion, R. A., & Reeder, R. W. (2005). Improving user-interface dependability through mitigation of human error. *International Journal of Human-Computer Studies*, 63(1-2), 25-50.
- McFarlane, D. C. (2002). Comparison of Four Primary Methods for Coordinating the Interruption of People in Human-Computer Interaction. *Human-Computer Interaction*, 17(1), 63-139.
- Meyer, J., Shinar, D., Bitan, Y., & Leiser, D. (1996). Duration estimates and users' preferences in human-computer interaction. *Ergonomics*, 39(1), 46-60.
- Miller, L. A., & Stanney, K. M. (1997). The effect of pictogram-based interface design on human-computer performance. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 9(2), 119-131.
- Monnickendam, M., Savaya, R., & Waysman, M. (2007). Targeting implementation efforts for maximum satisfaction with new computer systems: Results from four human service agencies. *Computers in Human Behavior*, 24(4), 1.724-1.740.
- Müsseler, J., Meinecke, C., & Döbler, J. (1996). Complexity of user interfaces: Can it be reduced by a mode key? *Behaviour & Information Technology*, 15(5), 291-300.

- Nakatsu, R. T., & Benbasat, I. (2006). Designing Intelligent Systems to Handle System Failures: Enhancing Explanatory Power With Less Restrictive User Interfaces and Deep Explanations. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 21(1), 55-72.
- Partala, T., & Surakka, V. (2004). The effects of affective interventions in human-computer interaction. *Interacting with Computers*, 16(2), 295-309.
- Schleifer, L. M., Galinsky, T. L., & Pan, C. S. (1996). Mood disturbance and musculoskeletal discomfort effects of electronic performance monitoring in a vdt data-entry task. In: S. L. Sauter, L. R. Murphy, S. L. Sauter & L. R. Murphy (Eds.): *Organizational risk factors for job stress*. (pp. 195-203). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Schneider, N., Wilkes, J., Grandt, M., & Schlick, Ch.-M. (2008). Altersdifferenzierte Gestaltung der MRI oder „Design for All“? In: GfA (Hrsg.): *Produkt- und Produktions-Ergonomie. Tagungsband* (S. 103-106).
- Schneider, N., Vetter, S., Kausch, B., & Schlick, Ch.-M. (2009). Altersdifferenzierte Untersuchung zur ergonomischen Anpassung der Schriftgröße bei alternden Computernutzern. In: GfA (Hrsg.): *Arbeit, Beschäftigungsfähigkeit und Produktivität. Tagungsband* (S.157-160).
- van der Meij, H., & Lazonder, A. W. (1993). Assessment of the minimalist approach to computer user documentation. *Interacting with Computers*, 5(4), 355-370.
- Weber, F., Haering, C., & Thomaschke, R. (2013). Improving the human-computer dialogue with increased temporal predictability. *Hum Factors*, 55(5), 881-892.
- Webster, J., Trevino, L. K., & Ryan, L. (1993). The dimensionality and correlates of flow in human-computer interactions. *Computers in Human Behavior*, 9(4), 411-426.
- Wenger, M. J. (1991). On the rhetorical contract in human-computer interaction. *Computers in Human Behavior*, 7(4), 245-262.

9.3. Literaturliste „Ein- und Ausgabegeräte“

- Benedetto, S., Carbone, A., Drai-Zerbib, V., Pedrotti, M., & Baccino, T. (2014). Effects of luminance and illuminance on visual fatigue and arousal during digital reading. *Computers in Human Behavior*, 41, 112-119.
- Camilleri, M. J., Malige, A., Fujimoto, J., & Rempel, D. M. (2013). Touch displays: the effects of palm rejection technology on productivity, comfort, biomechanics and positioning. *Ergonomics*, 56/12, 1.850-1.862
- Casali, S. P., Williges, B. H., & Dryden, R. D. (1990). Effects of recognition accuracy and vocabulary size of a speech recognition system on task performance and user acceptance. *Human Factors*, 32(2), 183-196.
- Casiez, G., Vogel, D., Balakrishnan, R., & Cockburn, A. (2008). The impact of control-display gain on user performance in pointing tasks. *Human-Computer Interaction*, 23(3), 215-250.
- Chi, C. F., & Lin, Y. H. (2009). Effects of using a screen filter on call center workers' visual fatigue measurement. *Percept Mot Skills*, 108(1), 229-238.
- DeHaemer, M. J., Wright, G., & Dillon, T. W. (1994). Automated speech recognition for spreadsheet tasks: Performance effects for experts and novices. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 6(3), 299-318.

- De Korte, E. M., & Van Lingen, P. (2006). The effect of speech recognition on working postures, productivity and the perception of user friendliness. *Appl Ergon*, 37(3), 341-347.
- De Korte, E. M., De Kraker, H., Bongers, P. M., & Van Lingen, P. (2008). Effects of a feedback signal in a computer mouse on movement behaviour, muscle load, productivity, comfort and user friendliness. *Ergonomics*, 51(11), 1.757-1.775.
- De Kraker, H., De Korte, E. M., Van Mil, F. L., Rijs, B. P., & Bongers, P. M. (2008). The effect of a feedback signal in a computer mouse on hovering behaviour, productivity, comfort and usability in a field study. *Ergonomics*, 51(2), 140-155.
- DIN EN ISO 9241-154: 2013-05: *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 154: Sprachdialogsysteme* (ISO 9241-154:2013); Deutsche Fassung EN ISO 9241-154:2013
- Hatta, T. I., Yoshida, H., Kawakami, A., & Okamoto, M. (2002). Color of computer display frame in work performance, mood, and physiological response. *Percept Mot Skills*, 94(1), 39-46.
- Hertzum, M., & Hornbæk, K. (2010). How age affects pointing with mouse and touchpad: A comparison of young, adult, and elderly users. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 26(7), 703-734.
- Hone, K. S., & Baber, C. (2001). Designing habitable dialogues for speech-based interaction with computers. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(4), 637-662.
- Jung, K. (2014). Effects of slanted ergonomic mice on task performance and subjective responses. *Appl Ergon*, 45(3), 450-455.
- Karl, L. R., Pettey, M., & Shneiderman, B. (1993). Speech versus mouse commands for word processing: An empirical evaluation. *International Journal of Man-Machine Studies*, 39(4), 667-687.
- Keller Chandra, S., Hoehne-Hückstädt, U. & Ellegast, R. (2008). BGIA-Report 3/2008: *Ergonomische Anforderungen an Eingabemittel für Geräte der Informationstechnik*. Sankt Augustin: DGUV.
- Khan, Z. A., & Rizvi, S. A. (2009). A study on the effect of human laterality, type of computer and noise on operators' performance of a data entry task. *Int J Occup Saf Ergon*, 15(1), 53-60.
- Kim, J. W., & Ritter, F. E. (2014). Learning, forgetting, and relearning for keystroke- and mouse-driven tasks: Relearning is important. *Human-Computer Interaction*, 30(1), 1-33.
- Kim, J. H., Aulck, L., Bartha, M. C., Harper, C. A., & Johnson, P. W. (2014). Differences in typing forces, muscle activity, comfort, and typing performance among virtual, notebook, and desktop keyboards. *Appl Ergon*, 45(6), 1.406-1.413.
- Le Bigot, L., Rouet, J.-F., & Jamet, E. (2007). Effects of speech- and text-based interaction modes in natural language human-computer dialogue. *Human Factors*, 49(6), 1.045-1.053.
- Marcial, L. H. (2013). Moving beyond the desktop: Searching for information with limited display size. (74), *ProQuest Information & Learning*, US. (Dissertation).

- McLoone, H. E., Jacobson, M., Clark, P., Opina, R., Hegg, C., & Johnson, P. (2009). Design and evaluation of a curved computer keyboard. *Ergonomics*, 52(12), 1.529-1.539.
- Murray, A. C., Jones, D. M., & Frankish, C. R. (1996). Dialogue design in speech-mediated data-entry: The role of syntactic constraints and feedback. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(3), 263-286.
- Oetjen, S., & Ziefle, M. (2009). A visual ergonomic evaluation of different screen types and screen technologies with respect to discrimination performance. *Appl Ergon*, 40(1), 69-81.
- Pereira, A. L. (2013). Computer input devices: Design for well-being and productivity. (75), *ProQuest Information & Learning*, US. (Dissertation).
- Shin, G., & Zhu, X. (2011). User discomfort, work posture and muscle activity while using a touchscreen in a desktop PC setting. *Ergonomics*, 54(8), 733-744.

10. Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Ein- und Ausschlusskriterien für die Aufnahme der Artikel ins Gutachten.....	13
Tab. 2	Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Informationsdarstellung und den Outcomes.....	18
Tab. 3	Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Dialoggestaltung und den Outcomes	19
Tab. 4	Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Benutzerführung und den Outcomes	19
Tab. 5	Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Dialogführung und den Outcomes	19
Tab. 6	Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal physikalische Eingabegeräte und den Outcomes	28
Tab. 7	Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Displays und den Outcomes	31
Tab. 8	Übersicht über die Studien zum Zusammenhang zwischen dem Merkmal Sprachdialogsysteme und den Outcomes.....	32

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Entwicklung der Datenbasis für die Erstellung des Scoping Reviews	14
Abb. 2	Zusammenhang zwischen Informationsdarstellung, Dialoggestaltung und Gebrauchstauglichkeit.....	17