

**DISSERTATION**

**PERSONALISIERUNG VON  
TECHNISCHEN  
MASCHINENBENUTZUNGS-  
OBERFLÄCHEN AUF GRUNDLAGE EINER  
ERWEITERTEN ANALYSEPHASE**

Vom Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik  
der Technischen Universität Kaiserslautern  
zur Verleihung des akademischen Grades  
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)  
genehmigte Dissertation

Vorgelegt von  
**Diplom-Wirtschaftsingenieur Nancy Thiels**  
aus Saarlouis

Tag der mündlichen Prüfung: 04.04.2008

Dekan: Professor Dr.-Ing. Jan C. Aurich

**Promotionskommission:**

Vorsitzender: Professor Dr.-Ing. habil. Dietmar Eifler  
1. Berichterstatter: Professor Dr.-Ing. Detlef Zühlke  
2. Berichterstatter: Professor Dr. phil. habil. Stephan Dutke



## Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Arbeitsgruppe „Mensch-Maschine-Interaktion“ (ZMMI) am Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern und als Researcher am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH.

Grundlage für die Arbeit ist eine Vielzahl von industriellen Beratungsprojekten im Bereich der Bediensystementwicklung, die ich in meiner Zeit am ZMMI durchführen konnte. Für die Möglichkeit, neben den inhaltlichen Kompetenzen meine Fähigkeiten im Projektmanagement und in der Kommunikation zu schulen, möchte ich mich ganz besonders bei Herrn Professor Zühlke bedanken. Diese Erfahrungen und Kompetenzen sind für meine berufliche Zukunft sehr wertvoll gewesen. Darüber hinaus war er durch seine jahrelange Unterstützung maßgeblich am Gelingen dieser Arbeit und an meiner persönlichen Entwicklung beteiligt. Für die Unterstützung bei der Entwicklung der initialen Idee dieser Arbeit möchte ich mich bei Frau Junior Professor Röse bedanken. Herrn Professor Dutke danke ich sehr für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse, das schon während der Erarbeitung der Grundlagen dieser Arbeit bestand, sowie für die Erstellung des Zweitgutachtens. Ebenso danke ich herzlich Herrn Professor Eifler für die Übernahme des Vorsitzes der Promotionskommission.

Mein Dank gilt allen jetzigen und ehemaligen Kollegen für das angenehme Arbeitsklima und die produktive Zusammenarbeit. An dieser Stelle besonders hervorheben möchte ich Herrn Dirk Ziegeler, der mir seit Beginn meiner Zeit am ZMMI ein sehr guter Mentor war und bis heute ein guter Freund ist. Herrn Dr. Alexander Bödcher möchte ich für seine kollegialen und fachlichen Ratschläge während unserer gemeinsamen Zeit am ZMMI und darüber hinaus danken. Mit meinem ehemaligen Bürokollegen Björn Braun verbinden mich sehr hilfreiche Diskussionen „zwischen durch“, die mir Unterstützung in unzähligen Details der Arbeit bereiteten. Dr. Jochen Schlick hat mich bei strukturellen und generellen Fragestellungen meiner Arbeit unterstützt; ebenso wie Herr Rüdiger Schockert, der durch seine fachliche Unabhängigkeit beim Feinschliff der Arbeit geholfen hat. Weiterhin möchte ich den beteiligten Studienarbeiter danken, von denen ich stellvertretend Frau Theresa Maxeiner hervorhebe. In diesem Zusammenhang möchte ich mich besonders bei Charlotte Anspach bedanken, die in ihrer Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft mir jahrelange Unterstützung bot.

Mehr als nur Dank gebührt an dieser Stelle meinen Eltern, die mich seit Jahren in allen Lebenslagen und bei wichtigen Entscheidungen unterstützen, fördern und bestärken. Besonderer Dank gilt meinem Freund Frank Balle, der mir immer Zuspruch gegeben und mich in den entscheidenden Phasen der Erstellung dieser Arbeit unterstützt hat.

Wallerfangen, im April 2008

*Nancy Thiels*







## Summary

Due to the rising complexity of technical systems and the amount of available information, people are overstrained. They are exposed to many functions, tasks and information so that it is necessary to support them by simplifying user interfaces. This should be done not only by using usability-methods and user groups for the development of user interfaces, but also and especially by the personalisation of user interfaces. Personalisation leads directly to the reduction of complexity and finally to the decrease of the amount of available information for users. The reduction of people's possibilities and choices in this context leads to a concentration on their main work focus. It supports them in their work and in solving their problems. As users become more and more particular, they will concentrate and focus on those user interfaces, which can be used with a minimal learning process in the future. At least at this point, user interface developers must rethink to be able to serve the needs and desires of their customer, namely the later user. The best way of doing this is to personalise user interfaces, whereas the highest efficiency can be reached in this case, when taking into account the user's preferences concerning the structuring and design of user interfaces. The consequence of this would be the reduction of time interacting with a user interface, because users know exactly what to do and where to find it within the user interface. This leads to more available time to think about their tasks and the resulting problems. Therefore the thoroughness of users can be enhanced. Finally the gap between effectiveness and thoroughness can be reduced which enables users to spend more time in choosing their actions and reactions. Another argument for the personalisation of user interfaces is the fact that users have to be able to handle more and more interfaces in less time due to rationalisation these days. The user can be enabled to meet this demand by personalising her/his user interface due to the reduction of the work load.

Personalisation of user interfaces in the capital product industry is limited to the formerly mentioned user groups. Although great advantages have been achieved by the implementation of personalisation in commercial products i.e. mobile phones, personalisation is still not applied in this extent in the capital product industry. The adjustment of technical user interfaces to different cultures, which goes beyond linguistical adjustments, is unfortunately only partly transferred into industrial environments.

User interfaces are traditionally designed by developers, who generate these user interfaces on the basis of their understanding of the functionality of technical devices. According to this understanding in fact more and more requirements of users and their procedures to solve their problems or to fulfil their tasks are integrated within the development process of user interfaces. Nevertheless still only one user interface results at the end of the development process for a lot of users. Individual user-orientated

preferences are not considered. Because of the success of personalised products within different industrial sectors and because of the ambition of people to identify themselves with a user interface, personalised technical user interfaces lead to a higher user satisfaction.

Based on the traditional user interface development this thesis concentrates on the users' specific personalisation of user interfaces within the production environment. Users' preferences on the structuring and design of user interfaces form the basis for the personalisation concept. Because of these preferences several user interfaces result for a single system. Therefore user satisfaction is improved as well as the amount of errors and usage time is reduced by handling personalised user interfaces.

To implement the personalisation of user interfaces, it is required to state the foundation of human-machine-interaction in chapter two. This leads to the useware development process, which can be seen as a basis for the development of personalised technical user interfaces. To personalise user interface it is necessary to describe user attributes and preferences as well as methods of collecting data to derive these attributes and preferences concerning user interface development. In the final part of chapter two, research in the field of personalisation concepts, especially concerning the design of user interfaces, is exposed. Deriving from these basics of human-machine-interaction the assignment and the aims of this thesis are set out in chapter three.

Chapter four determines the personalisation for the capital goods industry and the definition of q-personas for this thesis forming the basis to develop personalised technical user interfaces. Furthermore specific q-personas for the production environment are generated. The description of these q-personas leads to development of personalised technical user interfaces for this environment. These user interfaces form the basis for the analysis of the consequences of the personalisation of user interfaces for capital products.

Within chapter five the practical application of these personalised technical user interfaces will be verified by usability tests, which leads to the impact of the personalisation on the usage and of user interfaces. Consequently the transferability to other user interfaces within the production environment will be proved by applying the similar usability tests than before. The integration of the personalisation into the useware development process will be given in chapter six. The influences of the personalisation on each phase of the useware process will be explained. This leads to the extension of the original useware development process with regard to the generation of personalised technical user interfaces. Therefore it is possible to develop efficiently personalised user interfaces by the one-time application of this extended useware process, instead of applying the original useware process several times to derive personalised user interfaces. Finally an outlook and a summary conclude this thesis.





## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Benutzungsoberflächenentwicklung.....</b>	<b>4</b>
2.1	Mensch-Maschine-Interaktion .....	4
2.2	Ueware-Entwicklung .....	8
	2.2.1 Nutzergerechte Produktentwicklung.....	8
	2.2.2 Ueware-Entwicklungsprozesse.....	9
2.3	Der Nutzer als Ausgangsbasis für die Benutzungsoberflächenentwicklung .....	15
	2.3.1 Allgemeine menschliche Fähigkeiten .....	16
	2.3.2 Nutzeranalyse .....	21
	2.3.2.1 Analysemethoden.....	21
	2.3.2.2 Methoden zur Beschreibung von Nutzern.....	25
	2.3.3 Individuelle Nutzermerkmale und deren Erhebungsmethoden .....	32
	2.3.4 Präferenzen zur Informationsvisualisierung.....	33
	2.3.5 Präferenzen zur Informationsstrukturierung .....	36
2.4	Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen .....	41
	2.4.1 Begriffsdefinitionen.....	41
	2.4.2 Vorgehensweise bei der Personalisierung von Systemen .....	43
	2.4.3 Anwendungen von Personalisierungsansätzen .....	45
	2.4.4 Bewertung der vorgestellten Personalisierungsansätze .....	47
<b>3</b>	<b>Problemstellung und Zielsetzung.....</b>	<b>50</b>
3.1	Problemstellung.....	50
3.2	Zielsetzung .....	52
3.3	Vorgehensweise .....	53

---

<b>4</b>	<b>Personalisierung von Benutzungsoberflächen.....</b>	<b>55</b>
4.1	Personalisierungskriterien .....	55
4.1.1	Angezeigte Informationen.....	56
4.1.2	Darstellungsart des Systems .....	58
4.1.3	Strukturierung der Informationen .....	60
4.2	Personalisierungskonzept .....	61
4.2.1	Grundsätze der Personalisierung technischer Benutzungsoberflächen.....	61
4.2.2	Nutzereigenschaften.....	63
4.2.3	Gestaltungspräferenzen .....	65
4.2.4	Strukturierungspräferenzen .....	67
4.2.5	Q-Personas .....	67
4.3	Empirische Konkretisierung des Personalisierungskonzepts zur Personalisierung von Benutzungsoberflächen im produktionstechnischen Bereich.....	69
4.3.1	Vorbereitungen zur empirischen Erhebung der Personalisierungskriterien .....	69
4.3.2	Empirische Ermittlung der Grundlage zur Herleitung der branchenspezifischen Q-Personas .....	76
4.3.3	Empirische Herleitung der produktionsspezifischen Q-Personas .....	87
4.4	Bewertung des Personalisierungskonzeptes .....	91
<b>5</b>	<b>Empirische Überprüfung der Auswirkungen der Personalisierung auf die Benutzung .....</b>	<b>93</b>
5.1	Umsetzung der erhobenen Q-Personas.....	93
5.1.1	Personalisierung der Oberflächen .....	93
5.1.2	Einordnung von Nutzern in Q-Personas .....	97
5.1.3	Methoden zur Nutzereinordnung .....	98
5.1.4	Ablauf des Usability-Tests .....	99
5.1.5	Auswertung .....	100

5.1.6	Bewertung der Ergebnisse des ersten Usability-Tests .....	103
5.2	Empirische Überprüfung der Übertragbarkeit der Q-Personas .....	104
5.2.1	Personalisierung der Oberflächen .....	104
5.2.2	Ablauf des Usability-Tests .....	107
5.2.3	Auswertung .....	108
5.2.4	Bewertung der Ergebnisse des zweiten Usability-Tests .....	111
5.3	Inhaltsübergreifende Auswertung der durchgeführten Usability-Tests .....	112
5.4	Bewertung der Auswirkungen des Personalisierungskonzeptes .....	114
<b>6</b>	<b>Integration der Personalisierung in den Useware- Entwicklungsprozess .....</b>	<b>116</b>
6.1	Prozessintegration .....	116
6.2	Analyse .....	118
6.3	Strukturgestaltung .....	122
6.4	Gestaltung .....	127
6.5	Realisierung .....	128
6.6	Evaluierung im Prozess .....	129
6.7	Bewertung der Integration des Personalisierungskonzeptes in den Useware-Entwicklungsprozess .....	129
<b>7</b>	<b>Bewertung und Ausblick .....</b>	<b>131</b>
7.1	Bewertung .....	131
7.2	Ausblick .....	133
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>135</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>137</b>
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>146</b>
10.1	Arten von Fragebögen .....	146
10.2	Eingesetzte Fragebögen .....	147
10.2.1	Fragebogen zu Nutzereigenschaften .....	147
10.2.2	Fragebogen gestalterische Präferenzen .....	151

10.2.3	Aufgabenkatalog für Systemstests .....	157
10.2.4	Systemtest-Bogen .....	158
10.2.5	Interview- / Teach-Back-Bogen.....	159
10.3	Versuchsplan und Systembewertung .....	159
10.4	Korrelationen zwischen unabhängigen Variablen .....	161
10.5	Regressionsanalyse .....	161
10.5.1	Performance als abhängige Variable .....	161
10.5.2	Bewertung als abhängige Variable .....	163
10.6	Ergebnis der Persona-Analyse.....	164
10.7	Usability-Test I .....	169
10.7.1	Fragebögen zur Einordnung .....	169
10.7.2	Unabhängige Bewertung der Lernsysteme .....	174
10.7.3	Aufgaben zum ersten Usability-Test .....	175
10.7.4	Permutationsplan.....	177
10.7.5	Interview zur Lernsystembewertung .....	177
10.7.6	Personaspezifische Auswertung des KUT-Fragebogens .....	178
10.7.7	Personaspezifische Auswertung des AttrakDiff-Fragebogens.....	179
10.8	Usability-Test II .....	181
10.8.1	Aufgaben zum zweiten Usability-Test .....	181
10.8.2	Permutationsplan.....	183
10.8.3	Interview zur Lernsystembewertung .....	184
10.8.4	Personaspezifische Auswertung des AttrakDiff-Fragebogens.....	184
10.9	Ergebnisse der Gesamtbewertungen der personalisierten und des neutralen Lernsystems .....	187
<b>Lebenslauf.....</b>		<b>189</b>



# 1 Einleitung

Schon heutzutage ist die Personalisierung von technischen Systemen sehr begehrt: angefangen bei kommerziellen Produkten wie Handys und Smart Phones, über Webseiten, die sich bezüglich ihrer Gestaltung verändern lassen, bis hin zu Internetportalen, die durch ihre automatischen Anpassungen mittels Algorithmen eine Steigerung des kommerziellen Erfolgs der dargebotenen Produkte erzielen wollen. Bei einer nutzerinitiierten Personalisierung von technischen Geräten ist die eigene Abgrenzung von anderen Menschen ein angestrebtes Ziel, das mit der Personalisierung einhergeht [Blo02a]. Menschen ist es wichtig, sich von anderen zu unterscheiden und ihre persönlichen Gegenstände und Geräte wie etwa ihre Wohnung und darin befindliche Räume oder ihren Computer nach ihrem Geschmack zu gestalten. Dadurch konnte auch die Individualisierung der Arbeitsbedingungen als Teil der Arbeitsplatzgestaltung erfolgreich in der Arbeitswissenschaft eingesetzt werden [Hor06]: Nachweisliche Vorteile wie etwa eine höhere Selbstverwirklichung oder eine Reduktion der Arbeitsbelastung führen zu neuen Konzepten, die individuelle Gestaltungsansätze berücksichtigen. Auch bei der Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen wird in der ISO 9241 - 110 [DIN9241-110] festgeschrieben, dass diese individualisierbar sein sollten.



Abbildung 1 Personalisierung am Beispiel von Handys nach [Blo02a]

Die Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen im Investitionsgüterbereich beschränkt sich heutzutage auf eine Nutzergruppenanpassung für bestimmte Aufgabenbereiche; teilweise wird eine Anpassung der Oberflächen durch die Nutzer selbst in geringem Umfang ermöglicht. Trotz des Erfolges der Produkte im Konsumgüterbereich hat eine umfangreichere Personalisierung noch keinen Einzug in die Benutzungsoberflächengestaltung der Investitionsgüterindustrie gefunden. Lediglich die Anpassung technischer Benutzungsoberflächen an unterschiedliche Kulturen, die über eine reine sprachliche Anpassung hinausgeht, wird teilweise in der Praxis schon berücksichtigt [Thi07c]. Gründe für

fehlende Personalisierungsmöglichkeiten sind der erhöhte Kostenaufwand zur Bereitstellung der Personalisierung. Damit einher geht die mangelnde Kenntnis der Vorteilhaftigkeit der Personalisierung bezüglich der Bedienung technischer Systeme in der Investitionsgüterindustrie.

Im heutigen Zeitalter drängt sich eine Personalisierung technischer Systeme durch eine immer weiter ansteigende Informationsflut, der Nutzer ausgesetzt sind und die sich ihnen bieten, beinah auf. Durch die Realisierung von personalisierungsbedingten Anpassungen – durch Nutzer selbst oder vom System – entsteht ein enormes Potenzial zur Optimierung der Benutzung von technischen Geräten: Zeitersparnisse durch Beschränkung der Informationen auf gewünschte Bereiche und Aufbereitung des Inhalts in favorisierten Strukturen, Gefallen und Spaß der Nutzer am Aussehen, an der Modifikation und der Benutzung der Geräte und letztendlich die Zugehörigkeit zu Trendsettern und „early adopters“ [Blo02a]. Dadurch kann die Personalisierung auch durchaus im Investitionsgüterbereich Erfolg haben, indem mehr Aufgaben in weniger Zeit und mit weniger Fehlern erledigt werden.

Zusätzlich sieht sich die Entwicklung technischer Systeme in der Investitionsgüterindustrie immer größeren Schwierigkeiten durch die fortschreitende Funktionsvielfalt sowie weit reichenden Sicherheits- und Zuverlässigkeitsansprüche ausgesetzt [Gör07]. Eine Vereinfachung der Bedienung und gleichzeitige Personalisierung technischer Systeme wird in Zukunft notwendig werden. Durch die Vielzahl an Möglichkeiten werden Nutzer jedoch nur noch solche Systeme bevorzugt verwenden, die sie in einem Minimum an Einlernzeit sicher bedienen können und die sie emotional ansprechen. Systeme, die diese Voraussetzungen nicht erfüllen, haben ein hohes Risiko, am Markt zu scheitern. Ein weiterer Aspekt, der die Personalisierung von technischen Systemen vorantreibt, ist die durch die Rationalisierung steigende Anzahl an Systemen, die von immer weniger Nutzern bedient werden müssen. Durch eine personalisierte Bedienung verringert sich der zeitliche Aufwand einzelner Nutzer zur Bedienung einzelner Systeme [But03]. Demzufolge könnte ein Arbeitsausgleich zur steigenden Anzahl der zu bedienenden Systeme erreicht werden, indem Zeit bei der Bedienung einzelner Systeme zur Verringerung der Arbeitsbelastung von Nutzern eingespart werden kann.

Ausgehend von der traditionellen Benutzungsoberflächenentwicklung im Investitionsgüterbereich widmet sich diese Arbeit der nutzerspezifischen Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen in diesem Bereich. Dies geschieht auf Basis von Nutzerpräferenzen bei der Strukturierung und Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen. Durch diese Präferenzen resultieren für ein einzelnes Gerät unterschiedlich personalisierte Benutzungsoberflächen. Daraus erfolgt zum einen eine Verbesserung der Nutzerzufriedenheit. Zum anderen kann die Effizienz innerhalb der Mensch-Maschine-Interaktion durch optimierte Benutzungsoberflächen für unterschiedliche Nutzer gesteigert werden.



Zur Umsetzung der Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen ist es notwendig, die Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion darzulegen, um im nächsten Schritt den Ueware-Entwicklungsprozess [Böd07] zu beschreiben, der als Ausgangsprozess zur Gestaltung personalisierter Benutzungsoberflächen fungiert. Im weiteren Verlauf werden Nutzereigenschaften, benutzungsoberflächenspezifische Präferenzen und die Erhebungsmethoden zu deren Erfassung vorgestellt. Anschließend werden die Entwicklungen im Bereich der Personalisierung, vor allem bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen, dargelegt. Daraus lässt sich die Problemstellung ableiten, die gleichzeitig als Basis der Definition der Ziele dieser Arbeit fungiert. Zu deren Erreichung werden zunächst anhand von allgemeinen Personalisierungsmerkmalen für technische Benutzungsoberflächen wie Nutzereigenschaften, Strukturierungs- und Gestaltungspräferenzen im nächsten Schritt Q-Personas nach [Coo99] für die Produktionsumgebung abgeleitet. Sie bilden die Grundlage zur Entwicklung branchenspezifischer personalisierter Benutzungsoberflächen. Die Auswirkungen der Personalisierung auf die Benutzung und folglich die Übertragbarkeit der generierten Q-Personas auf andere Systeme im Bereich der Produktionsumgebung werden überprüft. Schließlich erfolgt die Integration der Personalisierung technischer Benutzungsoberflächen in den Ueware-Entwicklungsprozess. Für jede Phase werden die Änderungen durch die Personalisierung beschrieben, so dass der Prozess im Hinblick auf eine standardisierte und effiziente Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen erweitert wird.

## 2 Benutzungsoberflächenentwicklung

### 2.1 Mensch-Maschine-Interaktion

In der zeitlichen Übergangphase von rein mechanischen zu kombinierten elektromechanischen Maschinen standen die Entwicklung der Maschine und die einwandfreie Umsetzung ihrer Funktionalitäten innerhalb der Maschinen im Vordergrund. Der Mensch sollte bei der Erfüllung seiner Aufgabe durch das Werkzeug „Maschine“ unterstützt werden. Die Schwierigkeiten der Entwicklung in dieser Zeit bestanden in der exakten Funktionserfüllung der Maschine. Weitere Herausforderungen wurden vor allem im Bereich neuartiger Funktionalitäten und deren Integration in die Maschine erkannt. Die Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen beschränkte sich auf die Visualisierung integrierter Funktionalitäten, um entsprechende Funktionen der Maschine verwenden zu können.

In der heutigen Zeit sind Computer und Technik aus dem Berufs- und Privatleben nicht mehr wegzudenken. Der Alltag des Menschen wird durch die Nutzung von Technik bestimmt, wobei ihm die Vielfalt der zur Verfügung stehenden technischen Geräte oftmals nicht bewusst wird, da diese heute schon zum Großteil nicht mehr sichtbar als „Computer“ wahrgenommen werden. In vielen Haushaltsgeräten sind Mikroprozessoren integriert, die ihm höchstens erst dann bewusst auffallen, wenn diese nicht funktionieren. Diese Entwicklung ist ebenso auffallend wie die bewusste Gestaltung der Computer, die vom Menschen direkt bedient werden sollen. Diese werden speziell auf seine Bedürfnisse und Fähigkeiten angepasst. Kenntnisse des Mensch-Maschine-Systems und dessen Verbesserung sind daher unumgänglich. Besonders im Produktionsbereich, in welchem der Mensch schnell und zum Teil unbewusst reagieren muss, ist eine gute Abstimmung des Mensch-Maschine-Systems auf seine Eigenschaften Voraussetzung für die Benutzbarkeit.

Mensch-Maschine-Systeme bestehen nach [Wan93] aus den drei Elementen Werkzeug, Mensch und Aufgabe (vgl. Abbildung 2). Im Gegensatz zu Wandmacher wird in der vorliegenden Arbeit die Maschine als Werkzeug für den Menschen betrachtet. Dabei beinhaltet die Maschine die Maschinenbedienung mittels einer Benutzungsoberfläche. Aufgabe bezeichnet eine zielorientierte Vorgabe [Zie88]. Die Elemente Mensch, Maschine und Aufgabe sind in die Arbeitsumgebung eingebettet, die verschiedene Einflüsse auf die Elemente ausübt. Beispielsweise ist es in der Arbeitsumgebung „Produktionshalle“ an einer Werkzeugmaschine durch das Verschmutzungspotenzial nur bedingt möglich, qualitätssichernde Aufgaben durchzuführen, die eine sehr hohe Auflösung erfordern. Das Hauptaugenmerk der Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen liegt in der Anpassung

der Arbeitsbedingungen und Maschinen an den Menschen. Die Aufgaben an sich, die mit der Maschine zu bearbeiten sind, sind dabei als statisch zu betrachten, da nur die Bearbeitung der Aufgabe angepasst werden kann, jedoch nicht die Aufgabe an sich.

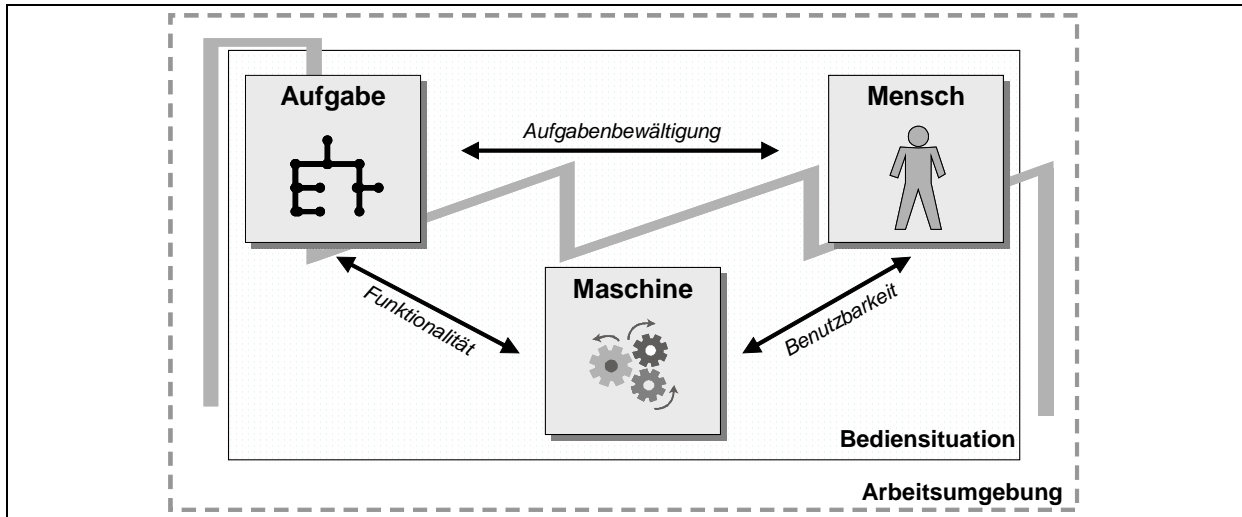


Abbildung 2 Mensch-Maschine-System nach [Wan93], veranschaulicht durch [Reu03]

Dieses Mensch-Maschine-System lässt sich in einem größeren Kontext erfassen. Es kann als soziotechnologisches System, welches durch Wechselwirkungen zwischen technologischen und sozialen Systemen entsteht, angesehen werden (vgl. Abbildung 3).

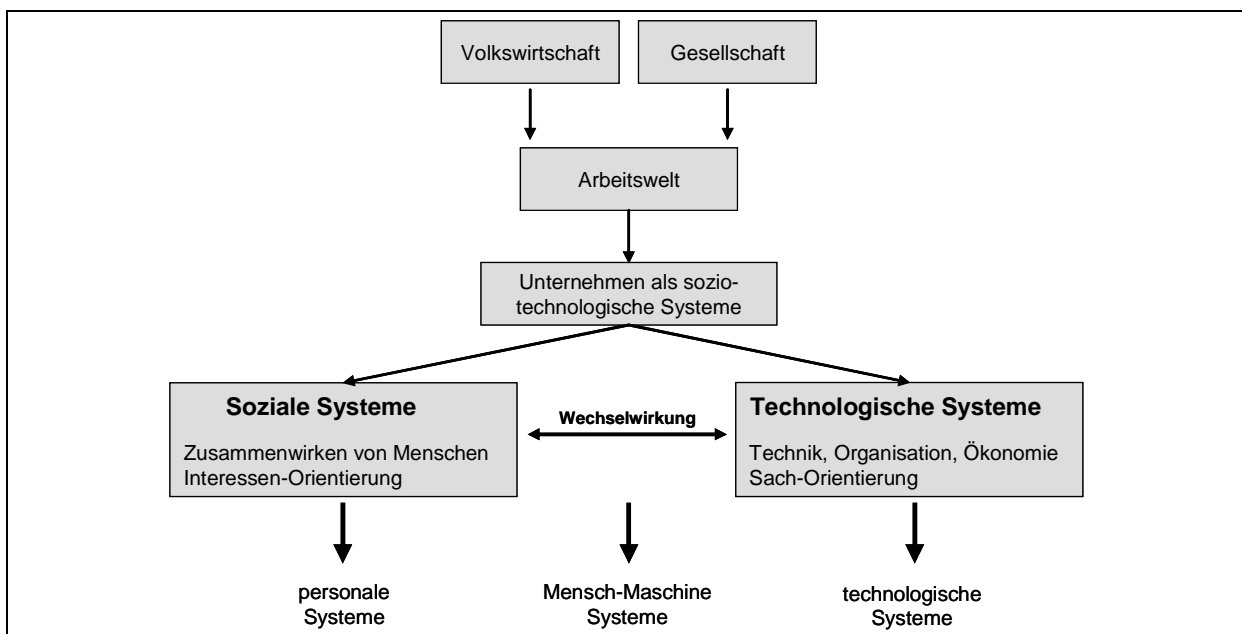


Abbildung 3 Soziotechnologischer Systemansatz nach [Sch74], veranschaulicht durch [Zin06]

Im Fokus des sozialen Systems steht die menschliche Interessenorientierung, die durch das Zusammenwirken von Menschen untereinander bedingt wird. Im Gegensatz dazu besteht ein technologisches System aus den Bereichen Technik, Ökonomie und Organisation. Somit konzentriert sich dieses System auf eine Sachorientierung. Die Herausforderung besteht in der Abstimmung der Optimierung des sozialen und des technologischen System, um so eine bestmögliche Umgebung im sozialen System zu schaffen und das technologische System darauf anzupassen [Sch74]. Diese Aussagen lassen sich auf die Gestaltung des Mensch-Maschine-Systems als soziotechnischem System übertragen. Nach Röse [Rös02] umfasst ein soziotechnisches Mensch-Maschine-System die Teilsysteme Technik und Mensch, die über den Systemzweck miteinander kommunizieren und interagieren. Der Systemzweck beschreibt die Umsetzung von Aufgaben, die über die Interaktion und Kommunikation des Menschen mit der Technik ermöglicht wird. Ein ausgeglichenes Verhältnis von Mensch und Technik führt zum soziotechnischen System.

Durch die Erweiterung des Mensch-Maschine-Systems um die Komponente des Informationsaustausches wird das Gebiet der Mensch-Maschine-Interaktion berührt. Der Austausch von Informationen zwischen Mensch und Maschine erfolgt über die Benutzungsoberfläche (synonym dazu werden in dieser Arbeit die Begriffe Benutzungsschnittstelle, User Interface, Bedienoberfläche und Bediensystem verstanden) der Maschine. Die Benutzungsoberfläche beinhaltet dabei alle zur Ein- und Ausgabe notwendigen Elemente, so dass es die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine darstellt. Die Kommunikation zwischen Mensch, Benutzungsoberfläche und Maschine wird in Abbildung 4 verdeutlicht.

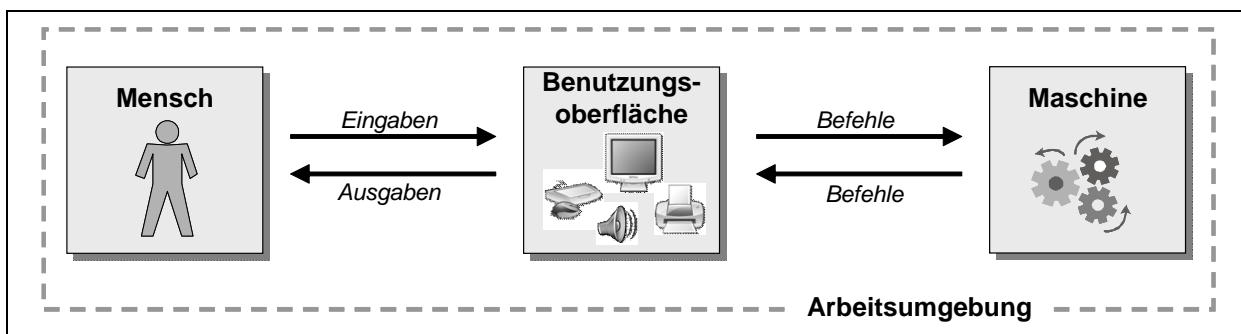


Abbildung 4 Interaktion Mensch-Maschine über die Benutzungsoberfläche

Die technischen Elemente zur Interaktion des Menschen mit der Maschine werden unter dem Sammelbegriff „Ueware“ zusammengefasst [Züh02]. Ueware umschreibt alle der Interaktion dienenden Komponenten einer Maschine oder Anlage. Mit dieser Definition geht eine stärkere Konzentration der technischen Entwicklungen auf den Menschen und dessen Bedürfnisse einher. Die Analogie zwischen den Begriffen Hardware, Software und Ueware verdeutlicht die zunehmende Bedeutung der Ueware. Dadurch, dass das Ueware-Engineering – die ingenieurmäßige Gestaltung von technischen Elementen, die der

Benutzung dienen – eine Schnittmenge aus Hard- und Software-Engineering darstellt, begründet es hohe Anforderungen. Es tangiert Kompetenzen der Bereiche Informatik, Psychologie, Elektrotechnik und Maschinenbau [Züh04].

Die Entwicklung von Useware muss ferner an die Bedürfnisse und Fähigkeiten von Nutzern angepasst werden, da der Nutzer über die Benutzungsoberfläche Einstellungen an der Maschine vornimmt, um seine Aufgaben mit Hilfe der Maschine erfüllen zu können. Bei der Bearbeitung von Aufgaben durchläuft der Nutzer sieben verschiedene „Stufen“ (vgl. Abbildung 5), bis das Ziel „Aufgaben bearbeitet“ erreicht ist.

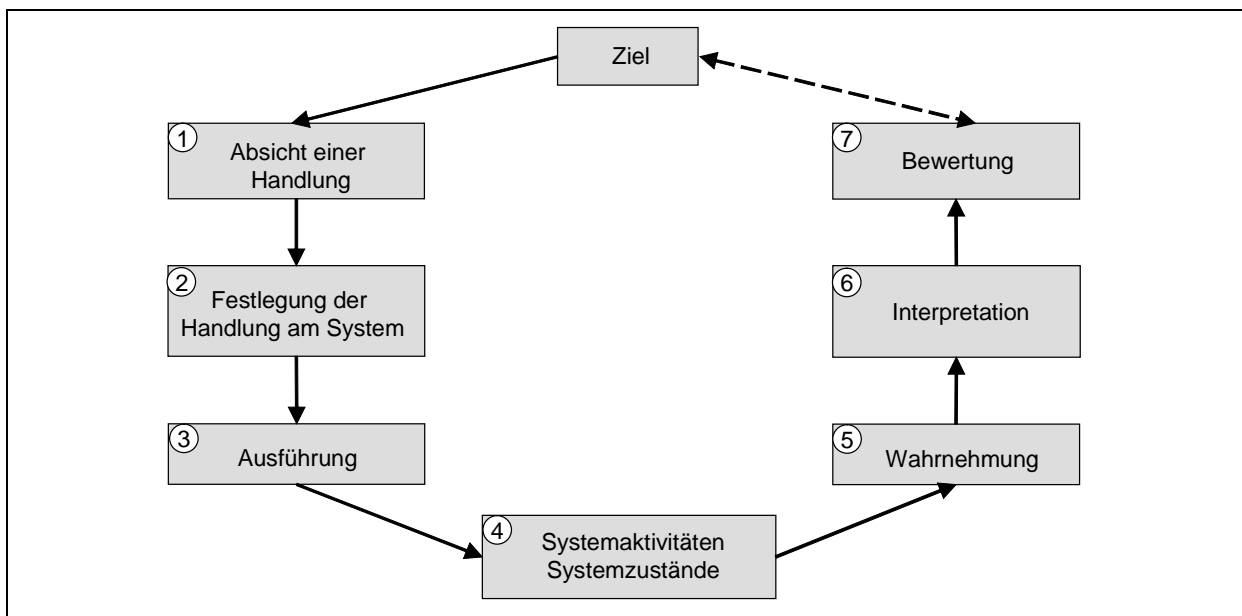


Abbildung 5 Sieben Stufen der Benutzeraktivität bei der Bearbeitung von Aufgaben nach [Nor86], veranschaulicht durch [Wan93]

Nach [Nor86], [Wan93] beginnt der Nutzer für die Bearbeitung einer Aufgabe mit der Formulierung seines Ziels, welches durch die Bearbeitung erreicht werden soll. Dies führt nach dem Verständnis des Nutzers im nächsten Schritt zur Auswahl einer Handlung, die an der Maschine vollzogen wird. Die Handlung wird ausgeführt und die Maschine reagiert auf die Ausführung der Handlung des Nutzers. Der Nutzer nimmt die Maschinenreaktion wahr, interpretiert sie und bewertet sie anhand des festgelegten Ziels, das er zu Beginn des Ablaufs verfolgte. Die Bewertung erfolgt durch den Vergleich des ursprünglichen Ziels mit den erreichten Ergebnissen. Bei diesem Ablauf werden die Bearbeitungsstufen „Festlegung der Handlung am System“ (vgl. Abbildung 5) und „Bewertung“ durch das Wissen und die Erfahrung des Nutzers beeinflusst. Die jeweilige Ausprägung kann bei unterschiedlichen Nutzern divergieren. Jeder Nutzer hat sein eigenes mentales Modell vom Ablauf einer Aufgabe zum Erreichen eines Ziels. Demnach führen unterschiedliche mentale Modelle verschiedener Nutzer zu unterschiedlichen Ausprägungen der Bearbeitungsstufen. Die Reihenfolge des Ablaufs bei der Bearbeitung von Aufgaben ist nicht festgelegt. Es kann

vorkommen, dass verschiedene Bearbeitungsstufen zusammenfallen oder sogar entfallen, je nach Komplexität und Aufwand der zu bearbeitenden Aufgabe.

## 2.2 Ueware-Entwicklung

### 2.2.1 Nutzergerechte Produktentwicklung

Die Gestaltung von Ueware ist an der Benutzbarkeit, sprich der Gebrauchstauglichkeit, der zu entwickelnden Komponenten orientiert. Gebrauchstauglichkeit (Usability) ist nach ISO 9241-11 [DIN9241-11] folgendermaßen definiert:

**Gebrauchstauglichkeit ist 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.**

Bei dieser Definition ist „Produkt“ mit der zuvor spezifizierten Ueware gleichzusetzen. „Effektivität“ beschreibt den Umfang, in dem die Nutzerziele erreicht werden. „Effizienz“ umfasst den Aufwand, den ein Nutzer erbringen muss, um ein bestimmtes Maß an Effektivität zu erreichen. Zufriedenheit kann als subjektive Reaktion eines Nutzers bei der Interaktion beschrieben werden. Der Zufriedenheitsgrad bei der Benutzung kann gesteigert werden, wenn der Aspekt des joy-of-use hinzukommt. Joy-of-use umschreibt zum einen das Erleben der Qualität der Interaktion und zum anderen unterschiedliche Möglichkeiten, die sich einem bestimmten Nutzer in einem bestimmten Interaktionskontext bieten [Hat00]. Zur Evaluation von joy-of-use wurde ein Fragebogen entwickelt, der die hedonistische und pragmatische Qualität von technischen Benutzungsoberflächen misst [Has03]. Die pragmatische Qualität zielt auf die effektive und effiziente Aufgabenerfüllung des Nutzers bzw. auf die Gebrauchstauglichkeit des Produktes. Die hedonische Qualität zielt auf Stimulation, Identifikation des Nutzers mit dem System und es weckt Erinnerungen [Has03a]. Zur Bewertung von Produkten wurden die hedonische und pragmatische Qualität um die globale Attraktivität erweitert, die sich aus der Bewertung der anderen beiden ableiten lässt. Des Weiteren wurde die hedonische Qualität in die Faktoren Identifikation und Stimulation unterteilt [Has03].

Usability umfasst vor allem aber auch ease-of-use und gilt als Qualitätsmerkmal für die Benutzerinteraktion mit einem technischen Gerät [Nie93]. Ease-of-use beschreibt die Einfachheit des Umgangs von Nutzern mit Ueware. Der Umgang umfasst sowohl die Installation und die Wartung als auch das Lösen eines Problems als ursprünglichen Sinn der Ueware.

Usability an sich beschreibt keinen festgelegten Zustand, der durch bestimmte Werte definiert ist bzw. erreicht werden kann. Eine gute Usability ist eher eine Einschätzung einer Benutzungsoberfläche durch einen Experten. Die Umsetzung der in der ISO 9241 [DIN9241-

110] beschriebenen sieben Grundsätze zur ergonomischen Gestaltung von Ueware bildet die Grundlage für eine gute Usability.

1. **Aufgabenangemessenheit** beschreibt die effiziente und effektive Unterstützung eines Nutzers. Dabei basieren Funktionalität und Dialog auf den charakteristischen Eigenschaften der Arbeitsaufgaben, anstelle der eingesetzten Technologie.
2. Durch die **Selbstbeschreibungsfähigkeit** eines Dialogs ist es dem Nutzer jederzeit offensichtlich, wo er sich befindet und welche Handlungen er wie unternehmen kann.
3. **Erwartungskonformität** eines Dialoges erfasst den jeweiligen Nutzungskontext bezüglich Umfang, Vokabular und Dialogverhalten. Darüber hinaus muss eine konsistente Umsetzung des Dialoges gewährleistet sein.
4. Die **Lernförderlichkeit** bietet dem Nutzer Unterstützung im Umgang mit einer Benutzungsoberfläche durch minimalen Aufwand beim Erlernen der Bedienung und zusätzlichen Informationen auf Anforderung.
5. **Steuerbarkeit** erlaubt dem Nutzer die Reihenfolge und den zeitlichen Ablauf von Aufgaben selbst festzulegen. Dazu gehören flexibles Unterbrechen, Fortsetzen und Korrigieren von Aufgabenteilen.
6. Die **Fehlertoleranz** einer Benutzungsoberfläche hilft dem Nutzer, Fehler zu vermeiden, zu erkennen und mit minimalem Aufwand zu korrigieren. Durch das System an sich werden Fehler verhindert bzw. automatisch korrigiert.
7. **Individualisierbarkeit** beinhaltet die Anpassung der Benutzungsoberfläche an die individuellen Fähigkeiten und Bedürfnisse des Nutzers. Dies umfasst zum einen Darstellungsaspekte und zum anderen funktionale Aspekte.

Weitere Regeln zum Thema Usability sind die acht goldenen Regeln von Shneiderman [Shn05], Preims Regeln [Pre99] und die sieben Aktionsstufen von Norman [Nor89]. Zum Teil spiegeln die Regeln die Erfahrungen der Autoren in der Entwicklung von Usability wider. Andere beruhen auf den zuvor beschriebenen Normen zur Gestaltung von Usability, um deren praktischen Einsatz dem Anwender näher zu bringen.

### 2.2.2 Ueware-Entwicklungsprozesse

Die Entwicklung von Ueware kann im Allgemeinen mit der Entwicklung von Software verglichen werden. Einzelne Entwicklungsschritte sind teilweise sehr ähnlich. Demgemäß können Vorgehensweisen der Software-Entwicklung unter Berücksichtigung der Besonderheiten von Ueware auf deren Entwicklung angewendet werden. Im Folgenden werden traditionelle Entwicklungsprozesse für Software vorgestellt, die auf die Ueware-Entwicklung angewendet werden können.

Eine klassische Vorgehensweise, die zur Entwicklung von Ueware angewendet wurde, ist das Wasserfallmodell von Boehm [Boe81]. Die dem Modell immanente lineare Vorgehensweise durch die zeitliche Folge von abgeschlossenen Phasen ist nur eine der Schwachstellen dieses Ansatzes, die zu einer kostenintensiven Entwicklung führt.

Ein systematischer Prozess, der zu einer verbesserten Umsetzung der oben genannten Kriterien befähigt, wird in der EN ISO 13407 [DIN13407] dargestellt. Er beschreibt eine benutzerorientierte Vorgehensweise zur Gestaltung von technischen Systemen. Der Prozess beginnt mit der Feststellung der Notwendigkeit zur Entwicklung einer neuen Benutzungsoberfläche (vgl. Abbildung 6). Nachdem dies erkannt wurde, wird der Nutzungskontext erhoben. Dieser umfasst die Nutzermerkmale, die Arbeitsaufgabe und die organisatorische und physikalische Umgebung wie beispielsweise Hard- und Software.

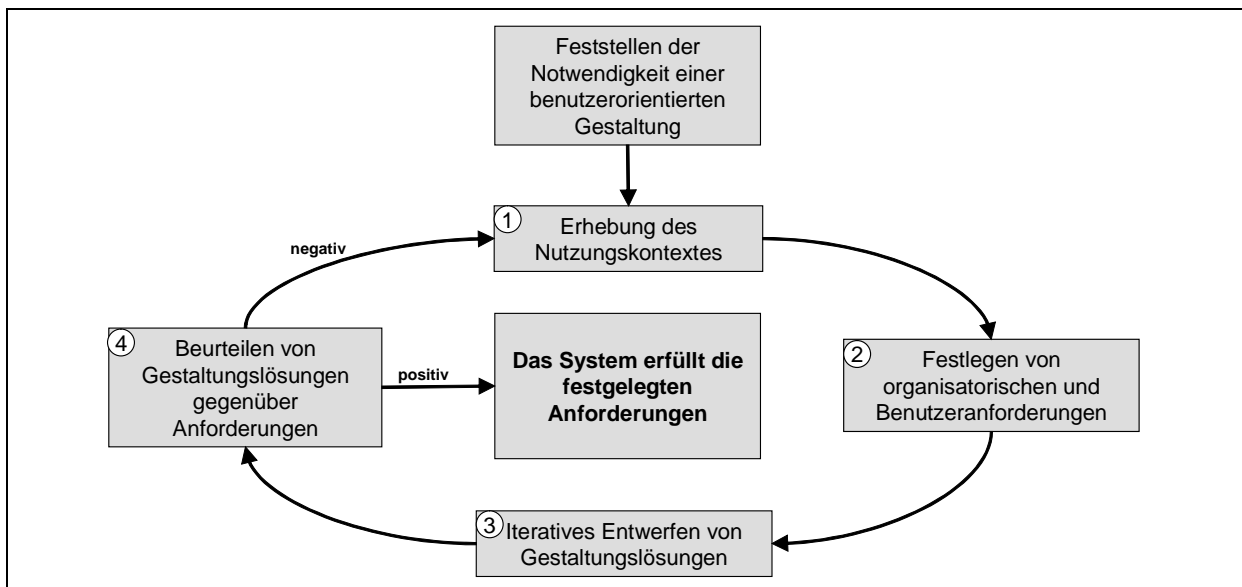


Abbildung 6 Prozess zur benutzerorientierten Gestaltung interaktiver Systeme nach EN ISO 13407

Im nächsten Schritt werden Nutzeranforderungen und organisatorische Anforderungen bestimmt, die jeweils im Zusammenhang mit dem schon festgelegten Nutzungskontext zu betrachten sind. Sie umfassen beispielsweise gesetzliche Bestimmungen, Arbeitsaufgaben, Arbeitsplatz usw. Ziel dabei ist die exakte Darstellung nutzerorientierter Gestaltungsziele. Danach werden Gestaltungslösungen anhand der zuvor erhobenen Anforderungen entworfen. Innerhalb dieses Schritts werden zunächst durch die Anwendung des Entwicklerwissens erste Gestaltungsvorschläge erarbeitet, mit Hilfe von Simulation und Prototyping konkretisiert und Nutzern mit der Möglichkeit zur Durchführung von Aufgaben vorgestellt. Der zuletzt genannte Teilschritt kann dabei mehrere Iterationen umfassen, die jeweils einen Nutzertest und eine entsprechende Überarbeitung des Prototyps darstellen, bis die festgelegten Gestaltungsziele erreicht sind. Im letzten Prozessschritt werden die Gestaltungslösungen den festgelegten Anforderungen gegenübergestellt und beurteilt. Die



Beurteilung gründet sich dabei auf die organisatorischen und nutzerorientierten Anforderungen und versucht, Rückmeldungen zur Verbesserung der Benutzungsoberfläche zu geben. Des Weiteren kann die Beurteilung Aufschluss über die Langzeitnutzung der Benutzungsoberfläche geben. Nach der Beurteilung wird entweder festgestellt, dass die entworfene Benutzungsoberfläche mit den festgelegten Anforderungen übereinstimmt, so dass der Entwicklungsprozess abgeschlossen ist. Oder der Prozess muss erneut mit der Phase „Erhebung des Nutzungskontextes“ beginnen und durchlaufen werden.

Ein strukturorientierter und durchgängiger Entwicklungsprozess für nutzerorientierte Ueware, der sich in einigen Phasen an den in der EN ISO 13407 beschriebenen Prozess anlehnt, teilweise andere Schwerpunkte setzt, ihn aber vor allem um eine weitere Phase ergänzt, wird im Folgenden vorgestellt.

Die Einbeziehung von Nutzern in allen Phasen des Entwicklungsprozesses ist eine grundlegende Voraussetzung für gebrauchstaugliche Benutzungsoberflächen. Ein solcher Ueware-Entwicklungsprozess (vgl. Abbildung 7) besteht aus den Phasen Analyse, Strukturgestaltung, Gestaltung, Realisierung, erweitert um eine prozessbegleitende Evaluation als eine Fortführung der Analysephase. Die Analyse ermöglicht somit eine ständige Anpassung der jeweiligen phasenabhängigen Ergebnisse an Nutzeranforderungen. Ein weiteres wesentliches Unterscheidungsmerkmal zum zuvor spezifizierten Entwicklungsprozess nach EN ISO 13407 liegt in der Strukturgestaltungsphase, in der eine abstrakte Modellierung der in der Analyse erhobenen Daten auf Basis einer formalen Beschreibungssprache vorgenommen wird. So wird eine plattformunabhängige Weiterverwendbarkeit der Ergebnisse sichergestellt.

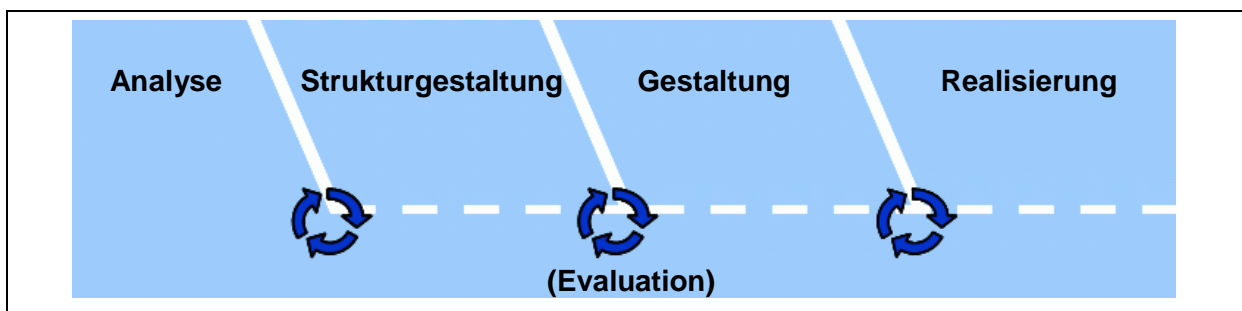


Abbildung 7 Systematischer Entwicklungsprozess [Böd07]

Die Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen beginnt mit der Analysephase, in der Nutzeraufgaben, ihre Anforderungen an die Benutzung, der Arbeitskontext und das Umfeld erhoben werden. Vor der eigentlichen Befragung werden die zu befragenden Nutzer, auch als Datenquelle bezeichnet [Böd07], entsprechend ihrer Diversifikation bezüglich Aufgaben, Branche und Markt ausgewählt. Die weitere Vorbereitung bezieht sich auf die Befragungsmaterialien, die beim Einsatz bestimmter Erhebungsmethoden (vgl. Kapitel 2.3.2.1) notwendig sind. Ein Anforderungskatalog (vgl. Tabelle 1) zur Gliederung und

Aufnahme der in der Analysephase entstehen Daten unterstützt eine systematische Strukturierung der Daten schon zu Beginn ihrer Entstehung. In Tabelle 1 sind nur die ersten beiden Kategorien dargestellt, um ein grundsätzliches Verständnis und einen Überblick über die Art der Daten zu vermitteln.

Tabelle 1 Anforderungskatalog für die Analysephase nach [Böd07]

Kategorieebene 1	Kategorieebene 2
Zielbestimmung	Hintergründe und Ziele
	Produktumfang
Produkteinsatz	Organisatorische Einbettung
	Technische Einbettung
Anwendungsfälle	Prozesse
	Standard- und Fehler-szenarien
Produktübersicht	Ueware
Produkt-funktionen	Funktionen
	Funktionsdaten
	Automatisierung
Produktdaten	Umfang
	Sicherheit

Dieser Anforderungskatalog wurde in das Analysetool useDATA integriert [Böd07]. Es ermöglicht die strukturierte Aufnahme, Speicherung, Auswertung und Weitergabe von Daten in die anschließenden Phasen. Während der Nutzeranalyse ist die Evaluierung der Materialien durch neue Erkenntnisse und eine Validierung bisheriger Erkenntnisse Voraussetzung, um eine effiziente Datengewinnung zu erreichen. Die Auswertung der Ergebnisse der Nutzeranalyse erfolgt in einer Weise, dass Aufgabenmodelle als Ergebnisse entstehen, die die unterschiedlichen Aufgaben und Anforderungen strukturiert widerspiegeln. Die nutzerspezifischen Aufgabenmodelle bilden die Grundlage für die folgende Strukturgestaltungsphase und werden dort zu einem gemeinsamen Modell vereint.

Die Strukturgestaltungsphase des Ueware-Prozesses wurde vor allem durch [Reu03] weiterentwickelt. Sie beginnt teilweise schon vor Ende der Analysephase, so dass die Phasen zum Teil parallel ablaufen. Ergebnisse der Analysephase werden vorstrukturiert. Es beginnt die Übertragung dieser Ergebnisse in ein plattformunabhängiges, generisches Benutzungsmodell, das die reine Strukturgestaltungsphase später kennzeichnet. Zur

Entwicklung des Benutzungsmodells wird die Modellierungssprache useML verwendet. Sie unterstützt systematisch die Strukturierung von Nutzeranforderungen und besteht aus Benutzungsobjekten (BOs) und elementaren Benutzungsobjekten (eBOs). Benutzungsobjekte beschreiben Aufgaben, Handlungen und Tätigkeiten, die sich weiter unterteilen in BOs und/oder eBOs. Letztere können nicht weiter unterteilt werden und umfassen demgemäß elementare Operationen eines Nutzers. Es gibt fünf eBOs: eingeben, ändern, auswählen, auslösen und informieren. Ferner verfügen das Benutzungsmodell und die Benutzungsobjekte über Elemente und Attribute, die sie näher beschreiben. Durch die zunehmende Konkretisierung wird die funktionale Struktur der Benutzungsoberfläche auf die aufgabenorientierten Ergebnisse der Nutzeranalyse angewendet. Die Beschreibungssprache useML ermöglicht über eine einfache Baumstruktur die Abbildung der gesamten Benutzungsstruktur für eine Oberfläche. Über verschiedene Filtermechanismen (z.B. Bedienort oder Nutzergruppe) werden unterschiedliche Ausprägungen der Benutzungsstruktur erkennbar. Es resultiert ein hardware-unabhängiges Bedienkonzept, welches auf unterschiedliche Geräte übertragen werden kann. Am Ende dieser Phase entsteht auf Grundlage des Benutzungsmodells die Bedienstruktur für die neu zu entwickelnde Benutzungsoberfläche. Sie beschreibt eine an die Hardware angepasste Struktur. Die Entwicklung der Bedienstruktur bildet den Übergang zur Gestaltungsphase.

Das entwickelte Benutzungsmodell bildet in der anschließenden Gestaltungsphase die Grundlage zur Erstellung einer Bedienstruktur (Grobgestaltung) und zur Gestaltung von Benutzungsoberflächen (Feingestaltung). An dieser Schnittstelle erfolgt wie beim Übergang von Analyse zur Strukturgestaltung eine parallele Bearbeitung der Strukturgestaltungs- und der Gestaltungsphase. Dies resultiert aus der Umsetzung der grundlegenden Strukturen. Für eine ausgewählte Hardwareplattform wird die Benutzung strukturiert. Dies erfolgt durch die Integration einer aufgabenorientierten Nutzerführung, möglichst kurze Handlungswege und die Unterteilung und entsprechende Gestaltung der Aufgaben in globale und kontextabhängige Aufgaben. Das Navigations- und Interaktionskonzept, als ein wesentliches Merkmal einer Benutzungsoberfläche, ist auf die Unterstützung des Nutzers bei der Erfüllung seiner Aufgaben ausgerichtet. Aus diesen beiden Konzepten und der zuvor erstellten Bedienstruktur ergibt sich das grobe Layout der Benutzungsoberflächen. Der Feingestaltung obliegt es dann im weiteren Verlauf der Gestaltung, wiederum in Teilen parallel zur Grobgestaltung, die Feinheiten der neuen Benutzungsoberfläche wie etwa eine spezifische Unterteilung des Bildschirms festzulegen und Farben, Schriften und Icons zu gestalten. So entsteht nach und nach das neue Layout der Benutzungsoberfläche. Die Benutzungsoberfläche ist jedoch nicht funktionsfähig, da in dieser Phase ausschließlich das Layout und die dahinter liegende Struktur abgebildet werden und keine Integration von Funktionalitäten erfolgt.

Die Realisierung beinhaltet die hard- und software-technische Umsetzung der erarbeiteten Struktur innerhalb des Gestaltungskonzeptes. Dabei werden nun spezifische Details der Benutzungsoberfläche umgesetzt, die sowohl die Strukturierung als auch die Gestaltung betreffen. Es erfolgt eine Anbindung der Benutzungsoberfläche an die Maschinensteuerung, und ein lauffähiger Prototyp des Systems entsteht. In dieser Phase erfolgt meist ein Medienbruch, der auch leicht zu Datenverlusten führen kann. Durch die Vielzahl an verschiedenen proprietären Werkzeugen kann bisher keine systematische Weitergabe von der Gestaltung in die Realisierung erfolgen [Reu03]. Zur Überwindung dieses Medienbruchs konnte prototypisch ein Ansatz für die automatische Generierung von Programmfragmenten entwickelt werden [Boc06]. Diese unterschiedlichen Fragmente entstehen auf Grundlage von domänenspezifisch modellierten Benutzungsoberflächen.

Alle zuvor ausgeführten Phasen werden durch eine permanente Evaluation innerhalb der jeweiligen Phase begleitet. Die Ergebnisse einzelner Phasen wie etwa Nutzeraussagen, Strukturen und Prototypen werden durch weitere Nutzer bewertet. Die somit zeitnah entdeckten Änderungswünsche fließen unmittelbar in die weitere Entwicklung und die weiteren Phasen ein und führen iterativ zu einer Verbesserung des Gesamtergebnisses [Rös06]. Dabei müssen je nach der aktuellen Entwicklungsphase unterschiedliche Methoden zur Evaluation eingesetzt werden (vgl. Abbildung 8), die eine unterschiedliche Nutzerbeteiligung erfordern. Einige dieser Methoden aus Abbildung 8, die sich auch zur Analyse der Nutzeraufgaben und -anforderungen eignen, werden ausführlich in Kapitel 2.3.2.1 beschrieben.

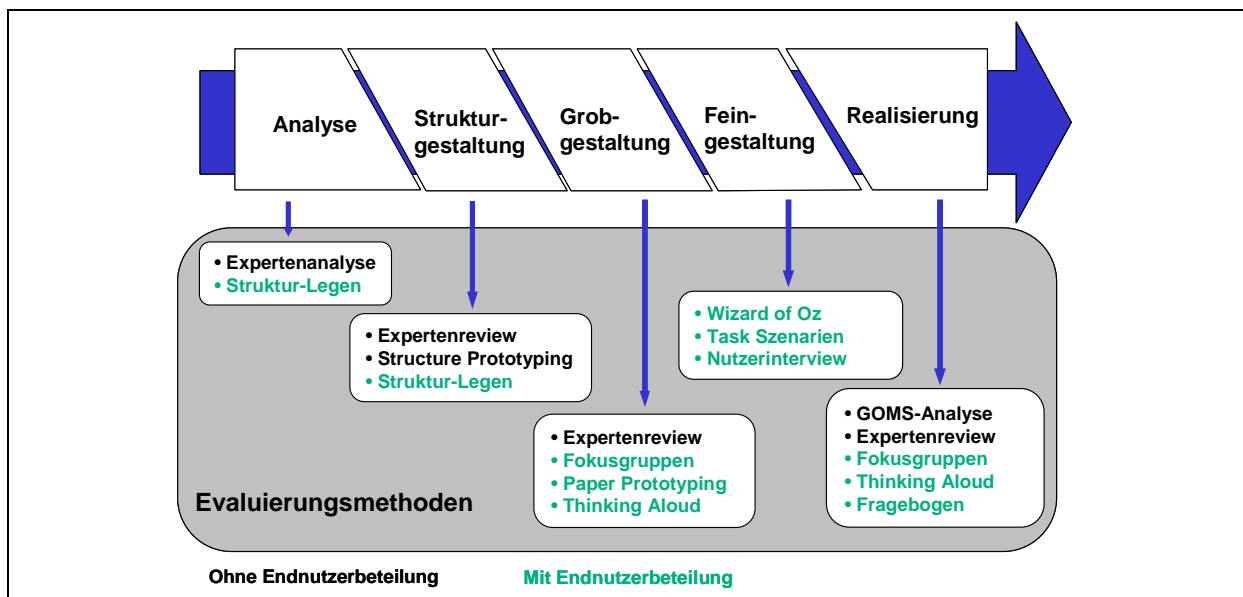


Abbildung 8 Evaluierungsmethoden in unterschiedlichen Entwicklungsphase nach [Rös06]

## 2.3 Der Nutzer als Ausgangsbasis für die Benutzungsoberflächenentwicklung

Zur Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen bildet der Nutzer mit seinen Fähigkeiten, Bedürfnissen und Anforderungen den Ausgangspunkt der Entwicklung. Abbildung 9 verdeutlicht die Schwierigkeiten, die durch unterschiedliche Vorstellungen und unterschiedliche beteiligte Personen an einer Entwicklung entstehen können.

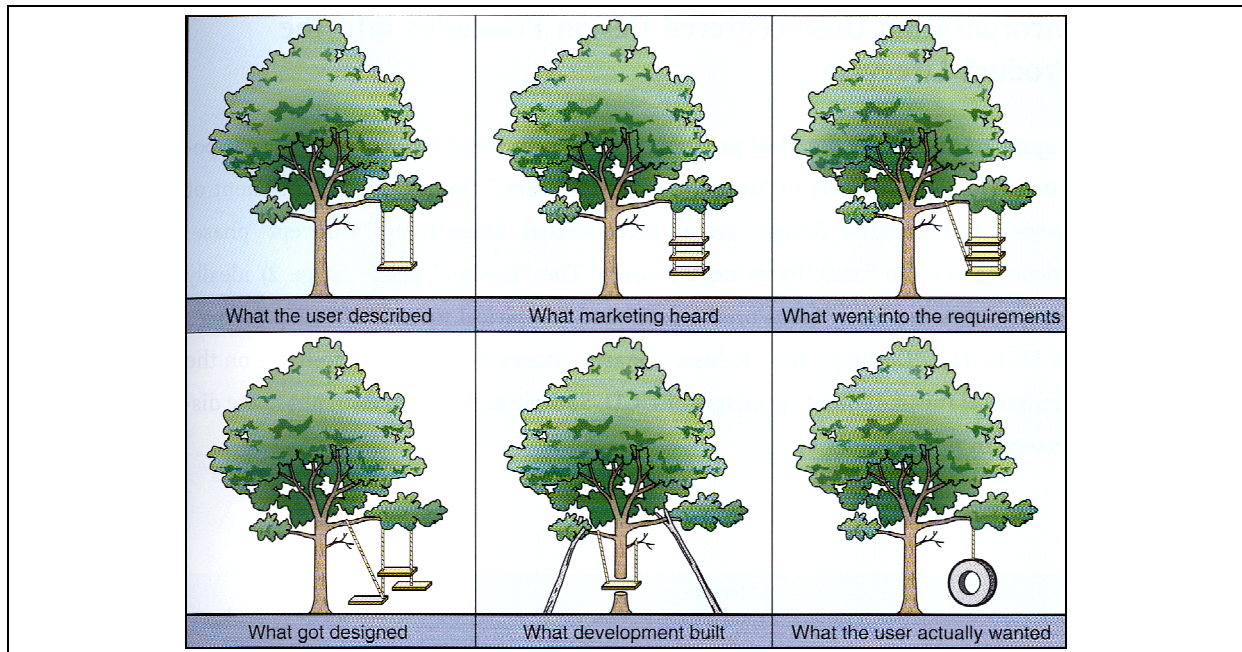


Abbildung 9 Diskrepanzen zwischen Aussagen und Verständnis [Cou05]

Um diesen Schwierigkeiten und Fehlentwicklungen zu begegnen, ist eine umfassende Analyse von Nutzermerkmalen notwendig. Nutzermerkmale, die die Benutzbarkeit einer Benutzungsoberfläche beeinflussen, sind nach [Wan93]:

- Eigenschaften des Nutzers wie Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten,
- Motivation des Nutzers,
- Einstellungen des Nutzers an der Benutzungsoberfläche, die sich unterteilen in systembezogene und tätigkeitsbezogene Einstellungen.

Die Abhängigkeit dieser Nutzermerkmale und ihre Veränderung ist in Abbildung 10 dargestellt. Von diesen Merkmalen sind die Eigenschaften, also das Wissen, die Fertigkeiten und die Fähigkeiten eines Nutzers, langfristig änderbar. Diese gehören daher zu den Qualifikationseigenschaften [Luc98], weil sie die Qualifikation von Menschen beschreiben. Die beiden anderen variieren durch Veränderungen des Nutzers mit der Zeit und gehören daher zu den Anpassungseigenschaften.

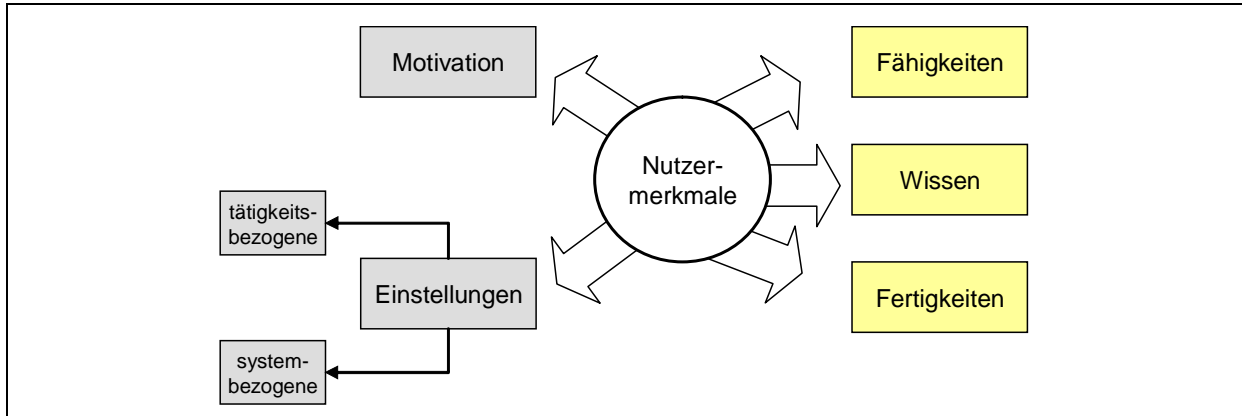


Abbildung 10 Nutzermerkmale nach [Wan93]

Die zeitliche Konstanz der Qualifikationseigenschaften stellt diese als ein Merkmal zur nutzergerechten Gestaltung heraus: Zur Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen müssen vor allem die Fähigkeiten eines Nutzers berücksichtigt werden. Fähigkeiten sind komplexe, verfestigte Eigenschaften eines Nutzers wie etwa analytisches Denken oder die Lernfähigkeit. Fertigkeiten werden als sensomotorische Merkmale definiert und bei der grundlegenden ergonomischen Ausgestaltung schon berücksichtigt [Luc98]. Somit sind sie für die Benutzungsoberflächengestaltung nicht relevant. Das unterschiedliche Wissen von Nutzern über eine Maschine wird implizit durch ihre unterschiedlichen Aufgaben berücksichtigt. Daher muss es separat bei der Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen nicht mehr betrachtet werden. Lediglich die Nutzerfähigkeiten haben Auswirkung auf eine Benutzungsoberfläche und werden daher in den folgenden Kapiteln beschrieben. Fähigkeiten von Nutzern im Allgemeinen und die dazu gehörige Analyse zur Erfassung und Beschreibung dieser Merkmale werden erläutert. Die Beschreibung der Fähigkeiten von Nutzern bestimmt aber nur einen Teil der Nutzereigenschaften, so dass im folgenden Kapitel individuelle Nutzermerkmale in Bezug auf die Benutzungsoberflächengestaltung vorgestellt werden.

### 2.3.1 Allgemeine menschliche Fähigkeiten

Bei der Entwicklung technischer Benutzungsoberflächen wird der Mensch in der Interaktion mit der Maschine durch feststehende Eigenschaften begrenzt. Diese Eigenschaften sind sowohl qualitativer als auch quantitativer Natur. Der Intelligenzquotient lässt sich beispielsweise in Zahlen angeben, die Lieblingsfarbe kann hingegen nur textuell beschrieben werden. Manche Eigenschaften werden durch körperliche, mentale Einflüsse und äußere Umstände wie beispielsweise das Wetter tangiert und unterliegen daher Schwankungen. Neben dieser Differenzierungs-möglichkeit menschlicher Eigenschaften liegt die besondere Fähigkeit des Menschen darin, neue Situationen und Sachverhalte mit Bekanntem zu vergleichen und gewohnte Muster zu übertragen, um in neuen Situationen flexibel reagieren zu können. Doch genau in dieser Fähigkeit liegt die Schwierigkeit bei der Erfassung und

Determination von menschlichen Eigenschaften: Diese sind zwar prinzipiell beschreibbar; lassen durch ihre situations-abhängige, schwankende Ausprägung und ihre gegenseitige Abhängigkeit aber keine zuverlässigen Prognosen über generelles Verhalten oder die Leistung des Menschen zu. Die Schwankungen und das Zusammenwirken führen zu einer Verzerrung der Eigenschaften, die eine Beschreibung des Menschen erschweren.

Zur Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen ist eine genaue Kenntnis der allgemeinen menschlichen Eigenschaften, die sich auf die Interaktion des Menschen mit der Maschine auswirken, erforderlich. Das Wissen um Eigenschaften zur Informationsaufnahme und -verarbeitung ist daher für Entwickler von technischen Benutzungsoberflächen grundlegend. Diese werden in Abbildung 11 dargestellt und im Anschluss daran erläutert.

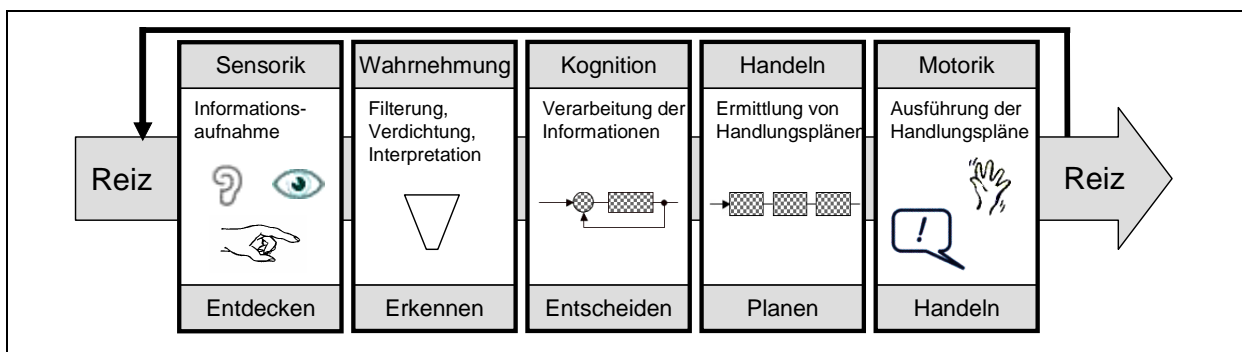


Abbildung 11 Informationsaufnahme und -verarbeitung nach [Züh04],[Her94]

Für die Informationsaufnahme allgemein nutzt der Mensch seine fünf Sinne. Für den Bereich der Benutzungsoberflächengestaltung werden diese auf maximal drei Sinne zur Aufnahme von Informationen beschränkt: visuell, auditiv und/oder haptisch [Züh04].

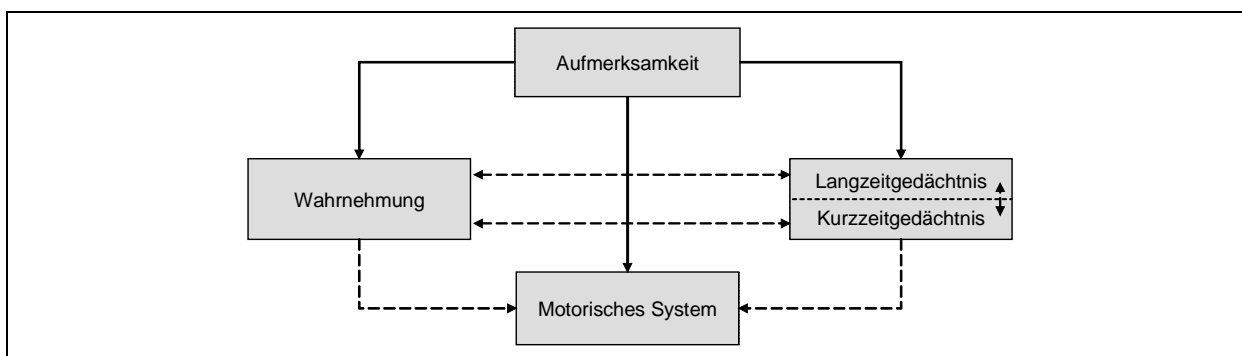


Abbildung 12 Funktionale Einheiten menschlicher Informationsverarbeitung und Handlungssteuerung nach [Wan93]

Nach der Informationsaufnahme erfolgt die Wahrnehmung der Information, d.h. das Erkennen. Das Erkennen unterteilt sich in Filtern, Verdichten und Interpretieren. Die Informationsverarbeitung und die daraus resultierende Handlungssteuerung wird in unterschiedliche funktionale Einheiten (vgl. Abbildung 12) unterteilt. Nachdem Informationen

Aufmerksamkeit erlangt haben (Informationsaufnahme), können sie in drei verschiedenen Einheiten verarbeitet werden: Wahrnehmung, Gedächtnis und motorisches System.

- Die Wahrnehmung unterteilt sich in die Verarbeitung von Umweltreizen oder endogenen Reizen über die Sinnesorgane zur Speicherung der Daten, um mit einer Zeichenerkennung abzuschließen.
- Beim Gedächtnis werden Kurz- und Langzeitgedächtnis unterschieden. Aufgenommene Informationen gelangen zunächst ins Kurzzeitgedächtnis. In das Langzeitgedächtnis dringen Informationen ein, die entweder in der Einheit „Wahrnehmung“ oder im „Kurzzeitgedächtnis“ zuvor verarbeitet wurden und nun langfristiger gespeichert werden.
- Das motorische System besteht aus direkt durchführbaren Handlungen durch das Sprechen, die Bewegung von Hand, Finger, Augen, Kopf usw. Im motorischen System führen Informationen, die zuvor in den Einheiten „Wahrnehmung“, „Gedächtnis“ oder direkt aus der „Aufmerksamkeit“ enthalten sind, zu ausführbaren Operationen.

Diese Wahrnehmungsphase unterscheidet sich von der Phase „Kognition“ nun darin, dass beispielsweise Wörter, die als Zeichen erkannt wurden, in dieser Phase noch keine Bedeutung erhalten.

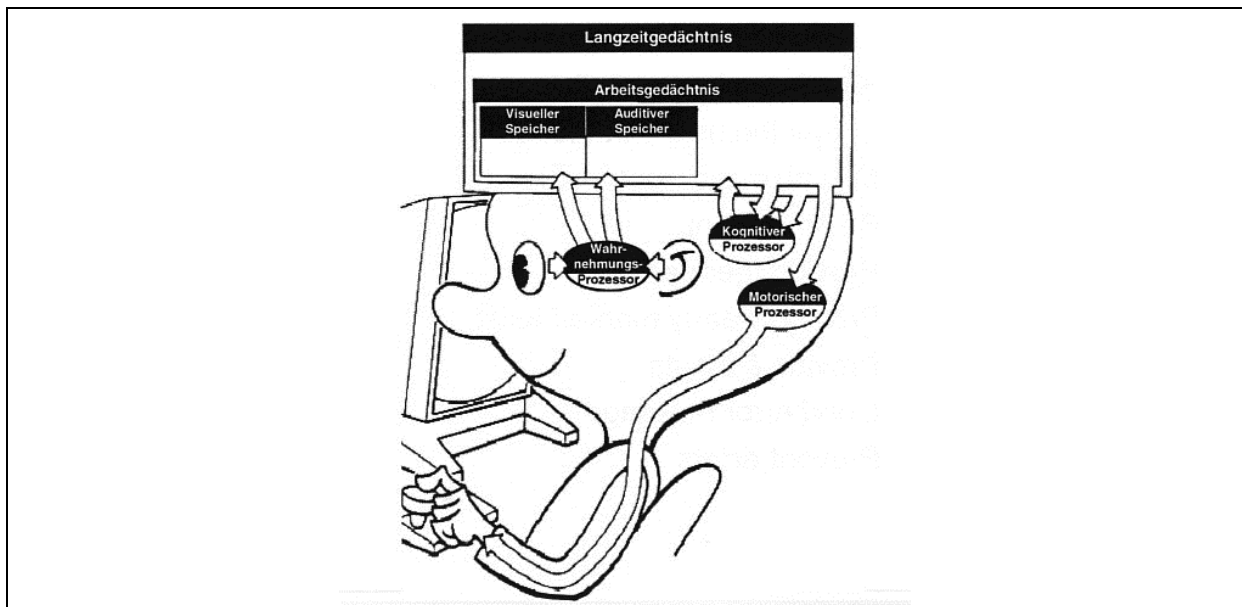


Abbildung 13 Model Human Processor-Memories and Processor nach [Car83]

Den Zusammenhang zwischen Wahrnehmung und Kognition verdeutlicht Abbildung 13. In diesem Modell gelangen die Informationen über den so genannten „Wahrnehmungsprozessor“ in das Arbeitsgedächtnis. Dort werden sie verarbeitet, um anschließend in den



kognitiven und/oder motorischen „Prozessor“ zur Weiterarbeit oder zur Ausführung weitergeleitet zu werden. Die Verarbeitung komplexer Aufgaben erfolgt im kognitiven „Prozessor“. Dort werden die erkannten Informationen verstanden, geplant, erlernt oder entschieden, um danach wieder in das Arbeitsgedächtnis überführt zu werden.

Des Weiteren findet in der Phase der Kognition der Prozess des Problemlösens statt. Die erkannten Informationen und der daraus resultierende Schwierigkeitsgrad der verstandenen Aufgabe werden in dieser Phase durch die Erfahrung des Menschen in unterschiedlichen Verhaltensebenen verarbeitet. Diese Ebenen (vgl. Abbildung 14) zeichnen sich durch unterschiedliche kognitive Beanspruchung des Menschen für die anliegende Aufgabe aus.

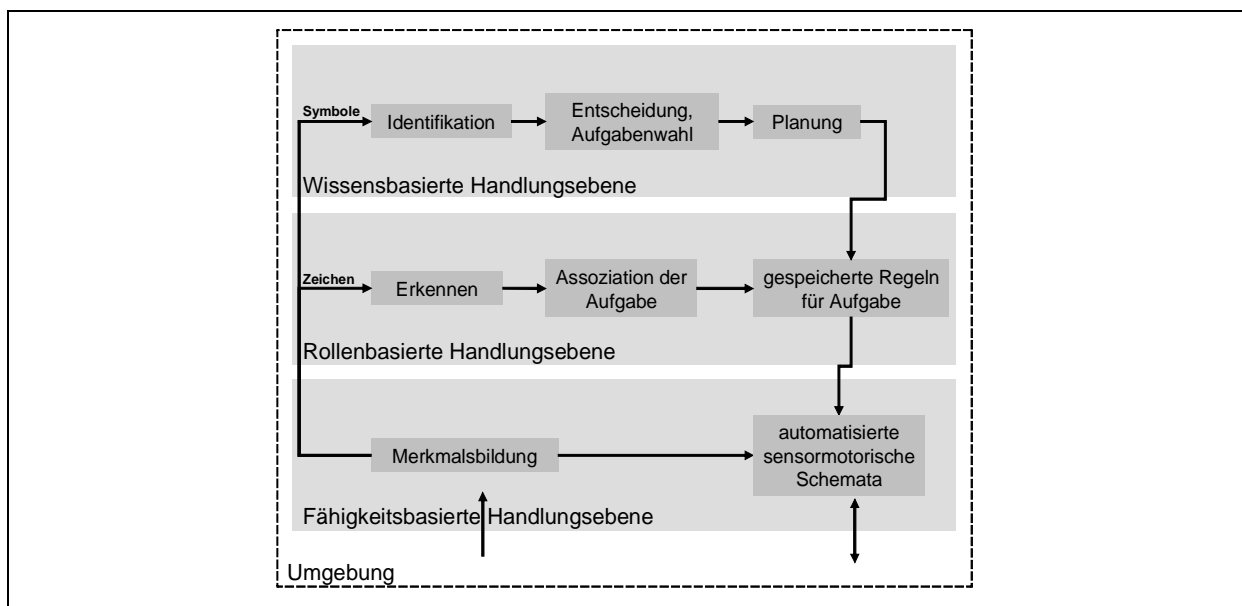


Abbildung 14 Verhaltensebenen des Menschen nach [Ras86]

Fähigkeitsbasierte Handlungen repräsentieren sensomotorische Handlungen des Menschen, die außerhalb seines Bewusstseins liegen. Diese Handlungen erfordern keine Aufmerksamkeit. Ein geübter Autofahrer beispielsweise muss beim Schalten des Getriebes nicht mehr überlegen, wann und wie er welchen Gang einlegt.

Die rollenbasierte Handlungsebene beinhaltet Handlungen, die von der Erfahrung und dem Übungsgrad des Nutzers, bezogen auf eine spezielle Aufgabe, abhängen. Im Umkehrschluss bedeutet das: Handlungen eines erfahrenen Nutzers liegen im Bereich der fähigkeitsbasierten Ebene, weil der Nutzer keine explizite Aufmerksamkeit auf die Ausführung bestimmter Handlungen legen muss. Ein wenig geübter Nutzer hingegen führt dieselbe Aufgabe kontrolliert und bewusst aus, die im Bereich der rollenbasierten Handlungsebene liegt. Es können so die Durchführung der Aufgabe und die verwendeten Informationen beschrieben werden, wogegen ein erfahrener Nutzer durch die unterbewusste Handlungsausübung hierbei Schwierigkeiten hätte.

Die wissensbasierte Handlungsebene erfordert den höchsten kognitiven Anspruch. Hier werden Aufgaben verarbeitet, die im Bereich des Problemlösens liegen. Beim Problemlösen versuchen Menschen, gewohnte Muster anzuwenden, auf die neue Aufgabe anzupassen oder neue Muster zu bilden. Diese Muster werden auf der wissensbasierten Ebene „Mentale Modelle“ genannt. Nach [Joh95] stellen mentale Modelle eine innere Repräsentation von äußeren Situationen, Zuständen und deren Zusammenhängen dar. Mentale Modelle sind hypothetische Konstrukte, die sich der unmittelbaren Beobachtung entziehen. Sie repräsentieren das Verständnis eines Menschen von einem Ausschnitt der realen Welt. Sie dienen als Grundlage zur Planung und Steuerung von Handlungen [Dut94].

Charakterisiert werden mentale Modelle dadurch [Nor83], dass sie unvollkommen, unbeständig, nicht voneinander abgrenzbar und beschränkt in ihrem Einsatz sind. Des Weiteren werden sie selbst dann noch vom Menschen beibehalten, wenn sie nicht mehr verwendet werden:

- Die Unvollkommenheit resultiert aus dem Hintergrund und der Erfahrung des Menschen.
- Mentale Modelle sind unbeständig, weil sie zum einen aufgrund neuer Informationen verändert und angepasst werden. Zum anderen können Details einzelner Modelle vergessen werden.
- Grenzen verschiedener Modelle können untereinander verwischen, wenn die Modelle ähnlich sind.
- Mentale Modelle sind beschränkt, da Menschen dazu neigen, sich ein einfaches und somit unvollständiges Bild der Welt zu schaffen, um damit umgehen zu können.
- Die Erhaltung mentaler Modelle – auch bei Nicht-Verwendung – liegt an der Anzahl ähnlicher Modelle, die der Mensch vorhält. Nach Norman [Nor83] erfordert die Erhaltung „alter“ mentaler Modelle eine geringe mentale Anstrengung.

Bei der Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen ist die Kenntnis der mentalen Modelle der Nutzer über die Funktionsweise der Maschine eine wichtige Unterstützung, um eine Benutzungsoberfläche nach den Vorstellungen der Nutzer zu entwickeln [Her05]. Dadurch wird das Verständnis von Entwicklern über die Nutzer einer Maschine erweitert, und es wird ihnen ermöglicht, sich in Nutzer „hineinzudenken“ und Entscheidungen bezüglich der Benutzungsoberfläche aus der Perspektive des Nutzers zu treffen. Die mentalen Modelle von Nutzern bleiben bei der Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen bisher jedoch oft unberücksichtigt [Thi06].

Die Berücksichtigung dieser mentalen Modelle und der zuvor beschriebenen menschlichen Eigenschaften, Bedürfnissen und Fähigkeiten bei der Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen führt zur nutzerzentrierten Ausrichtung (*Human-Centered-Design*)

[Nor86]) dieser Oberflächen. Der Mensch steht im Fokus der Gestaltung und seine Eigenschaften werden berücksichtigt. Das Hauptziel ist es, leicht erlernbare und einfach zu bedienende Systeme zu entwickeln. Dabei muss sich die Benutzungsoberfläche an Nutzer anpassen und nicht umgekehrt. Dies wird durch die Umsetzung und Integration verschiedener Usability-Methoden in den Entwicklungsprozess von technischen Benutzungsoberflächen [Cou05] ermöglicht. Nutzerorientierte Systeme unterstützen und motivieren. Vorteile des Einsatzes solcher Systeme liegen in der erhöhten Produktivität, einer gesteigerten Arbeitsqualität, der Verringerung von Schulungskosten und der Erhöhung der Zufriedenheit des Nutzers [DIN13407]. Im Folgenden werden Usability-Methoden zur Nutzerintegration in den Entwicklungsprozess von technischen Benutzungsoberflächen beschrieben.

### **2.3.2 Nutzeranalyse**

Die Gestaltung von nutzergerechten technischen Benutzungsoberflächen beginnt mit der Analyse der Funktionalitäten der Maschine, der jeweiligen Nutzergruppen und deren Aufgaben. Die Funktionen der Benutzungsoberfläche werden durch die Maschine determiniert. Neue Funktionen der Maschine können durch die Nutzeranalyse erhoben und in den Entwicklungsprozess integriert werden. Die Nutzergruppen ergeben sich durch die Erhebung der Aufgaben der Nutzer in der Analyse.

Im Folgenden werden zunächst Datenerhebungsmethoden zur Erfassung der Aufgaben der Nutzer vorgestellt. Anschließend werden verschiedene Methoden zur Beschreibung von Nutzern, ihren Eigenschaften und Aufgaben erläutert.

#### **2.3.2.1 Analysemethoden**

Grundlage der Aufgabenanalyse sind die Nutzer, die durch unterschiedliche Methoden ihre Aufgaben mit einer Benutzungsoberfläche offen legen. Durch die Situation der Befragung fühlen sich viele Nutzer gehemmt – die Auswahl der Methode ist dabei irrelevant – und sie reagieren entsprechend reserviert [Züh04].

Bei der Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen wird häufig ein Usability-Experte mit einbezogen. Er wählt die Methoden zur Aufgabenanalyse abhängig vom Umfeld der Benutzungsoberfläche, den vorliegenden Daten und der Art der Zieldaten aus. Ein weiteres Kriterium für die Wahl einer geeigneten Methode ist der aktuelle Entwicklungsstand, bezogen auf den Gestaltungsprozess, in welchem sich die Benutzungsoberfläche befindet. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass es die eine Methode, die in allen Fällen am besten geeignet ist, nicht gibt [Rös06]. Im Folgenden werden unterschiedliche Methoden mit ihren spezifischen Ergebnissen und Einsatzgebieten vorgestellt. Diese Methoden können auch in den weiteren Entwicklungsphasen von technischen Benutzungsoberflächen angewendet werden (vgl. Abbildung 8) und sind nicht auf den Einsatz in der Analysephase beschränkt.

Hierbei findet eine Beschränkung auf praxisrelevante Methoden für die Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen statt (für ausführliche Beschreibungen weiterer Methoden vgl. [Böd07]).

### Interviewmethoden

Interviewmethoden können unterteilt werden in

- Leitfaden-Interviews,
- Narrative Interviews,
- Gruppeninterviews, auch als Fokusgruppe [Fli95] und in geringer inhaltlicher Veränderung als Wants- & Needs-Analysis [Cou05] bezeichnet.

Leitfaden-Interviews beinhalten einen vorstrukturierten Fragenkatalog des Interviewenden, anhand dessen der Interviewpartner befragt wird. In allen Leitfaden-Interviews wird versucht, den Einfluss des Interviewenden auf den Interviewpartner zu minimieren. Beim **strukturierten Interview** [Cou05] stellt der Interviewende im Allgemeinen vorbereitete Fragen. Im Gegensatz dazu dient das Nachfragen auf Antworten des Interviewpartners – als unvorbereitete Fragen – zum einen dem Verständnis der Erfahrung und Meinung des Interviewpartners und zum anderen zur Detaillierung von spezifischen Sachverhalten, die im Interview besprochen wurden. Ergebnisse dieser Art von Interviews sind Zusammenhänge, Vorgehensweisen, Schwachstellen und Details der aktuellen Benutzungsoberfläche. Im Gegensatz zum strukturierten Interview steht beim **Experteninterview** ein Experte auf dem betreffenden Gebiet, als Repräsentant einer speziellen Gruppe, im Mittelpunkt der Befragung. Bei dieser Art von Interview steigen sowohl der Umfang des Befragungsinhaltes als auch der zeitliche Umfang des Interviews. Dies ergibt sich zum einen aus dem umfassenden Wissen des Experten auf dem untersuchten Gebiet und zum anderen aus den besprochenen Sachverhalten [Böd07]. Ergebnisse des Experteninterviews können in Abhängigkeit vom Ablauf des Interviews und vom Interviewenden an sich sehr unterschiedlich sein. Beispiele sind Details in unterschiedlichen Bereichen, Handlungsanweisungen, technologische Funktionsweisen und ein umfassender Überblick über die Bedienung der Maschine. Dennoch erstrecken sich die Ergebnisse ausschließlich auf die aktuelle Benutzungsoberfläche und lassen nur bedingt Rückschlüsse auf ein neu zu entwickelndes System zu [Rös06].

Beim **narrativen Interview** erfolgt zu Beginn eine „Erzählaufforderung“ an den Interviewpartner zum Thema der Befragung. Die Erzählaufforderung ist sehr spezifisch formuliert, um eine Erzählung des Interviewpartners in einem entsprechenden Bereich zu erzielen. Während der Erzählung sollte der Interviewende als Zuhörer fungieren, wenn die Erzählung in die gewünschte Richtung erfolgt. Anschließend erfolgen Nachfragen durch den Interviewenden zu der erfolgten Erzählung des Interviewpartners [Fli95]. Ergebnisse dieses

Interviews können Handlungsabläufe und Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Aufgaben an einer Benutzungsoberfläche sein.

Die **Fokusgruppe** ist eine Methode zum Austausch verschiedener Meinungen und Erfahrungen von Nutzern zu einem speziellen Thema. Hierzu diskutieren sechs bis zehn Personen unter der Leitung eines Moderators. Einer der größten Vorteile dieser Methode liegt in der Gruppendynamik, die zu vollkommen neuen Aspekten führen kann. Ein weiterer Punkt ist die Abhandlung unterschiedlicher Themenschwerpunkte in einer relativ kurzen Zeit [Cou05]. Der Nachteil für die Benutzungsoberflächengestaltung liegt vor allem darin, dass die Teilnehmer mündlich keine treffenden Aussagen darüber machen, welche Aufgaben sie mit Benutzungsoberflächen lösen und wie sie dabei vorgehen. Details werden oft vergessen, die für den Teilnehmer unwichtig erscheinen, jedoch für den Entwickler wichtig sind, um den Ablauf zu verstehen. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass eine Gruppe dazu neigt, einen Konsens zu suchen und diese eine Meinung dann zu fördern. Die Meinung der Mehrheit oder eines „starken“ Teilnehmers wird als Gruppenmeinung übernommen. Alle vorherigen Aussagen erscheinen falsch und werden nicht mehr weiter diskutiert [Coo03].

Die **Wants- & Needs-Analysis** ist eine Brainstorming-Methode, mit der mehrere Nutzer gleichzeitig nach ihren Anforderungen an eine Benutzungsoberfläche befragt werden [Cou05]. Die Methode wird vor allem zu Beginn eines Entwicklungsprozesses eingesetzt, um grundsätzliche Anforderungen zu erfassen und mit unterschiedlichen Nutzern zu diskutieren. Fokusgruppen können dazu verwendet werden, einen ersten Eindruck zu bekommen, um diesen in der Wants- & Needs-Analysis zu überprüfen. Schwierigkeiten der Methode liegen in der Anwendung des Brainstormings begründet: Nutzer beeinflussen sich gegenseitig, komplexe Sachverhalte können nur schwer geklärt werden, Menschen äußern in einer Gruppe nicht unbedingt ihre wirkliche Meinung. Nichtsdestotrotz ist diese Methode als Ausgangsbasis einer Entwicklung geeignet, da sie grundlegende Eigenschaften und Anforderungen in einer relativ kurzen Zeit innerhalb eines „Interviews“ offen legt.

## **Struktur-Legen**

Eine logische Strukturierung von Informationen und Inhalten ist eine wichtige Voraussetzung für eine hohe Usability einer Benutzungsoberfläche. Nutzer finden schnell gewünschte Informationen und können ihre Aufgaben einfach erledigen. Das Struktur-Legen bietet die Möglichkeit, Inhalte und Informationen einer spezifischen Benutzungsoberfläche, wie sie in der Vorstellung des Nutzers existieren, geordnet abzubilden und offen zu legen. Dies berücksichtigt zum einen die Anordnung an sich und zum anderen aber auch die Navigation der Benutzungsoberfläche.

Bei dieser Methode werden Karten sortiert. Entweder werden diese vom Nutzer selbst beschrieben, um so die seiner Meinung nach wichtigsten Informationen des Systems zu erfassen, oder die Karteninhalte werden vorgegeben. Die Karten werden beschrieben mit

möglichen Funktionen, Aufgaben oder Informationen einer Benutzungsoberfläche. Sie werden nach ihren Sinnzusammenhängen auf Grundlage der Vorstellung des Nutzers geordnet [Cou05]. Diese Methode gibt auch Aufschluss über die Vorgehensweise des Nutzers beim Problemlösen mit Hilfe einer Benutzungsoberfläche, in dem grundsätzlich die beiden Ansätze „bottom-up“ oder „top-down“ möglich sind (vgl. Kapitel 2.3.5).

### Beobachtungsmethoden

Bei den Beobachtungsmethoden werden vier verschiedene Dimensionen unterschieden [Fli95]:

- Versteckte versus offene Beobachtung,
- Teilnehmende versus nicht-teilnehmende Beobachtung,
- Systematische versus unsystematische Beobachtung,
- Beobachtung in natürlichen versus in künstlichen Situationen.

Beim praktischen Einsatz der Benutzungsoberflächengestaltung findet die **teilnehmende Beobachtung** häufig Anwendung. Diese Methode ist dadurch gekennzeichnet, dass der Nutzer in seiner natürlichen Arbeitsumgebung „ungestört“ agieren kann und der Beobachter Einblick in das Umfeld des Nutzers und in seine Arbeitsweise gewinnt. Voraussetzung für gute Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung ist ein fundiertes Wissen des Beobachters über die Arbeit des Nutzers. Nur so wird sichergestellt, dass der Beobachter die Handlungen selbständig nachvollziehen kann [Fli95]. Bei dieser Methode findet eine weitere Unterteilung in offene oder verdeckte Beobachtung statt: Eine **verdeckte Beobachtung** bedeutet, dass sie ohne Wissen des Nutzers stattfindet. Wenn der Nutzer Kenntnis über die Beobachtung hat, wird sie als offen bezeichnet. Bei der Wahl einer **offenen Beobachtung** hat der Beobachter die Möglichkeit, aus einer reinen Beobachtungsrolle heraus auch Fragen an den Nutzer über Vorgehensweise und Abläufe zu stellen, die der Nutzer an einer Benutzungsoberfläche vollzieht. Dann findet jedoch nicht die ursprünglich Form einer teilnehmenden Beobachtung statt, sondern diese Beobachtungsform wird als **Ethnographie** bezeichnet [Fli95]. Diese Methode bietet den Vorteil, dass der Nutzer weitere Informationen über seine Handlungen geben kann, um dem Beobachter ein tieferes Verständnis seiner Vorgehensweise zu vermitteln.

### Fragebögen

Fragebögen sind eine beliebte Methode, um objektive und statistisch gesicherte Ergebnisse zu gewinnen. Die Methode ist gut einsetzbar, um eine hohe Anzahl an Ergebnissen zu erhalten. Beim Einsatz dieser Methode ist oftmals keine Anwesenheit eines Untersuchungsleiters vor Ort zwingend erforderlich, sondern der Fragebogen kann beispielsweise im Internet veröffentlicht oder per Post verschickt werden.

Die größte Schwierigkeit beim Einsatz eines Fragebogens zur Erhebung von Nutzeraussagen ist der Entwurf des Fragebogens, wenn kein standardisierter Fragebogen verwendet werden kann. Dies ist zum einen darin begründet, leicht verständliche Fragen zu formulieren. Zum anderen muss bei jeder Frage entschieden werden, ob offene oder geschlossene Fragestellungen verwendet werden. Bei geschlossenen Fragestellungen können multiple-choice, rating scales und ranking scales als Antwortform eingesetzt werden [Cou05]. Multiple-choice bedeutet, dass der Testteilnehmer aus einer Auswahl an Möglichkeiten, die auf ihn zutreffenden, ankreuzt. Bei rating scales-Antworten werden diese anhand einer vorgegebenen Bewertungsskala bezogen auf die Meinung des Antwortenden bewertet. Bei ranking scale-Antworten legt der Testteilnehmer eine Reihenfolge der Antworten bezogen auf die gestellte Frage fest. Beispiele der Fragebögen sind in Kapitel 10.1 zu finden. Bei allen drei Arten von Fragebögen ist wichtig, dass die möglichen Antworten alle auf einer gleichen Sinnenebene liegen und Antwortalternativen ausgewogen sind.

Die Länge des Fragebogens wirkt sich direkt auf die Motivation des Testteilnehmers aus. Je mehr Fragen gestellt und Antworten gegeben werden (zusammengefasst unter dem Begriff *Items*), desto geringer wird die Rücklaufquote. Zumutbar, jedoch abhängig von der Schwierigkeit der Fragen an sich, sind 20 Items. Eine vergleichsweise kritische Zeit zur Beantwortung von Fragebögen liegt bei 15 - 20 Minuten [Cou05].

Ein beispielhafter Fragebogen, der im Rahmen eines Usability-Tests, also am Ende des Entwicklungsprozesses, eingesetzt wird, ist AttrakDiff. AttrakDiff ist ein semantisches Differential und erfasst die subjektive Meinung von Nutzern über ein technisches System. Der Fragebogen ermittelt vier verschiedene Kategorien zur Bewertung des getesteten Systems: pragmatische Qualität (PQ), hedonische Qualität der Identifikation (HQ\_I), hedonische Qualität der Stimulation (HQ\_S) und die Attraktivität (ATT). PQ beschreibt die Benutzbarkeit des Systems anhand der Ziele des Nutzers. HQ\_I beschreibt die Möglichkeit der Identifikation des Systems für den Nutzer. HQ\_S beschreibt die Unterstützung des Nutzers in seinem Streben, sich weiterzuentwickeln. Dies wird durch interessante, neuartige und anregende Funktionalitäten, Inhalte, Interaktions- und Präsentationsstile repräsentiert. ATT beschreibt die globale Bewertung des Systems auf Basis der wahrgenommenen Qualität.

### **2.3.2.2 Methoden zur Beschreibung von Nutzern**

In diesem Abschnitt werden Methoden beschrieben, wie Nutzereigenschaften nach der Datenerhebung zusammengefasst werden. Die inhaltlichen Anforderungen der einzelnen Methoden bilden die Grundlage, um in der Analyse Hintergrund und Aufgaben der Nutzer in Bezug auf die Maschine und die Benutzungsoberfläche zu erfragen. Die Anwendung dieser Methoden erfolgt während der Auswertung der Analyseergebnisse zur Beschreibung und Konkretisierung der Nutzer für die folgenden Entwicklungsphasen.

## Nutzerprofile

Ein Nutzerprofil wird definiert als „a detailed description of your users' attributes“ [Cou05]. Ein Nutzerprofil enthält beispielsweise Daten über die Altersgruppe, den Ausbildungsgrad, den Familienstand usw. Dabei können die Daten mehrere Ausprägungen aufweisen, da ein Nutzerprofil eine Gruppe von Menschen beschreibt. Beispielsweise kann ein Nutzerprofil verheiratete und verwitwete Nutzer beinhalten, wenn diese beiden Gruppen bei der Maschinennutzung ähnliche Eigenschaften haben. Durch Nutzerprofile erlangen Entwickler eine genauere Vorstellung von Nutzern, um ein Produkt optimal auf ihre Zielgruppe auszurichten. Nutzerprofile unterliegen einer Kategorisierung, die sich aus der Nutzungshäufigkeit ergibt:

- Primäre Nutzer arbeiten regelmäßig und/oder direkt mit der Maschine,
- Sekundäre Nutzer nutzen die Maschine unregelmäßig,
- Tertiäre Nutzer werden durch die Maschine beeinflusst.

Für diese drei Gruppen werden jeweils Nutzerprofile angelegt, um die Unterschiedlichkeit zwischen den einzelnen Profilen und der daraus resultierenden Nutzung kennen zu lernen und die Benutzungsoberfläche entsprechend zu gestalten. Dazu werden demographische Daten, die bisherigen Erfahrungen, die Ausbildung und der Beruf erhoben. Ein beispielhaftes Nutzerprofil für Angestellte in amerikanischen Reisebüros ist [Cou05]: zwischen 25 und 40 Jahren alt, weiblich, Reisefachangestellte, Reisespezialistin oder Reiseassistentin, hat zwischen 0 bis 3 Jahren Erfahrung in der Branche, arbeitet 40 Stunden pro Woche, hat typischerweise einen Bachelorabschluss, lebt überwiegend im Westen der USA, verdient durchschnittlich \$35.000 pro Jahr, hat eine gewisse Erfahrung mit Computern und ist verheiratet. Nutzerprofile beschreiben sehr detailliert die spezifischen Eigenschaften ihrer jeweiligen Zielgruppe. Sie dienen daher hauptsächlich Marktanalysen [Cou05]. Vernachlässigt werden bei dieser Methode jedoch die Nutzeraufgaben, die Gewohnheiten der Produktnutzung und Anforderungen an zukünftige Verwendungen.

## Nutzergruppen

Der Unterschied zwischen Nutzergruppen und Nutzerprofilen liegt darin, dass Nutzergruppen sich auf eine Beschreibung der Aufgaben, gewünschter Informationen und Verantwortlichkeiten im Arbeitsumfeld der Nutzergruppe beschränken. Sie umfassen keine detaillierte Darstellung der Nutzer selbst. Persönliche Daten werden hierbei nicht in die Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen mit einbezogen. Die Beschreibungen konzentrieren sich auf die durch das Arbeitsumfeld des Nutzers vorhandenen Informationen. Zur Erfassung dieser Informationen lässt sich der Rollenaspekt heranziehen [Bom04]. Die Rolle eines Nutzers beschreibt die Summe aller abstrakten Tätigkeiten, die er in seiner Arbeitsumgebung erfüllt [Zie88]. Eine beispielhafte Rollenbeschreibung für „Verkäufer“ auf



Webseiten beinhaltet folgende Aufgaben: Lesen der Angebote, Veröffentlichen von neuen Angeboten und Angebote stornieren [Bom04].

Rollenbeschreibungen führen zu Aufgabenmodellen von Nutzern, die ihre Arbeit in ihrem Umfeld beschreiben. Ein Aufgabenmodell beinhaltet hierarchisch strukturierte Aufgaben, Tätigkeiten und Handlungen [Cha94]. Die Aufgabenerfüllung steht dabei im Vordergrund. Weitere Einflüsse auf die Aufgabenerfüllung von Nutzergruppen werden ausgeschlossen [Reu03]. Um aus abstrakten, rollenabhängigen Aufgabenmodellen eine vollständige Beschreibung der Nutzergruppen zu erreichen, wird häufig eine Aufgabenanalyse (vgl. Kapitel 2.3.2.1) durchgeführt, die mehr Tätigkeiten als nur die rollenbezogenen Aufgaben wie beispielsweise Nutzungsgewohnheiten und Anforderungen an zukünftige Systeme erfasst [Her05].

Im Produktionsbereich gibt es in der Regel mehrere Nutzergruppen, die sich durch ihre Aufgaben und Informationsbedürfnisse unterscheiden [Züh04]. Nutzergruppen sind beispielsweise [Muk04]:

- **Maschinenbediener** arbeiten täglich an der Maschine,
- **Servicetechniker** verfügen über Kenntnisse, die vor allem das Einrichten von verschiedenen Maschinen und die Fehlerbehebung betreffen,
- **Experten** haben ein umfangreiches System- und Prozesswissen sowie gute Programmierkenntnisse.

Die Gestaltung einer Benutzungsoberfläche muss an Nutzergruppen speziell angepasst werden. Daher müssen zu Beginn einer Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen alle Nutzergruppen identifiziert werden, um die jeweiligen Bedürfnisse bei der Entwicklung berücksichtigen zu können. Dabei entsteht jedoch nur eine Plattformbenutzungsoberfläche. Durch die Anpassung von Bedienbereichen an Nutzergruppen entstehen Variationen der ursprünglichen Benutzungsoberfläche.

## Use cases

Nutzer haben oft das Problem, dass der Umfang an Aufgaben und Funktionen sowie deren maschinelle Umsetzung zu vielfältig und für Nicht-Experten unüberschaubar ist. Daraus resultieren Verwirrung und Unzufriedenheit mit dem System [Kul04]. Einen Ausweg hierzu bieten use cases, die den Nutzer, separiert von der Umsetzung des Systems, dessen Aufgaben und Funktionen in Form von Anwendungsfällen vorstellen. Use cases sind Beschreibungen der Interaktion zwischen Umgebung und Maschine. Die Umgebung umfasst hierbei den Menschen, andere Systeme, den Arbeitskontext, usw. Jeder use case enthält einen gewissen Umfang an Anforderungen an die Maschine, der für den Nutzer leicht verständlich und überschaubar ist.

Use cases können zum einen in Form von textuellen Beschreibungen oder zum anderen als use-case-Diagramme (Anwendungsfalldiagramme) umgesetzt werden. Diese use-case-Diagramme erläutern graphisch die Interaktion zwischen Umgebung und Maschinen und zwischen use cases untereinander [Reu03]. Der Detaillierungsgrad der Diagramme ist geringer als der der textuellen Beschreibungen; dadurch wird aber das Verständnis der Funktionsweise des Systems für die Nutzer erhöht.

Use cases werden vor allem in der Softwareentwicklung zur Beschreibung von Aufgaben, Systemgrenzen und Akteuren eingesetzt, um Anforderungen an ein Programm zu erheben. Der erfolgreiche Einsatz in der Softwareentwicklung hat gezeigt, dass use cases ebenso in anderen Bereichen wie etwa dem Dienstleistungsbereich eingesetzt werden können [Kul04].

Die Wahl zwischen Nutzergruppen oder use cases als unterstützende Tools bei der Benutzungsoberflächengestaltung wird durch die zu gestaltende Benutzungsoberfläche und seine Nutzer bestimmt. Wenn es möglich ist, eine Kategorisierung von Nutzern anhand ihrer Aufgaben an der Maschine vorzunehmen, ist die Verwendung von Nutzergruppen die beste Wahl zur Beschreibung und Erfassung der Aufgaben und Anforderungen bei der Benutzungsoberflächengestaltung. Im Konsumgüterbereich ist es jedoch durch die Vielfältigkeit der Nutzer eines Systems nicht möglich, alle Nutzer zu kategorisieren. Dann müssen use cases erstellt werden, die einzelne Aufgaben und sichtbare Systemreaktionen in unterschiedlichen use cases beschreiben.

### **Szenarien**

In der Literatur herrschen sehr unterschiedliche Meinungen über das Verständnis von Szenarien und vor allem über den Unterschied zwischen Szenarien und use cases: Nach [Cou05] gibt es keinen Unterschied zwischen Szenarien und use cases. Beide beschreiben detailliert eine Situation des Nutzers im Zusammenhang mit der Maschine, um die Aufgaben des Nutzers zu verdeutlichen.

Kulak und Guiney [Kul04] liefern dagegen drei Definitionen für Szenarien in Abgrenzung zu use cases:

- Szenarien sind synonym zu use cases,
- Szenarien sind ausführliche, mit konkreten Daten ausgeführte Instanzen eines use cases,
- Szenarien beschreiben eine mögliche Lösung eines use cases, ohne Berücksichtigung spezifischer Daten.

Den Mehrwert durch Szenarien liefert nur die zweite Definition nach [Kul04]. Szenarien sind ein Hilfsmittel zur Verifikation von use cases durch Nutzer, indem sie Anforderungen und Beispiele der Nutzer verwenden, die diese verstehen und bewerten können. Sie werden in

der frühen Entwicklungsphase von use cases eingesetzt, um deren Validität zu überprüfen und ggf. den use case für die weiteren Entwicklungsschritte anzupassen.

Für Cooper [Coo03] liegt der Unterschied zwischen Szenarien und use cases vor allem im Gegenstand der Beschreibung: Während use cases sich auf Beschreibungen technischer Funktionalitäten konzentrieren, fokussieren Szenarien das Verhalten eines Systems aus Nutzersicht, wobei Nutzungsgewohnheiten durch Nutzerbeschreibungen implizit enthalten sind. Sie beinhalten die Repräsentation von Funktionen zur Interaktion mit dem Nutzer. Diese Definition von Szenarien erklärt den Ursprung von use cases: Im Software Engineering wurden use cases eingesetzt, um den Funktionsumfang eines Systems für Entwickler und Programmierer in seinen Einzelheiten zu erfassen und detailliert zu beschreiben, um darauf aufbauend das System und seine Funktionen zu entwerfen. Somit ergänzen sich die Meinungen von [Kul04] und [Coo03]: Szenarien sind nutzerorientierte Beschreibungen sichtbarer Systemreaktionen, die Nutzungsgewohnheiten impliziert durch die Nutzerbeschreibungen enthalten. Sie werden zur Verifikation von use cases durch Nutzer eingesetzt. Diese Auffassung bietet daher eine gute Unterscheidungsmöglichkeit der beiden Methoden und unterstreicht die jeweiligen Einsatzziele.

## Personas

Nach Cooper [Coo99] sind Personas Beschreibungen fiktiver Nutzer, die Verhalten, Ziele und Motive realer Nutzer repräsentieren. Bei einer Produktentwicklung werden fünf bis sieben fiktive, jedoch typische Nutzer, so genannte Personas (vgl. Abbildung 15), charakterisiert.


<p><b>Persona: Rhonda Wilson, Nurse Unit Coordinator</b>          Rhonda is a 36-year-old registered nurse who has worked at several skilled nursing facilities. She started out in acute care but moved to long-term care so she could have more autonomy. Rhonda was promoted to Unit Coordinator four years ago, because she is very competent and generally well organised. Rhonda is entirely overwhelmed and is drowning in paper, even more so than the average nurse. She often misses eating dinner with her boyfriend because she has to work late, filling out forms and reports.          Rhonda's goals are to:          Spend time on patient care and staff supervision, not paperwork.          Be proactive. Rhonda needs to understand trends in order to solve problems before they happen, instead of just reacting to crises.          Know that things are being done right. Rhonda supervises the unit because she's good at what she does. If nurses aren't following procedure or documenting things, she wants to know right away.</p>	
--	---

Abbildung 15 Beispielpersona nach [Blo02]

Auf Grundlage von zuvor stattgefundenen Interviews mit realen Nutzern werden Personas definiert und hinsichtlich ihrer Beschreibung, aber vor allem auch hinsichtlich ihrer Wünsche, detailliert beschrieben [Coo03]. Personas repräsentieren einzelne, spezifische Individuen.

Zugleich verkörpert eine Persona wiederum eine Gruppe von Nutzern, die die gleichen Nutzungsgewohnheiten und Eigenschaften bezogen auf ein Produkt aufweisen. Durch die Entwicklung von Personas werden Entwickler dazu gezwungen, über einzelne Nutzer ihrer Produkte nachzudenken. Diese Nutzer werden folglich im Gegensatz zu Nutzern im Allgemeinen oder dem Durchschnittsnutzer, der in Realität nicht existiert, betrachtet [Her05].

Der Unterschied zwischen Personas und Nutzerprofilen liegt darin, dass Nutzerprofile auf Kurzbiographien von Nutzern beschränkt sind, die um wenige Details erweitert werden. Dabei fehlen im Unterschied zu Personas hier die Ziele, Wünsche und Anforderungen, die gerade Personas als „Design Tool“ auszeichnen. Personas sind konkrete, beispielhafte Erzählungen über fiktive Personen und ihre Ziele bei der Nutzung von Produkten. Stereotypen beinhalten im Vergleich zu Personas Annahmen und Vermutungen der Entwickler, wie Nutzer beschrieben werden könnten. Sie sind daher viel allgemeiner und ungenauer in ihren Beschreibungen. Bei Personas ist es wichtig, demographische Daten der Persona bewusst auszuwählen. Personas sind ein Hilfsmittel zur Erstellung von präzisen Entwicklungszielen und dienen während des Entwicklungsprozesses als Kommunikationsmittel der Entwicklungsziele.

Bei der Entwicklung von Personas wird unterschieden zwischen:

- *Primary Persona* stellt den wichtigsten Nutzer dar, der am häufigsten mit der Benutzungsoberfläche arbeitet und für den es hauptsächlich entwickelt werden soll.
- *Secondary Persona* unterscheidet sich von den Anforderungen der *Primary Persona* durch ein oder zwei wichtige Aspekte der Benutzungsoberfläche, die entweder nicht oder anders umgesetzt werden sollen.
- *Supplemental Persona* sind Nutzer, die mit einer Benutzungsoberfläche der *Primary* oder *Secondary Personas* vollkommen zufrieden sind, nutzen die Benutzungsoberflächen jedoch nicht hauptsächlich – im Vergleich zur *Primary* oder *Secondary* – und unterscheiden sich von beiden ersteren durch ihre Charakterisierung.
- *Customer Persona* beschreiben die Wünsche von Käufern der Produkte und nicht von direkten Nutzern.
- *Served Persona* nutzen die Benutzungsoberfläche nicht, sind jedoch indirekt davon abhängig. Beispielsweise betrifft die Gestaltung der Kassenbedienung im Supermarkt direkt nur den Verkäufer, jedoch ist ein Käufer indirekt davon betroffen, weil er auf sein Rückgeld wartet.
- *Negative Persona* stellen das genaue Gegenteil der *Primary Persona* dar. Sie repräsentieren Nutzer, für die die Benutzungsoberfläche überhaupt nicht entwickelt werden sollte, und beschreiben somit die gegensätzliche Seite der Entwicklungsziele.

Diese Unterteilung in unterschiedliche Personas hilft bei der Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen, die Ziele der Entwicklung festzuschreiben und die unterschiedlichen Aspekte einer Nutzung durch die unterschiedlichen Personas zu berücksichtigen.

Über das richtige Kreieren von Personas zur erfolgreichen, nutzerorientierten Produktgestaltung wurden bisher viele Anleitungen [Goo06] verfasst. In der Praxis gibt es wenige Beispiele [Hea06], [Sun05], die sich auf die Hilfe dieses Ansatzes beim Entwurf von technischen Benutzungsoberflächen stützen. Der Persona-Ansatz wurde bisher vor allem im Bereich von Konsumgüterprodukten und bei interaktiven Produkten angewendet [Mot05], die sich auf die nutzerzentrierte Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen konzentrieren [Lam02].

### Methodenvergleich

In Tabelle 2 ist ein Vergleich der zuvor beschriebenen Methoden anhand ihrer Merkmale aufgeführt. Dabei ist eine starke Berücksichtigung eines bestimmten Merkmals durch „xxx“, eine mittlere durch „xx“ und eine schwache durch „x“ gekennzeichnet. Einzelne Merkmalsausprägungen ergeben sich aus den obigen Methodenbeschreibungen. Im Vergleich der Methoden ist der Persona-Ansatz bezogen auf die integrierten Merkmale der umfangreichste. Die „Systemreaktion“, welche als Merkmal einzig beim Personas-Ansatz außen vor bleibt, ist, wie oben bei der Erläuterung der Methode „use cases“ beschrieben, hauptsächlich zur Überprüfung der Arbeitsweise der erstellten Systeme für die Entwickler gedacht. Demgemäß stellt der Persona-Ansatz eine umfassende Methode zur Integration von unterschiedlichen Nutzermerkmalen in die Entwicklung von Systemen dar.

Tabelle 2 Vergleich der Beschreibungsmethoden für Nutzer

	Nutzerprofile	Nutzergruppen	Use cases	Szenarios	Personas
individuelle Nutzerdaten	xxx				xxx
Nutzeraufgabe	x	xxx	x	x	x
Nutzungsgewohnheit		x	x	xxx	xx
sichtbare Systemreaktion			xxx	xx	
Nutzeranforderung an zukünftige Bediensysteme		x			xxx

Durch die eben beschriebene Berücksichtigung von Nutzereigenschaften bei der Beschreibung von Nutzeraufgaben zur Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen kann das Risiko bei der Benutzung von Maschinen durch den Faktor „Mensch“ erheblich reduziert werden. Jedoch stellt die so angestrebte Lösung eine generalisierte Berücksichtigung der Eigenschaften aller an einer Benutzungsoberfläche tätigen Nutzer dar. Ein Restrisiko durch die individuelle Unterschiedlichkeit der einzelnen Nutzer bleibt. Es kann

nur durch die Integration individueller Nutzermerkmale in den Benutzungsoberflächengestaltungsprozess, und somit durch die Darbietung der unterschiedlichen Facetten der Nutzer, weiter reduziert werden. Im Folgenden werden individuelle Nutzermerkmale, die für den Bereich der Benutzungsoberflächengestaltung relevant sind, beschrieben.

### 2.3.3 Individuelle Nutzermerkmale und deren Erhebungsmethoden

Um Nutzer die Arbeit mit Maschinen zusätzlich zum *Human-Centered-Design* zu erleichtern, ist eine weiterreichende Ausrichtung am Nutzer durch die Berücksichtigung von persönlichen Eigenschaften wie beispielsweise kognitiven Fähigkeiten und Verhaltensweisen notwendig. Im Folgenden werden diejenigen Eigenschaften näher erläutert, die in Studien Auswirkungen auf die Benutzungsoberflächengestaltung gezeigt haben.

**Intelligenz** als individuelle Eigenschaft des Menschen wird definiert als „die zusammengesetzte oder globale Fähigkeit des Individuums, zweckvoll zu handeln, vernünftig zu denken und sich mit seiner Umgebung wirkungsvoll auseinanderzusetzen“ [Wec64, S. 13]. Horn und Cattell [Hor67] leiteten weitere sechs Faktoren ab, in die sich Intelligenz gliedert: fluide Intelligenz, kristalline Intelligenz, Veranschaulichung, Gedächtnis, kognitive Geschwindigkeit und Vorsicht. Die für die heutige Forschung bedeutungsvollsten davon sind die fluide und die kristalline Intelligenz [Hol04]. Fluide Intelligenz beschreibt dabei die angeborene Fähigkeit, sich neuen Situationen anzupassen und neuartige Probleme zu lösen, ohne dass erlerntes Wissen dabei wichtig wäre. Kristalline Intelligenz umfasst das Sprachverständnis, welches vor allem durch Kultur und Erfahrung geprägt wird, und beschäftigt sich mit der Verarbeitung und Anwendung vertrauter Informationen und von Wissen. Die oben genannten Einzelfähigkeiten werden in Intelligenztests unterschiedlichster Art überprüft und bewertet. Innerhalb dieser Tests wird zwischen kulturgebundenen und kulturfreien Tests unterschieden. Kulturgebundene setzen kulturspezifisches Vorwissen und sprachliche Kompetenz zur Lösung der Aufgaben voraus. Kulturfreie sind nonverbal und mit Hilfe geometrischer Muster aufgebaut [Bor02]. Verschiedene Untersuchungen haben eindeutige Zusammenhänge zwischen Intelligenz und mannigfachen Präferenzen bei der Benutzungsoberflächengestaltung gezeigt (vgl. [Zie06], [Ceg06], [Tay04], [Cur98], [Dah96]).

Bei Untersuchungen für Assistenzsysteme im Kraftfahrzeug wurde nachgewiesen, dass sich die **Kontrollüberzeugung** von Menschen als Persönlichkeitsmerkmal auf die Gestaltung von Mensch-Maschine-Systemen auswirkt. Dabei wurde ein Fragebogen zur Unterscheidung von Testpersonen mit hoher und geringerer Kontrollüberzeugung entwickelt [Bei04]. Eine unterschiedliche Kontrollüberzeugung von Menschen auf Technik wirkt sich auf die Gestaltung aus, indem Nutzer mehr oder weniger Vorgaben bei der Aufgabenbearbeitung benötigen.

Des Weiteren beeinflussen auch einzelne charakterliche Ausprägungen wie **Extrovertiertheit** und **Introvertiertheit** [Kar02] die Gestaltung von technischen

Benutzungsoberflächen. In dieser Studie wurden Testpersonen in die Kategorien „extrovertiert“ und „introvertiert“ mittels eines Persönlichkeitstests eingeordnet. Es wurden unterschiedliche Prototypen (extrovertiert, introvertiert und neutral) aufgrund von Erkenntnissen bezüglich Farben, Formen und Präferenzen von extrovertierten und introvertierten Testpersonen bezogen auf Benutzungsoberflächen erstellt. Die Prototypen zeigten alle die gleichen Nachrichten einer lokalen Fernsehstation. Zwar konnte nicht signifikant nachgewiesen werden, dass extrovertierte bzw. introvertierte Nutzer die jeweils für sie gestalteten Benutzungsoberflächen bevorzugen. Jedoch zeigte die unterschiedliche Gestaltung deutliche Reaktionen bei den Testpersonen, so dass diejenigen, die die extrovertiert gestaltete Benutzungsoberfläche bevorzugten, die introvertierte langweilig fanden, und umgekehrt wirkte die extrovertiert gestaltete Benutzungsoberfläche zu aufdringlich auf diejenigen, die die introvertierte favorisierten.

Sicherlich muss auch beachtet werden, dass das **Expertenwissen** von Nutzern und die Erfahrung im Umgang mit der Benutzungsoberfläche eine starke Prädiktorvariable für die Performance mit einem System darstellen kann, da inhaltliches Wissen häufig Vorteile bringt (vgl. [Pal00], [Pot85]). Studien von Cegarra und Hoc [Ceg06] zeigen allerdings, dass Experten nicht immer eine bessere Performance zugeschrieben werden sollte. Es wurde nachgewiesen, dass diese bei typischen Problemen besser ist, aber nicht bei atypischen Problemen (vgl. auch [Rau98]). Als interessant stellt sich heraus, dass niedriger ausgeprägte Fähigkeiten durch ein passendes, unterstützendes Design der Benutzerschnittstelle oder durch entsprechendes Training kompensiert werden können [Dil96]. Beispielsweise helfen graphische Übersichten Nutzern mit niedrigerem räumlichen Vorstellungsvermögen, den dadurch entstehenden Effizienznachteil zu reduzieren [Che96].

### 2.3.4 Präferenzen zur Informationsvisualisierung

Abstrakte Beschreibungsmerkmale, denen Benutzungsoberflächen genügen müssen, um eine gute Benutzbarkeit zu erreichen, wurden in Kapitel 2.2.1 aufgeführt. Sie enthalten generelle Richtlinien zur Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen. Bezüglich der Informationsvisualisierung bei der Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen existieren weitere Normen und Gestaltungsregeln, die in diesem Kapitel dargestellt werden. Im Rahmen dieser allgemeinen Gestaltungsregeln sind spezifische Nutzerpräferenzen möglich. Dazu gehören beispielsweise Farben, Formen, Textgestaltung und graphische Abbildungen.

Beim Einsatz von **Farbe** ist grundsätzlich auf eine sparsame Verwendung von unterschiedlichen Farbtönen zu achten. Des Weiteren sind verschiedene Farbtöne in unserem Kulturkreis (vgl. hierzu auch die Farbcodierung unterschiedlicher Kulturen [Rös02]) durch eine festgelegte Bedeutung besetzt und sollten überwiegend unter Beachtung dieser Bedeutung eingesetzt werden (vgl. hierzu [Coo03] und [Wan02]). Unter Beachtung dieser

Richtlinien können jedoch zusätzlich individuelle Präferenzen zur Gestaltung und Individualisierung von technischen Benutzungsoberflächen eingesetzt werden. Im Allgemeinen verwenden Nutzer ein farbiges System lieber als ein graustufiges [Her94]. Der Einfluss von kulturellen Aspekten auf die Farbgestaltung von technischen Benutzungsoberflächen wurde schon in mehreren Forschungsarbeiten überprüft und nachgewiesen [Rös02]. Laugwitz [Lau01] untersuchte, inwiefern sich ästhetische Farbkombinationen im Benutzeroberflächendesign auf die Performance mit dem System auswirken. „In Bezug auf die gemessenen Leistungsvariablen kann kein Effekt nachgewiesen werden, der darauf hindeutet, dass sich eine ästhetischere Benutzeroberfläche substantiell auf die Leistung auswirkt. [...] Die Unterschiede bei psychischer Ermüdung sprechen aber dafür, dass auf längere Sicht auch mit messbaren Folgen für die Leistung zu rechnen ist.“ Die zuvor zitierte Studie von Karsvall hat den Zusammenhang zwischen Design und somit auch Farbgebung und den Nutzereigenschaften extrovertiert und introvertiert untersucht [Kar02] und auch Hinweise auf einen Zusammenhang gefunden.

Bei der Gestaltung von **Text** gibt es für die Höhe, Breite, Abstand einzelner Zeichen oder Wörter Vorgaben und Richtwerte, die empirisch untersucht und festgelegt wurden [DIN29241], [DIN 66234-2]. Einen guten Überblick über die Gestaltung von Text bezüglich der Verwendung von Hervorhebungen bei technischen Benutzungsoberflächen gibt Zühlke [Züh04]. Diese werden hier nicht im Einzelnen aufgeführt, da sie generelle Werte und Richtlinien beschreiben, die durch individuelle Präferenzen nicht verändert werden. Innerhalb dieser Vorgaben sind jedoch Unterschiede bezüglich Schriftart und Hervorhebung möglich. Schriftarten lassen sich in vier Hauptgruppen unterteilen [Sch03]: Serifen, Nonserifen- und zwei weniger bekannte Gruppen der Slab und der Clans Schriften. Times New Roman und Courier sind Beispiele für Schriften mit Serifen, Futura und Arial Beispiele für eine serifenlose Schrift; Slab Serifenschriften sind etwa Serifa oder Rockwell und eine beispielhafte Clans Serifenschrift ist Lucida. Weitere Ausführungen zu den unterschiedlichen Schriftarten sind in [Sch03] zu finden. Eine serifenlose Schrift ist prinzipiell im technischen Bereich besser geeignet zur Darstellung von Text – in Proportionalschrift – und zur Kennzeichnung von Anlagen – in Rasterschrift [VDI 3850-1]. Unterschiedliche Schriftarten sind sehr zurückhaltende Gestaltungsmerkmale und können daher sehr gut zur Berücksichtigung von Präferenzen umgesetzt werden.

Bei **Darstellungsarten** wird anhand des Abstraktionsgrades zwischen bildlichen, ikonischen und symbolischen Darstellungen unterschieden [Swe04]. Beispiele bildlicher Darstellungen sind Fotos, da sie viele Details eines Gegenstandes aufweisen. Graphiken wie z.B. Piktogramme, Icons, Diagramme und auch Modelle gehören zu den ikonischen Darstellungen, da hier nur wenige Details, die in dem verwendeten Kontext wichtig sind, abgebildet werden. Symbolische Darstellungen enthalten keine Details der Gegenstände, die



sie symbolisieren, sondern sie werden abstrakt, beispielsweise durch Text, repräsentiert. In Abbildung 16 werden die unterschiedlichen Darstellungsarten anhand des Beispiels „Flugzeug“ verdeutlicht. In einer Untersuchung wurde die Wirkung von Buttons in Kombination mit Text und Bildern im Vergleich zu reinem Text, der als Link verwendet wurde, getestet. Die beste Wirkung innerhalb der untersuchten Gruppen erzielte die Kombination aus Button und Text, gefolgt vom Button, der als Bild ausgeführt war. Die geringste Wirkung erzielte der textuelle Link [Hüg99].

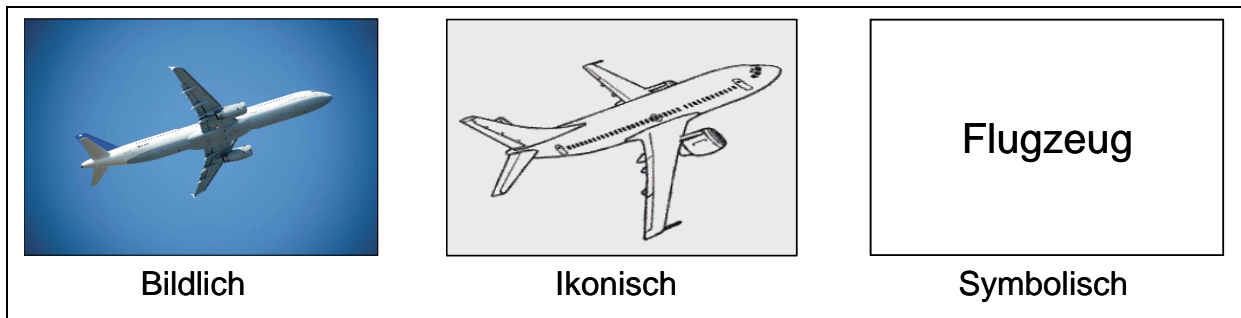


Abbildung 16 Darstellungsarten am Beispiel „Flugzeug“ nach [Swe04]

Zum Einsatz und zum verbesserten Verständnis der einzelnen Darstellungsarten für Nutzer, überwiegend jedoch für ikonische Darstellungen, wurden vielfach Anleitungen und Regeln aufgestellt (vgl. [Wan02], [Her06]). Für diese unterschiedlichen Darstellungsarten, aber auch innerhalb einer einzigen Darstellungsart, ergeben sich zum einen durch die Verwendung in einem bestimmten Kontext und zum anderen durch unterschiedliche Präferenzen von Nutzern unterschiedliche Darstellungsarten. Swertz [Swe04] erläutert dabei die Verwendung einzelner Beispiele innerhalb verschiedener Kontexte für die beschriebenen Darstellungsarten.

Die **Codierung von Informationen** durch unterschiedliche Formen wurde in der VDI/VDE-Richtlinie 3850 [VDI 3850-1] festgelegt. Geprägt ist die Art der Codierung durch Verkehrszeichen, bei denen bestimmte Formen der Schilder jeweils bestimmte Bedeutungen assoziieren. So werden Kreise als Verbot bzw. Gebot, Dreiecke als Warnung, Rechtecke als Hinweise und Achtecke als Stopp interpretiert (vgl. Abbildung 17). Die Form muss als solche erkennbar sein, indem beispielsweise ein Button eine solche Form hat. Da diese Art der Codierung von Buttons nicht sehr weit verbreitet ist, könnten hierfür auch individuelle Präferenzen für einzelne Formen bestehen.

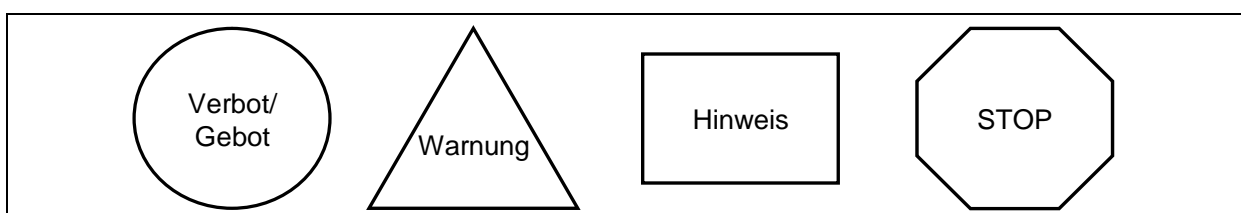


Abbildung 17 Codierung von Informationen durch Formen

### 2.3.5 Präferenzen zur Informationsstrukturierung

Bei der Strukturierung von Informationen besteht im Allgemeinen ein Unterschied zwischen Informationsstruktur und Navigation [Sch97], [Klu01], [DIN14915]: Struktur bezieht sich auf die Anordnung des Inhalts innerhalb eines Systems. Dies kann beispielsweise hierarchisch oder netzartig sein. Navigation bezieht sich auf die Umsetzung der Struktur in einem System zur Darstellung des Inhalts, zur Orientierung für den Nutzer und zum Auslösen und Anzeigen einzelner Objekte. Im Folgenden werden beide Begriffe jedoch synonym zur Darstellung des Inhalts für Nutzer verwendet, da die ursprüngliche Verwendung des Begriffes Struktur keinen Einfluss auf Nutzer und somit keine Relevanz für diese Arbeit hat. Zunächst werden in diesem Kapitel unterschiedliche Strukturierungsarten und ihre Umsetzung bei der Benutzungsoberflächengestaltung erläutert, bevor Studien zu Nutzerpräferenzen bezüglich der Strukturierung vorgestellt werden.

Bei der Strukturierung von Inhalten in Systemen gibt es nach Horton [Hor90] folgende Arten:

- Hierarchie,
- Netz,
- Gitter,
- Sequenzielle Organisation.

Innerhalb einer hierarchischen Struktur wird der generelle Aufbau unterschieden [Bar05]: top-down oder bottom-up. Top-down bedeutet hierbei, dass der Inhalt vom Groben zum Detail angeordnet und dargestellt wird. Der Nutzer wendet bekanntes Wissen an und handelt somit konzeptgetrieben. Bottom-up hingegen bildet zunächst detaillierte Inhalte zur Erfüllung spezifischer Nutzeranforderungen ab, um im weiteren Verlauf den Zusammenhang der Informationen in einem größeren Kontext darzustellen. Hier wird von einem datengetriebenen Ansatz gesprochen [Spa92]. Beide Problemlösestrategien gehören zu den heuristischen Verfahren und stellen klassische Strategien beim Problemlösen für unbekannte oder teilweise unbekannte Ausgangsbedingungen von Problemen dar. Gerade deshalb werden diese beim Umgang mit unbekanntem Benutzungsoberflächen vom Nutzer eingesetzt [Muk07]: Eine relative Navigation vom Groben zum Detail wird von Anfängern favorisiert, wogegen Experten eine absolute Navigation durch den schneller Zugriff auf Details bevorzugen. Eine kombinierte Vorgehensweise zum Problemlösen wird von Hacker [Hac00] als „heterarchischer Ansatz“ bezeichnet. Zunächst werden die Gesamtaufgabe und die Teilziele der einzelnen Unteraufgaben in diesem Zusammenhang untersucht. Danach werden Unteraufgaben top-down – teilweise parallel – gelöst, um sie zu übergeordneten Aufgaben zu kombinieren. Die Teilziele der Unteraufgaben führen bottom-up zur Lösung der Gesamtaufgabe.

Die hierarchische Anordnung von Inhalten (vgl. Abbildung 18) ist eine beliebte Form der Organisation von Inhalten. Vor allem bevorzugen Nutzer des westeuropäischen Kulturkreises hierarchische im Gegensatz zu linearen Anordnungen, weil sie mit ersterer eine bessere Orientierung und Zuordnung der momentanen Anzeige in dem Gesamtkontext haben. Sie machen weniger Fehler und können ein exaktes mentales Modell der Inhalte und ihrer Strukturierung bilden [Hor90].

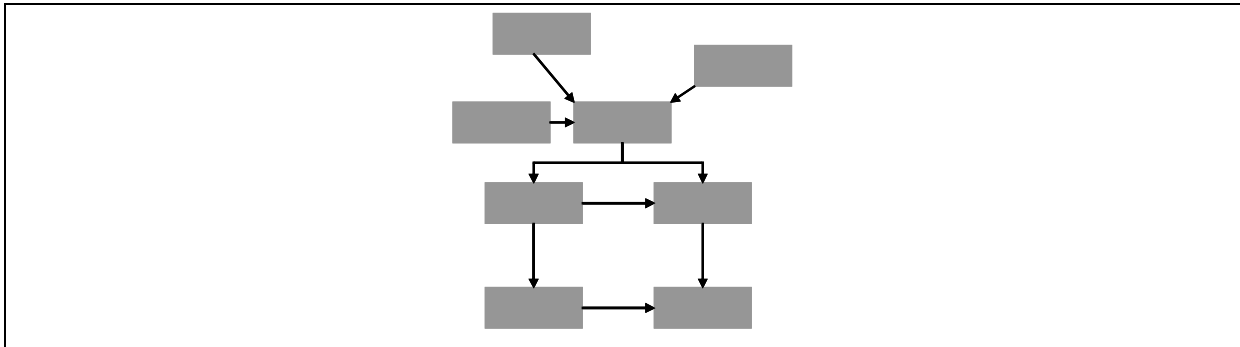


Abbildung 18 Hierarchische Anordnung nach [Hor90]

Im Gegensatz zur hierarchischen Anordnung werden innerhalb eines Netzes die Informationen durch Beziehung untereinander verknüpft und somit vernetzt. Dies ist besonders in komplexen Systemen hilfreich. Zur Darstellung von Netzen gibt es zahlreiche Formen [Her06]. Zur Vereinfachung wird in Abbildung 19 nur das Schema eines Netzes dargestellt.

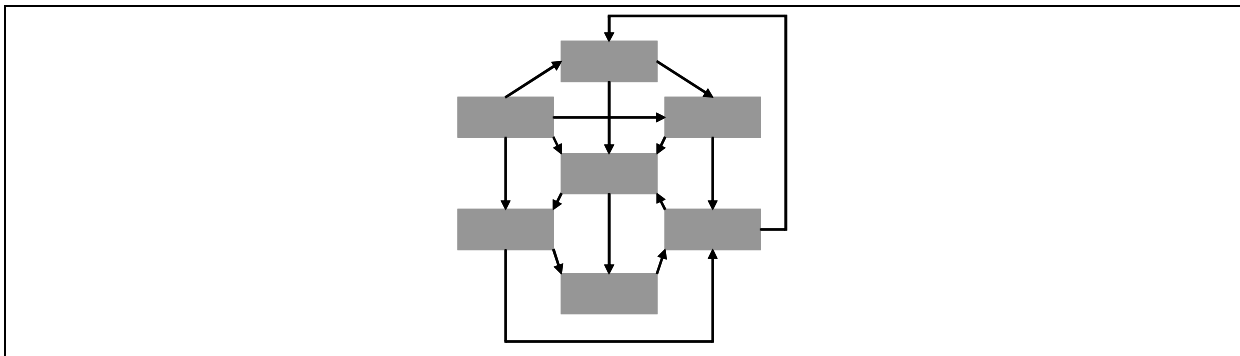


Abbildung 19 Schema eines Netzes nach [Hor90]

Bei wenigen Informationen ist die Strukturierung im Netz übersichtlich. Das kehrt sich bei vielen Informationen jedoch gerade ins Gegenteil: Die Beziehungen zwischen Informationen werden unübersichtlich. Ein Nutzer verliert schnell den Überblick im System. Häufig sind Netze nicht vollständig symmetrisch aufgebaut. Sie können flexibel sein und sukzessive um neue Informationen und Beziehungen erweitert werden [Her06].

Ein Gitter (vgl. Abbildung 20) ordnet Inhalte in zwei unterschiedlichen Dimensionen an. Eine Tabelle ist beispielsweise eine Form eines Gitters. Ein weiteres Beispiel ist die Darstellung

von thematischen Übersichten in Spalten und von jeweiligen unterschiedlichen Inhalten in Zeilen [Hor90].

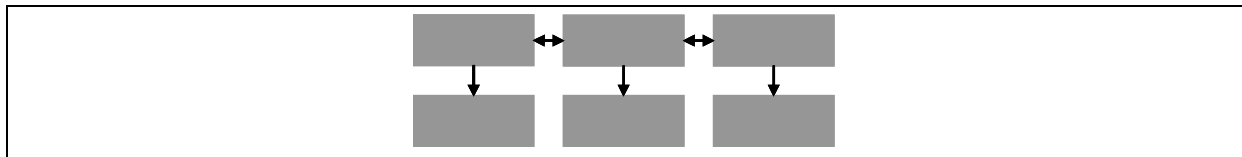


Abbildung 20 Gitteranordnung nach [Hor90]

Die sequentielle Organisation (vgl. Abbildung 21) beschreibt eine lineare Anordnung [DIN14915] von Inhalten. Dabei können Alternativen, Rücksprünge, zusätzliche Inhalte oder auch kreisförmige Verbindungen möglich sein. Es ist die einfachste Organisationsform im Vergleich zu den bisher beschriebenen. Durch diese Navigationsart ist eine einfache Nutzerführung wie beispielsweise in Instruktionen, Übungen und Demonstrationen möglich [Hor90].

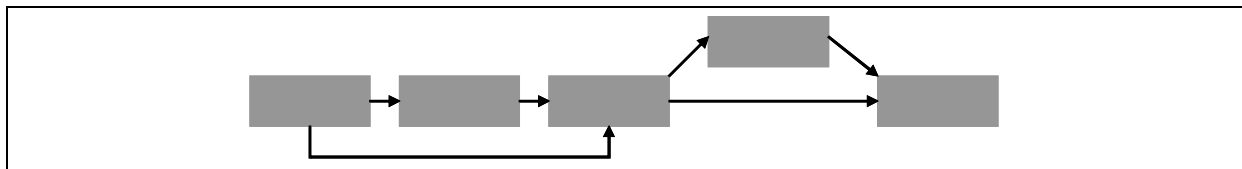


Abbildung 21 Sequentielle Organisation nach [Hor90]

Die Umsetzung dieser strukturellen Anordnung bezogen auf den Inhalt erfolgt bei der Benutzungsoberflächengestaltung für technische Systeme besonders durch [Züh04]:

- Menüs,
- Reiternavigation,
- Hyperlinks.

Menüs sind die am häufigsten angewandten Navigationselemente [Her06]. Meist ist eine Menüleiste am oberen Bildschirmrand angeordnet. Menüs sind hierarchisch strukturiert. Beliebter hingegen ist die sog. Reiternavigation oder Navigation über Tabs [Züh04]. Durch die Auswahl einer Reiterlasche wird der Inhalt des zugehörigen Fensters vollständig gewechselt. So können Funktionen und Objekte, die zu einer Kategorie gehören, sinnvoll angezeigt und bearbeitet werden. Zur stärkeren Führung des Nutzers lassen sich bei diesem Navigationselement so genannte Wizards oder Funktionstasten integrieren. Wizards leiten den Nutzer in Einzelschritten durch die Bearbeitung einer Aufgabe, ohne dass dem Nutzer die Komplexität der Aufgabe insgesamt bewusst wird. Hyperlinks werden hingegen eingesetzt, um einem Nutzer nähere Informationen zu einem bestimmten Thema bzw. Schlagwörtern darzulegen. Die zusätzlich erläuterten Wörter oder Sätze werden hierzu andersfarbig markiert und unterstrichen dargestellt.

Die erläuterten Navigationselemente führen in der Kombination untereinander zu Navigationsstrukturen, die dem Nutzer als Einstieg zur Navigation in eine technische Benutzungsoberfläche dienen. Einige werden im Folgenden vorgestellt:

- Baumstruktur,
- Sitemap,
- Suche,
- Wizard.

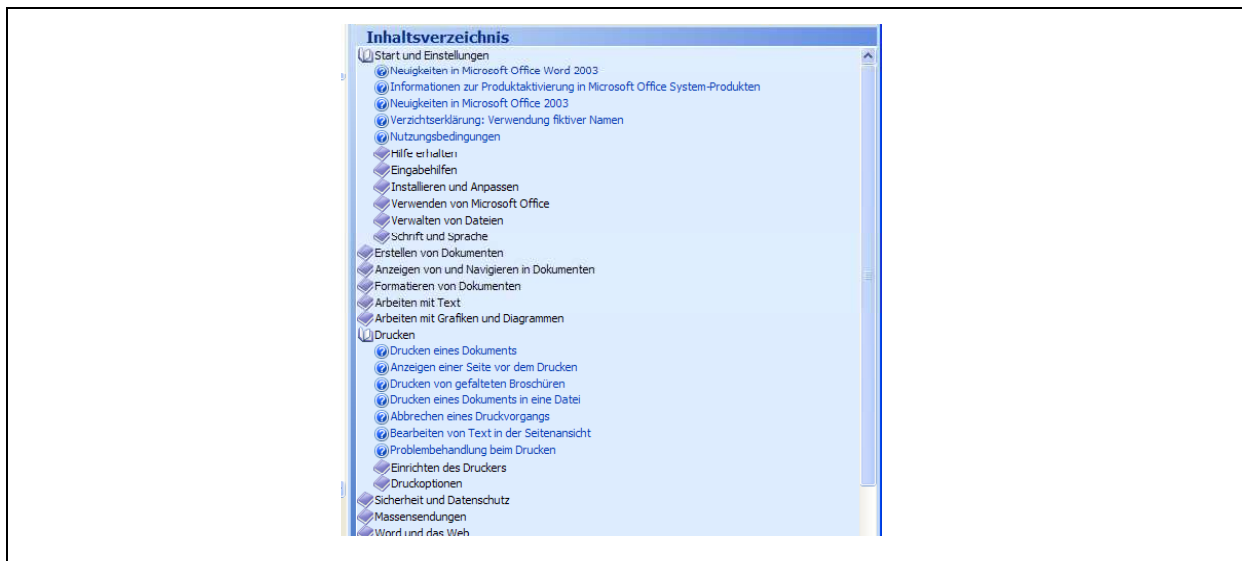


Abbildung 22 Baumstruktur (Screenshot aus dem Hilfesystem von Microsoft Word)

Baumstrukturen (vgl. Abbildung 22) dienen zum einen der Darstellung des gesamten Inhalts innerhalb eines Systems. Zum anderen ermöglicht die Darstellung eine Navigation und Auswahl von Bereichen und Objekten durch eine hierarchische Anordnung der Objekte.



Abbildung 23 Sitemap (Screenshot aus der Hilfssystemsoftware zum Adobe Illustrator CS von ADOBE)

Im Bereich von Benutzungsoberflächen für technische Systeme werden Sitemaps heutzutage selten verwendet. Häufiger werden sie bisher in webbasierten Bedien- und Hilfesystemen eingesetzt. Sitemaps (vgl. Abbildung 23) geben einen Überblick über den gesamten Inhalt des Systems.



Abbildung 24 Suche (Screenshot aus dem Hilfesystem von Microsoft Word)

In Benutzungsoberflächen wird eine Suche (vgl. Abbildung 24) häufig im Bereich des Hilfesystems ermöglicht. Dort werden einem Nutzer entsprechend seiner Eingabe Ergebnisse angezeigt. Bei einer Suche wird in produktionstechnischen Systemen vor allem die indexbasierte Suche eingesetzt [Her06]. Der Index-Suche steht ein globales Inhaltsverzeichnis zur Verfügung. Die Sortierung der Inhalte erfolgt in alphabetischer, thematischer oder hierarchischer Form [Her06].

Bei vielen Benutzungsoberflächen werden dem Nutzer heutzutage Kombinationen aus Baumstruktur, Sitemap, Menüs und Hyperlinks angeboten, so dass er seine favorisierte Navigationsart nutzen kann.

Untersuchungen, die die strukturellen Vorgehensweisen und Navigationsarten von Nutzern analysierten, wurden von Pask und Ford (vgl. [Pas73], [Pas76]) durchgeführt. Sie untersuchten hierzu Informationssuchstrategien, die sich entweder in eine eher globale, ganzheitliche Suchstrategie oder in eine eher lokale, serielle und analytische Suchweise teilten. Nach Pask tendieren so genannte „Holists“ zu einer globalen Strategie, bei der sie einen konzeptuellen Überblick anstreben und schon relativ früh Beziehungen und Interdependenzen innerhalb des Lernfelds erkennen. Dem gegenüber lernen „Serialists“ eher sequentiell, indem sie eher in den Details einer Struktur arbeiten. Einen Überblick über den Inhalt erhalten sie erst spät im Lernprozess. Der „kognitive Stil“ eines Nutzers zeigt sich in den Untersuchungen als konsistent [For85]. „Kognitive Stile“ (cognitive styles) beschreiben dabei Vorgehensweisen, Strategien und Präferenzen der Nutzer innerhalb ihrer Navigation und Informationsstrukturierung [Jon93].

Ford u.a. unterscheiden die Navigations- bzw. Lernstrategien bezüglich der Dimensionen „Field Independent“ und „Field Dependent“ [For02]. Sie fanden heraus, dass Lernende der Gruppe „Field Independent“ eine analytische Vorgehensweise vorziehen und sich das Lernfeld selbst nach ihrem Verständnis strukturieren. Lernende der Gruppe „Field Dependent“ folgen lieber einem vorstrukturierten Lernprogramm, übernehmen gerne vorgegebene Ziele und fühlen sich eher als „Beobachter“ der Lernmaterie und nicht als „Analysten oder Forscher“. Zudem sind diese eher sozial orientiert und wünschen beim Lernen Kontakt zu anderen Lernenden (vgl. [Ceg06]).

An der Universität Aachen wurde die Performance von jüngeren und älteren Probanden im Umgang mit Mobiltelefonen untersucht. Zudem wurden sie hinsichtlich verschiedener Intelligenzdimensionen getestet. Alle Probanden stellten hier neue Nutzer von Mobiltelefonen dar. Es zeigte sich insbesondere eine hohe Korrelation zwischen der Performance und dem räumlichen Vorstellungsvermögen des Probanden. Zudem zeigt diese Studie, dass gute verbale Gedächtnisleistung mit einer schnelleren Bearbeitung von Aufgaben einhergeht, während eine höhere räumliche Gedächtnisleistung dazu führt, dass mehr Aufgaben gelöst werden können. Unterschiede in der Kontrollüberzeugung (vgl. auch [Bei04]) brachten keine Unterschiede in der Lösungsgeschwindigkeit der Aufgabe, führten allerdings bei einer niedrigeren Ausprägung eher zu einem Abbruch der Aufgabe [Bay02].

Der Übersichtsartikel von Dillon und Watson [Dil96] greift ebenfalls mehrere Untersuchungen bezüglich bestimmter Intelligenzdimensionen und deren Auswirkungen auf die Performance mit unterschiedlichen Systemen auf. Neben den bisher genannten und als wichtig betonten Intelligenzdimensionen verbale und räumliche Gedächtnisleistung sowie räumliches Vorstellungsvermögen betonen die Autoren auch den Einfluss der Intelligenzdimension logisches Schlussfolgern/Regelerkennen („Reasoning“) auf die Performance.

Die Berücksichtigung individueller Strukturierungs- und Visualisierungsmerkmale führt zur Personalisierung von Systemen. Personalisierung wird schon seit längerem in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt. Was unter Personalisierung genau zu verstehen ist und wie bei der Personalisierung eines Systems genau vorgegangen wird, wird im Folgenden erläutert.

## **2.4 Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen**

### **2.4.1 Begriffsdefinitionen**

Im Laufe der letzten Jahre sind speziell im Bereich Softwareentwicklung und Benutzungsoberflächengestaltung unterschiedliche Personalisierungsansätze entwickelt worden [Bal88] [Rit01] [Hin04]. Diese Ansätze lassen sich in das Schema von Abbildung 25 einordnen. Die Personalisierung von Benutzungsoberflächen gliedert sich in veränderliche und starre Systeme. Veränderliche Systeme passen sich durch die Interaktion mit Nutzern

an die jeweiligen Bedürfnisse in Echtzeit an. Starre Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass schon während der Entwicklung der Benutzungsoberflächen verschiedene Personalisierungsaspekte berücksichtigt werden und unterschiedliche, angepasste Systeme am Ende des Entwicklungsprozesses entstehen. Während der Laufzeit erfolgt hier keine Anpassung der personalisierten Bereiche mehr. Veränderliche Systeme werden in adaptive und adaptierbare Systeme unterteilt. Nach Fink und Kobsa passen sich adaptive Systeme automatisch durch Nutzereingaben an Nutzer an [Fin98]. Adaptierbare Systeme werden von Nutzern gesteuert angepasst, indem diese vor der eigentlichen Nutzung Angaben über ihre Präferenzen und Eigenschaften macht [Her06].

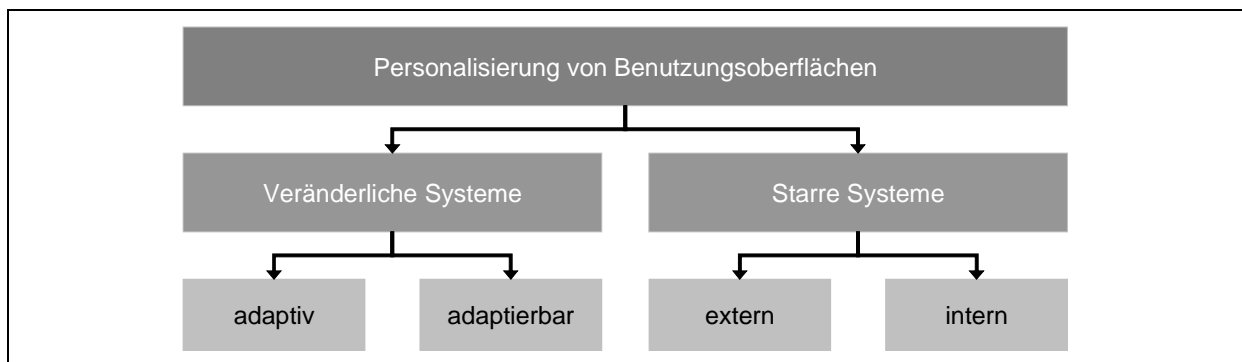


Abbildung 25 Personalisierung von Benutzungsoberflächen [Thi06a]

Starre Systeme werden durch „manuelle“ Personalisierung verändert. Das System wird durch Experten im Vorfeld an die Bedürfnisse und Anforderungen von Nutzern angepasst, so dass der einzelne Nutzer oder das System im Nachhinein keine Anpassungen mehr vornehmen müssen. Das System ist nach der Entwicklung daher „starr“ (vgl. Abbildung 25). Bei solchen Systemen werden adaptive und adaptierbare Systeme als zusätzliche Personalisierungsinstrumente überflüssig [Pen02]. Innerhalb dieser starren Systeme lässt sich die Art der Faktoren, die zur Personalisierung der Oberflächen beitragen, in interne Faktoren und externe Faktoren unterscheiden. Interne Faktoren sind persönliche Einstellungen (wie z.B. Farben, Kontraste), Meinungen und Wünsche von Nutzern [Bay02]. Unter externen Faktoren werden rollenbedingte Aspekte wie der Beruf, die Ausbildung und die Aufgaben von Nutzern verstanden [Eng02]. Dies wirkt sich beispielsweise auf Zugriffsrechte und Nutzergruppendefinitionen aus.

Diese Unterscheidung zwischen starren und veränderlichen Benutzungsoberflächen wurde in einer Studie [Fin04] zur Untersuchung unterschiedlicher **Menü-Arten** zu Grunde gelegt. Dabei wurde das statische Menü nicht personalisiert und die anderen beiden passten sich an die Testpersonen an. Die Mehrheit der Testpersonen bevorzugten die beiden personalisierten Menüs gegenüber dem nicht personalisierten. Die Studie vergleicht jedoch kein statisches personalisiertes System mit den beiden veränderlichen.



Eine weitere Unterscheidung, die bei der Einordnung des Begriffs „Personalisierung“ wichtig ist, betrifft die **Anzahl der Nutzer**, für welche die Personalisierung vorgenommen wird. Die Anpassungsleistung, die unter Individualisierung verstanden wird, bezieht sich auf einen einzelnen Nutzer [Mül04]. Personalisierung hingegen wird als Oberbegriff verstanden und bezieht sich auf eine Gruppe von Nutzern, die sich in ihren Eigenschaften ähneln [Woy97] und für die eine Personalisierung vorgenommen wird.

Bei einer übergeordneten Betrachtung von Personalisierung existieren drei unterschiedliche **Sichtweisen**: marketing-orientiert, computer-orientiert und nutzerorientiert. Jeweils werden unterschiedliche Aspekte der Personalisierung in den Vordergrund gestellt. Aber alle drei sind verwandt miteinander und meist werden einzelne Aspekte bei der Personalisierung von Systemen miteinander verbunden. Das Marketing nutzt die Personalisierung vornehmlich beim elektronischen Verkauf von Produkten (eCommerce). Nutzern soll persönlicher Service im elektronischen Umfeld zur Verfügung gestellt werden [Pep93]. Die computer-orientierte Sichtweise behandelt die technischen Aspekte der Personalisierung. Unterschiedliche, veränderbare – adaptive (systeminitiiert) oder adaptierbare (nutzerinitiierte) – oder starre Konzepte zur Personalisierung werden entwickelt, miteinander verglichen und deren Auswirkungen auf Nutzer in der Literatur diskutiert [Kob93]. Dies ist auch das Gebiet, das im Bereich der Personalisierung am weitestgehenden erforscht ist. Schließlich berücksichtigt die nutzerorientierte Sichtweise der Personalisierung unterschiedliche Motive von Nutzern zur Personalisierung von Systemen. Motive liegen zum einen in der Arbeit von Nutzern begründet – gefilterte Informationen, Anpassung der Funktionalität zur effizienteren Erreichung der Arbeitsziele und individuelle Anpassungen zur Verbesserung der Leistung. Zum anderen spielen soziale Anforderungen eine große Rolle. Darunter sind Emotionen und Identifikation mit personalisierten Produkten zu verstehen [Blo00]. Diese drei Sichtweisen zeigen die Komplexität von Personalisierung auf. Jeder einzelne Bereich ist für sich allein genommen schon sehr vielfältig. Im Folgenden konzentriert sich die Arbeit auf die technische, computer-orientierte Sichtweise von Personalisierung, da durch sie personalisierte Systeme entwickelt und bereitgestellt werden.

#### 2.4.2 Vorgehensweise bei der Personalisierung von Systemen

Bevor ein System an Nutzer angepasst ist, müssen zunächst **Nutzerdaten** erhoben werden. Dies kann mit den in Kapitel 2.3.2.1 beschriebenen Methoden vorgenommen werden. Ein entscheidender Bestandteil der Personalisierung ist der Zeitpunkt der Datenerhebung.

- Beim integrierten Erwerb der Nutzerdaten ist die eigentliche Datenerfassung für den Nutzer selbst nicht direkt wahrnehmbar, denn sie geschieht im Hintergrund während der Interaktion zwischen dem System und dem Nutzer. Die Erfassung beginnt mit dem erstmaligen Benutzen des Systems. Eine Personalisierung – und damit auch die Vorteile für den Nutzer – sind somit nicht gleich zu Anfang möglich [Kob93].

- Beim separierten Erwerb der Daten kann eine Personalisierung schon stattfinden, bevor der Nutzer mit dem System gearbeitet hat. Eine Erfassung der Daten vor dem ersten Benutzen vermag Nutzer davor zurückschrecken lassen, ihre Daten preiszugeben, um anschließend das System benutzen zu können. Diese Art der Datenerfassung bedarf daher weiterer Erklärungen für Nutzer [Nie02].

Die gesammelten Daten werden in verschiedenen Modellen strukturiert, um sie für die Personalisierung entsprechend abrufen zu können. Einige Modelle werden im Folgenden dargestellt.

Ein **Benutzermodell** bildet den Nutzer mit all seinen Merkmalen ab. Dieses Modell ist im weiteren Verlauf die Grundlage aller Anpassungsleistungen einer Personalisierung. In der Literatur werden dem Begriff Benutzermodell unterschiedliche Interpretationen zugeschrieben:

- Das Benutzermodell ist ein Modell des Systems über den Nutzer. Es entsteht ein Dialog zwischen dem Nutzer und dem System, wobei beide eine aktive Rolle einnehmen. Ziel ist eine Kooperation zwischen dem System und dem Nutzer [Bal88].
- Das Benutzermodell umfasst Wissen über jeden individuellen Nutzer, das es ermöglicht, sie voneinander zu unterscheiden. Das Modell beinhaltet Fakten oder Annahmen über Eigenschaften des Nutzers. Diese abstrahiert das System aus der Interaktion und sie sind durch eine Vielzahl von Kriterien und Faktoren bestimmt. Differenziert wird in allgemeine, statische Persönlichkeitsmerkmale und spezielle, dynamische aufgaben- und kontextspezifische Informationen [Bod90].
- Das Benutzermodell bildet die Voraussetzung für ein an die individuellen Eigenschaften des Nutzers angepasstes Verhalten des Systems. Ziel ist eine optimale Unterstützung des Nutzers bei der Verwendung des Systems [Woy97].

Die im Benutzermodell abgelegten Daten gliedern sich in: Daten über den Nutzer selbst, Daten über die Interaktion des Nutzers mit dem System und Daten über die Umgebung des Nutzers, die keinen direkten Bezug zu den Nutzereigenschaften aufweisen [Kob93].

Im Gegensatz zum Benutzermodell haben Courage und Baxter eine **dreistufige Vorgehensweise** entworfen [Cou05], um wichtige Informationen über Nutzer eines bestimmten Produktes zu erhalten und in den Entwicklungsprozess einfließen zu lassen:

1. Zuerst werden Nutzerprofile (vgl. Kapitel 2.3.2.2) erstellt. Diese beinhalten eine detaillierte, allgemeine Beschreibung von Nutzern. Beispielsweise werden Alter, Beruf und Erfahrungen aufgeführt.
2. Im zweiten Schritt werden aufbauend auf den Nutzerprofilen Personas (vgl. Kapitel 2.3.2.2) nach Cooper entwickelt [Coo99]. Diese beinhalten die zuvor entwickelten

Nutzerprofile und ergänzen diese um weitere Details, so dass aus allgemeinen Profilen fiktive, individuelle Personas entstehen.

3. Im letzten Schritt wird für jede Persona ein Szenario (vgl. Kapitel 2.3.2.2) definiert. Dabei beginnt die Beschreibung des Szenarios bei der Persona selbst und führt über die zu lösende Aufgabe zur Beschreibung, wie die Persona eine bestimmte Aufgabe löst oder sich in einer bestimmten Situation verhält.

Anhand dieses dreistufigen Konzeptes können Nutzeranforderungen in Form von Nutzerprofilen zusammengefasst, durch das Entwerfen von Personas konkretisiert und auf spezifische Aufgaben und Probleme einer neu zu entwickelnden Benutzungsoberfläche angewandt und gelöst werden [Ste04].

Den Kern der Personalisierung betreffen die **Aspekte des Systems**, die durch die Personalisierung verändert werden. Dabei können fünf verschiedene Bereiche unterschieden werden: die Funktionalität, die Schnittstelle, der Inhalt [Opp94], das Aussehen [Blo02a] und die Strukturierung [Thi07a]. Ein Beispiel für Funktionalität und Schnittstelle ist das Verstecken selten genutzter Funktionen in Menüs bei Microsoft Office Word. Personalisierung des Inhalts geschieht im Internet exemplarisch durch die Anzeige ausschließlich nutzerspezifischer Nachrichten. Das Aussehen kann durch den Wechsel des Bildschirmhintergrundes personalisiert werden. Ein System kann, wie im vorherigen Kapitel erläutert, beispielsweise mit netzartigen oder hierarchischen Strukturen aufgebaut sein.

### 2.4.3 Anwendungen von Personalisierungsansätzen

Die Personalisierung von Benutzungsoberflächen in der Produktionsumgebung beschränkt sich heute überwiegend auf Nutzergruppen [Ehr07] und gehört somit zu den starren Systemen aufgrund von externen Faktoren. Nutzergruppen unterscheiden sich durch unterschiedliche Aufgaben, während Nutzer einer Gruppe dieselben Aufgaben haben (vgl. Kapitel 2.3.2.2). Eine spezifische Berücksichtigung persönlicher Eigenschaften und Bedürfnisse wird nicht umgesetzt. Selbst die Personalisierung für Nutzergruppen beschränkt sich im Regelfall auf die Festlegung der Zugriffsrechte für bestimmte Bereiche einer Benutzungsoberfläche. Die Berücksichtigung nutzergruppenspezifischer Aufgaben in der Produktionsumgebung erfolgt durch die Strukturierung von Aufgaben und Zuordnung von Nutzergruppen. Dies wird beispielsweise mit Hilfe von useML (vgl. Kapitel 2.2.2) umgesetzt. Aufgaben werden durch Attribute bestimmten Nutzergruppen zugeordnet und im Benutzungsmodell abgelegt. Das Benutzungsmodell bildet die Grundlage zur Entwicklung nutzergruppenspezifischer, aufgabenorientierter Benutzungsoberflächen.

Ein weiteres System, welches aufgrund von externen Faktoren personalisiert wurde, ist ein nutzergruppenorientiertes Wartungs-Management-System [But03]. Hierbei wurden auf Basis einer Anforderungsanalyse Nutzerbefragungen mit Wartungstechnikern und Bereichsleitern

als Vertreter der berücksichtigten Nutzergruppen durchgeführt. Die Anforderungen der beiden Nutzergruppen wurden in unterschiedlichen Ausprägungen eines Prototyps umgesetzt. Entweder entstanden nutzergruppenspezifische Bereiche oder es wurden zusätzliche Aspekte für eine Nutzergruppe hinzugefügt. Die Evaluation des Prototyps zeigte, dass eine nutzergruppenspezifische Umsetzung Vorteile gegenüber standardisierten Systemen aufweist. So wurde beispielsweise die Aufgabenangemessenheit des Prototyps als sehr positiv bewertet.

Ein Beispiel zur Personalisierung von Benutzungsoberflächen aufgrund interner Faktoren wurde in einer bereits in Kapitel 2.3.3 erwähnten Studie vorgenommen. Hierbei wurden verschiedene Prototypen (extrovertiert, introvertiert und neutral) gestaltet [Kar02] und Nutzer mit diesen Eigenschaften bevorzugten eindeutig „ihr“ System.

Bei variablen Systemen wird häufig eine Verknüpfung adaptierbarer und adaptiver Komponenten angewendet. Verschiedene Möglichkeiten der Personalisierung erlauben Nutzern, Einstellungen am System zur verbesserten Anpassung an ihre Bedürfnisse zu ändern, wohingegen andere Komponenten sich automatisch durch Nutzereingaben anpassen. Ein Beispiel für ein System, welches Komponenten aus beiden Bereichen verwendet, ist Amazon.de. Das Internetportal bietet in erster Linie Bücher und CDs zum Kauf an. Die Empfehlungen für verschiedene Produkte können auf Grundlage adaptierbarer und/oder adaptiver Komponenten beruhen. Adaptierbare Komponenten erfordern eine Auswahl unterschiedlicher Interessen aus einer Liste von Kategorien zur Eingrenzung von Nutzerinteressen, Spezifikationen zuletzt gekaufter Produkte oder eine Detaillierung der angegebenen Interessen. Aufgrund dieser Angaben erfolgen Empfehlungen für unterschiedliche Produkte. Bei adaptiven Komponenten werden bei der Auswahl eines bestimmten Produktes weitere Vorschläge für andere Produkte gemacht. Dabei wird das Kaufverhalten bisheriger Nutzer als Grundlage für diese Empfehlungen verwendet. Dieses adaptive Verfahren wird ohne Angaben, Spezifikationen und Detaillierungen des Nutzers angewendet, um Nutzern Empfehlungen anzubieten. Demgemäß arbeitet Amazon.de am effektivsten bei der Verwendung beider Komponenten: Nutzereingaben zur Spezifikation der Interessen und bisherige Verhalten von Käufern werden als Grundlage für Empfehlungen verwendet. Eine detailliertere Beschreibung des Personalisierungsmodells von Amazon.de wird in [Tsc06] gegeben.

Riemer [Rie06] vergleicht in einer empirischen Studie Suchmaschinen hinsichtlich ihrer Verwendung von Personalisierungsansätzen. Die Studie zeigt, dass die Anwendung von bestehenden Personalisierungsansätzen in der Praxis noch sehr eingeschränkt erfolgt. Die Personalisierung heutiger Suchmaschinen beschränkt sich des Weiteren allein auf die Aufbereitung der Inhalte und vernachlässigt vollends die Personalisierung der Gestaltung und der Strukturierung. Die nächsten Forschungsschritte in der Entwicklung von

Personalisierungsmöglichkeiten werden nach Riemer Verbesserungen des Personalisierungsangebotes in Richtung Design werden.

Zur Erfassung des zusätzlichen Nutzens von personalisierten gegenüber nicht personalisierten Webseiten für Endanwender als auch für Geschäftsinteressenten der Webseiten, die Produkte über die Webseiten kaufen bzw. verkaufen wollen, wurde eine umfassende Studie von IBM durchgeführt [Kar03]. Umgesetzt wurden unterschiedliche Personalisierungselemente, wovon sich der Zusatznutzen der Personalisierung für beide Gruppen mittels Befragungen ermitteln ließ. Für Nutzer ergaben sich beispielsweise folgende Vorteile: Kontrolle ihrer persönlichen Daten, Vertrauen, Zeitersparnis und Arbeitsunterstützung. Geschäftsinteressenten sahen in der Personalisierung eine erhöhte Kundenbindung, erweiterte Marketingeffekte, was im nächsten Schritt dann zu finanziellen und organisatorischen Vorteilen führt. Dieser Zusatznutzen der Personalisierung wird auch von [Kob07] bestätigt. Dabei wird aber deutlich, dass Nutzern die möglichen Vorteile der Personalisierung, die sie ihnen bietet, kommuniziert werden müssen, um sie dazu zu bewegen, die notwendigen persönlichen Daten bereitzustellen. Ansonsten werden noch so gut entwickelte personalisierte Systeme nicht verwendet und ihre Vorteile können sich für beide Gruppen nicht auszahlen.

#### **2.4.4 Bewertung der vorgestellten Personalisierungsansätze**

Allen beschriebenen Ansätzen gemein ist die Fokussierung auf den Nutzer des Systems. Besonders die aufgabenorientierte und ergonomische Systemgestaltung steht dabei im Vordergrund. Der Ansatz der Benutzermodellierung wird vor allem im Bereich der veränderlichen Systeme eingesetzt. Die erhobenen Daten werden vom Nutzer – bewusst oder unbewusst – eingegeben. Daher können sie sowohl externe als auch interne Faktoren enthalten. Die Personalisierung des Wartungs-Management-Systems [But03] orientiert sich an den Arbeitsaufgaben von Nutzern, also externen Faktoren. Persönliche Nutzeraspekte werden beim Persona-Ansatz [Coo99], bei Karsvall [Kar02] und bei Courage und Baxter [Cou05] fokussiert.

Den Ansätzen im Bereich der „starrten“ Systeme mangelt es jedoch an der Berücksichtigung komplexer persönlicher Präferenzen von Nutzern. Sie beschränken sich auf die Umsetzung der in dem jeweiligen Ansatz fokussierten Daten, die jeweils nur einen Teil der Nutzerpräferenzen beinhalten. Am Ende entsteht meist nur ein System, das wiederum mehreren Nutzern gerecht werden soll. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei diesen bisherigen Ansätzen für Standardbenutzungsoberflächen die Präferenzen einzelner Nutzer nur unzureichend umgesetzt werden. Die Verallgemeinerung von Benutzungsoberflächen, eine so genannte 80%-Lösung mit aufgabenorientiertem Ansatz, führt zu einer nicht zufrieden stellenden Lösung aus Sichtweise einzelner Nutzer. Präferenzen und Anforderungen von Nutzern werden nur berücksichtigt, wenn sie

ausdrücklich einen Bezug zu den Aufgaben darstellen oder wenn diese allen Nutzern gemein sind. Um jedoch Benutzungsoberflächen als „persönlich“ darzustellen, müssen sie in mehr als nur einer Hinsicht an die Präferenzen und Anforderungen der Nutzer angepasst werden.

Zur umfassenden Berücksichtigung von Nutzeranforderungen und -präferenzen muss eine Integration der Personalisierung in strukturierte Entwicklungsprozesse für Benutzungsoberflächen erfolgen. Dies wurde bisher in keinem Ansatz umgesetzt. Mit den bisherigen Konzepten wurden einzelne Systeme personalisiert, um deren Auswirkungen auf die Benutzung zu überprüfen und darzustellen. Eine systematische und prozessorientierte Entwicklung von personalisierten Benutzungsoberflächen findet nicht statt. Des Weiteren bezieht sich die Mehrheit bisheriger Ansätze auf die Konsumgüterindustrie. Allein das Wartungsmanagementsystem von [But03] beschäftigte sich mit der Verfahrenstechnik. Für die Produktionsumgebung existiert kein Konzept zur Entwicklung personalisierter Benutzungsoberflächen.

Bei der Benutzermodellierung zur Beschreibung der Daten für die veränderlichen Systeme kann nur der Grad von Personalisierung umgesetzt werden, den der Nutzer auch gewillt ist, preiszugeben. Die Problematik liegt ferner darin, dass vielen Nutzern der Aufwand der Dateneingabe überhaupt oder die für eine exakte Personalisierung notwendige Datenvielfalt zu hoch ist und sie eine schlechtere Personalisierung oder gar keine Personalisierung vorziehen. Zusätzlich wurden bei der Datenerhebung zur Personalisierung durch veränderliche Systeme die Herausforderungen hinsichtlich der persönlichen Präferenzen im Bereich der Gestaltung und der Strukturierung von Benutzungsoberflächen noch nicht bewältigt.

Nachweisliche Vorteile der Personalisierung wurden in einer umfassenden Studie von IBM gezeigt [Kar03]. Problematisch ist dabei die Erfassung der Vorteile in belegbaren Kennzahlen. So konnte dies in dieser ersten Studie zur Erhebung des Zusatznutzens der Personalisierung nicht belegt werden. Jedoch zeigt allein schon die positive Einschätzung der Auswirkungen der Personalisierung beider Gruppen die Nachhaltigkeit des Einsatzes von Personalisierungselementen. Die beschriebenen Vorteile der Nutzer sind mehr oder weniger ebenso auf technische Benutzungsoberflächen übertragbar: Kontrolle ihrer persönlichen Daten, Zeitersparnis und Arbeitsunterstützung. Geschäftsinteressenten werden in der Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen zunächst einmal erweiterte Marketingeffekte sehen, die sich direkt aus den Nutzervorteilen ableiten lassen.

Im Stand der Technik wurden einerseits Eigenschaften und Präferenzen von Nutzern bezüglich der Benutzungsoberflächengestaltung dargelegt. Andererseits wurden Personalisierungsansätze vorgestellt, die bisher beispielhaft oder kommerziell umgesetzt wurden. Dies bietet die Grundlage zur Entwicklung personalisierter, technischer Benutzungsoberflächen im Investitionsgüterbereich. Zur standardisierten Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen wurde zum einen der Ueware-

Entwicklungsprozess [vgl. Böd07] als Grundlage vorgestellt; zum anderen wurden Analysemethoden zur Erhebung benutzungsoberflächenspezifischer Nutzereigenschaften und -präferenzen beschrieben. Diese vier Elemente beschreiben die Voraussetzungen zur standardisierten Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen.

### 3 Problemstellung und Zielsetzung

#### 3.1 Problemstellung

Usability-Engineering zur Umsetzung einer gebrauchstauglichen Useware für die Benutzung unterschiedlicher Maschinen ist vom allgemeinen Verständnis her eine Disziplin, deren Daseinsberechtigung sich aus der generellen Problematik der Entwicklung nutzerfreundlicher Geräte ergibt. Dennoch wird der Prozess zur konsequenten Einbindung und Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit von Produkten bisher noch wenig in industrielle Entwicklungen in der Investitionsgüterindustrie integriert. Dies liegt zum einen daran, dass eine Kosten-Nutzen-Rechnung für die Steigerung von Usability nur schwer möglich ist. Zum anderen herrscht während der Entwicklung in der Mehrheit der Fälle eine starke funktionale Orientierung der Entwickler (vgl. Abbildung 26), die nicht bezüglich Gebrauchstauglichkeit oder Aufgabenorientierung hinterfragt wird. Diese Funktionsorientierung stellt die erste Stufe der Entwicklung nutzergerechter und gebrauchstauglicher Geräte dar. Die Pyramide zeigt die einzelnen Stufen der Nutzerorientierung zur Steigerung der Usability und Bedieneffizienz technischer Benutzungsoberflächen.

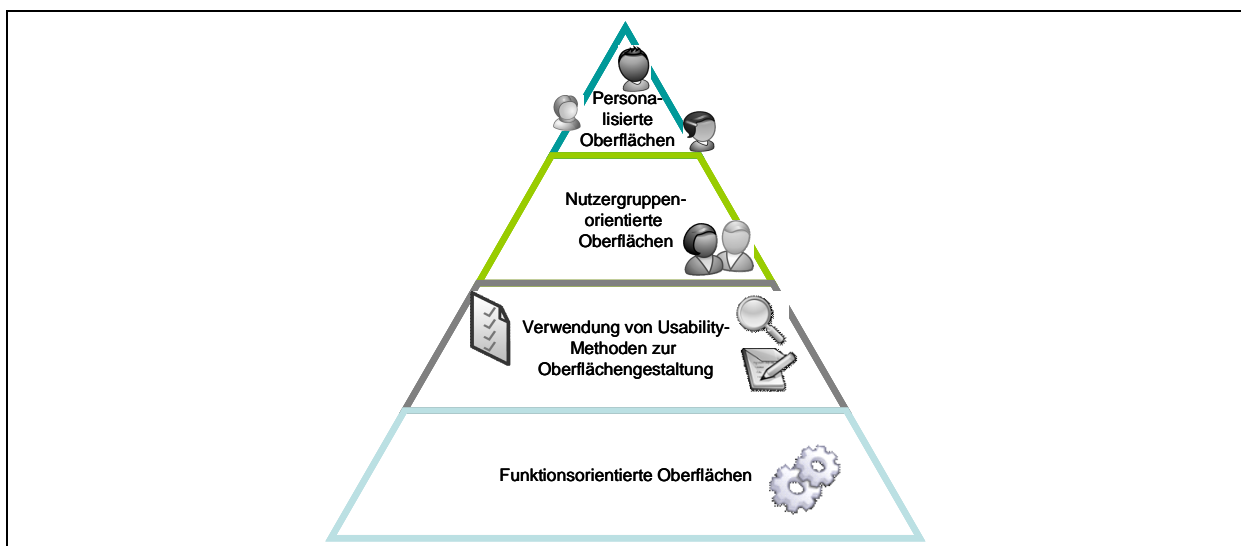


Abbildung 26 Pyramide der Nutzerorientierung zur Steigerung der Usability und Bedieneffizienz

Die Entwicklung von Benutzungsoberflächen kann im gesamten Prozess durch die Verwendung verschiedenster Usability-Methoden stärker an den Bedürfnissen der Nutzer ausgerichtet werden. Usability-Methoden erheben Anforderungen von Nutzern an



technischen Benutzungsoberflächen, indem sie Bewertungen einzelner Entwicklungsstadien bzw. -ergebnisse mit Hilfe unterschiedlichster Formen der Nutzerintegration in den Entwicklungsprozess durchführen und mögliche Anpassungen und Verbesserungen als Ergebnis liefern.

Wie im Stand der Technik dargestellt, repräsentieren Nutzer häufig verschiedene Rollen, die ihren beruflichen Aufgabenbereich beschreiben. Im Bereich der Produktionsautomatisierung und der Benutzungsoberflächengestaltung für Investitionsgüter wird bisher eine Berücksichtigung der Aufgaben anhand von Nutzergruppen umgesetzt. Die Aufgaben werden Nutzergruppen zugeordnet. Auf dieser Grundlage erfolgt die Entwicklung von nutzergruppenspezifischen Benutzungsoberflächen. Im Bereich von Webseiten wird eine umfangreichere Anpassung der Oberflächen an den jeweiligen Nutzer schon vielfach genutzt, indem Nutzerpräferenzen und -eigenschaften, Nutzungsmodalitäten und -besonderheiten mit in die Entwicklung variabler, personalisierter Systeme einbezogen werden. So wird eine stärkere Konzentration auf einzelne Nutzer und auf deren Bedürfnisse erzielt. Die Berücksichtigung weitergehender nutzerspezifischer Präferenzen findet innerhalb der Produktionsautomatisierung bisher nicht statt.

Die Tatsache, dass allein die Berücksichtigung aufgabenspezifischer Inhalte in der Produktionsumgebung als „Personalisierung“ von Systemen bezeichnet wird, weist darauf hin, dass in diesem Bereich eine sehr starke Aufgabenorientierung besteht. Der Nutzer und seine Präferenzen, die unabhängig von seinen Aufgaben sind, werden bisher vernachlässigt. Dies kann beispielsweise daran liegen, dass der Nutzen der Personalisierung technischer Benutzungsoberflächen für die Investitionsgüterindustrie noch nicht nachgewiesen wurde. Das Umdenken, welches in weiten Bereichen der Konsumgüterindustrie schon stattgefunden hat, hat diese Branche noch nicht erreicht. Um aber aufgrund der steigenden Informationsflut Nutzern gewünschte Informationen adäquat zur Verfügung zu stellen und ihre Aufgabenbearbeitung weiterhin in einer angemessenen Form zu ermöglichen, ist die Umsetzung einer weiteren Stufe zur Steigerung der Usability und Bedienereffizienz notwendig. So begegnen personalisierte Benutzungsoberflächen, die benutzungsoberflächenspezifische Präferenzen berücksichtigen, dieser Problematik, wie die Erfolge der personalisierbaren Konsumgüter zeigen: Die Systeme werden häufiger verwendet und eine leichtere Erlernbarkeit fördert die Verbreitung solcher Produkte. Des Weiteren führt eine Personalisierung zur stärkeren Berücksichtigung interindividueller Unterschiede und so zur Erhöhung der Anpassung an nutzerspezifische Präferenzen und Interaktionsweisen. Daher kann Personalisierung als höchste Stufe der Nutzerorientierung angesehen werden. Die eben skizzierten Vorteile lassen sich auf die Produktionsumgebung übertragen: Systeme, die durch Personalisierung stärker nutzerspezifische Eigenheiten berücksichtigen, können bei der Interaktion und der Benutzung des Systems zur Erhöhung der Usability, der Bedienereffizienz und des „Joy-of-use“ führen.

### 3.2 Zielsetzung

Die Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen wurde bisher aufgrund spezifischer Funktionen von Maschinen, allgemeiner menschlicher Eigenschaften und ihrer Aufgaben, zusammengefasst zu Nutzergruppen, unter dem Einfluss der Arbeitsumgebung betrachtet (vgl. Abbildung 27). Demgegenüber berücksichtigt der Persona-Ansatz nach Cooper [Coo99] Wünsche und Anforderungen von Nutzern. Davon abgeleitet sind die Ziele dieser Arbeit die **Steigerung der Usability und Bedieneffizienz** mit der Integration personaspezifischer Strukturierungs- und Gestaltungspräferenzen in technische Benutzungsoberflächen von Prüfmaschinen der Produktionsumgebung und die **Erhöhung der Effizienz der Entwicklung** dieser personalisierten technischen Benutzungsoberflächen durch Erweiterungen und Anpassungen des Ueware-Entwicklungsprozesses für die Investitionsgüterindustrie.

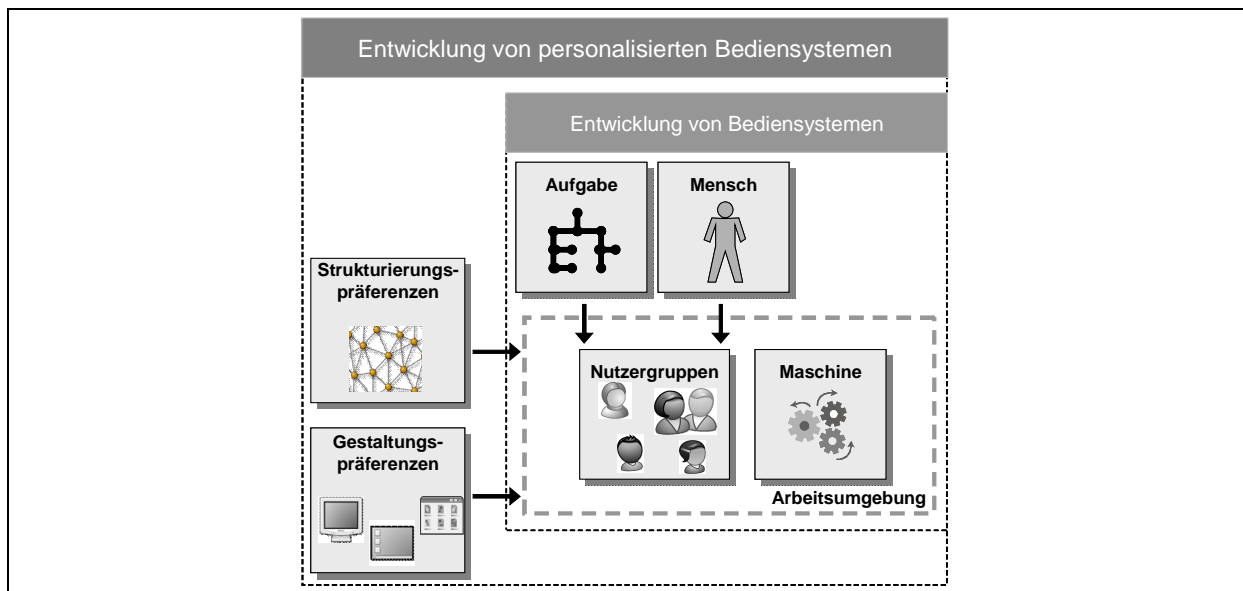


Abbildung 27 Erweiterung der Einflussfaktoren des technischen Benutzungsoberflächenentwicklungsprozesses

Die Personalisierung, bestehend aus der Berücksichtigung von nutzerspezifischen Strukturierungs- und Gestaltungspräferenzen (vgl. Abbildung 27), erweitert die bisherigen Einflussfaktoren Maschine, Nutzergruppe und Arbeitsumgebung der Benutzungsoberflächenentwicklung. Die Herleitung dieser Präferenzen beruht auf Studien von [Blo02a], [Kar02], und [But03]. Deren Einfluss auf die Bedieneffizienz und die Usability von technischen Benutzungsoberflächen in der Produktionsumgebung wird experimentell nachgewiesen. Dazu wurden zwei Benutzungsoberflächen für Prüfmaschinen ausgewählt, weil diese typische Beispiele von technischen Benutzungsoberflächen der Produktionstechnik darstellen. Diese beiden unterscheiden sich in ihrem Komplexitätsgrad.

Zur effizienten Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen erfolgt eine Integration der Personalisierung in den Ueware-Entwicklungsprozess nach [Böd07]. Es wird eine durchgängige und strukturierte Vorgehensweise zur Integration verfolgt, um Entwicklern eine standardisierte Grundlage zur Gestaltung personalisierter Benutzungsoberflächen in der Produktionstechnik zu geben. Für die einzelnen Prozessphasen erfolgt eine Ergänzung und Erweiterung der bisherigen Vorgehensweise um personaspezifische Präferenzen. Dies führt zu einer effizienten Entwicklung personalisierter Benutzungsoberflächen durch einen angepassten Ueware-Entwicklungsprozess. Entwicklern werden in allen spezifischen Prozessphasen Hilfsmittel zur Erstellung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen zur Verfügung gestellt, deren Auswirkungen auf die Bedieneffizienz und Usability nachgewiesen wurden.

### 3.3 Vorgehensweise

Es wird eine Personalisierung, die auf theoretischen und empirischen Grundlagen bezüglich nutzerspezifischer Präferenzen für Benutzungsoberflächen aufbaut, entwickelt. In Ergänzung zu den individuellen Unterscheidungsmerkmalen von Nutzern, die im Stand der Technik erläutert wurden, werden anfangs weitere Personalisierungskriterien und deren Ausprägungen vorgestellt. Gemeinsam bilden sie die theoretische Grundlage zur Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen. Diese theoretische Grundlage der Personalisierung gewährleistet eine Anwendbarkeit dieses Konzeptes in unterschiedlichsten Bereichen. Diese Personalisierung wird im darauf folgenden empirischen Teil auf einen speziellen Bereich im produktionstechnischen Umfeld angewendet und exemplarisch ausgestaltet. Es entstehen dort spezifische Q-Personas auf Grundlage von Nutzeigenschaften und nutzerspezifischer Präferenzen bezüglich Gestaltung und Strukturierung von technischen Benutzungsoberflächen (vgl. Abbildung 28). Q-Personas nach [Coo99] sind als Repräsentanten für verschiedene Nutzer zu verstehen, die unterschiedliche, benutzungsoberflächenspezifische Eigenschaften und Präferenzen aufweisen, aber in sich homogen sind. In diesem Fall sind die Q-Personas konkret auf den produktionstechnischen Bereich anwendbar.

Die Beschreibung der jeweiligen Q-Personas dient im weiteren Verlauf der Arbeit als Grundlage zur Generierung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen. Aufbauend auf den Q-Personas und den dazu entwickelten Oberflächen, werden Hypothesen über die Auswirkungen der einzelnen personalisierten Benutzungsoberflächen auf die Bedieneffizienz und Usability aufgestellt. Zur Überprüfung dieser Hypothesen werden Usability-Tests durchgeführt. Zunächst erfolgt eine Einordnung der Nutzer in Q-Personas durch die Konzeption von unterschiedlichen Tests. Anschließend werden verschiedene personalisierte Benutzungsoberflächen auf Grundlage der Q-Personas entworfen (vgl. Abbildung 28). Nach der Einordnung der Nutzer in Q-Personas werden die passenden personalisierten

Benutzungsoberflächen im Vergleich zu einer neutralen Benutzungsoberfläche anhand von verschiedenen Aufgaben mit Nutzern getestet. Dazu werden Kriterien wie beispielsweise Bearbeitungszeit und Fehlerhäufigkeit im Gegensatz zu pragmatischer und hedonischer Qualität erhoben. So ergeben sich durch den Vergleich von personalisierten und neutralen Oberflächen die Auswirkungen der Personalisierung auf die Bedieneffizienz und Usability.

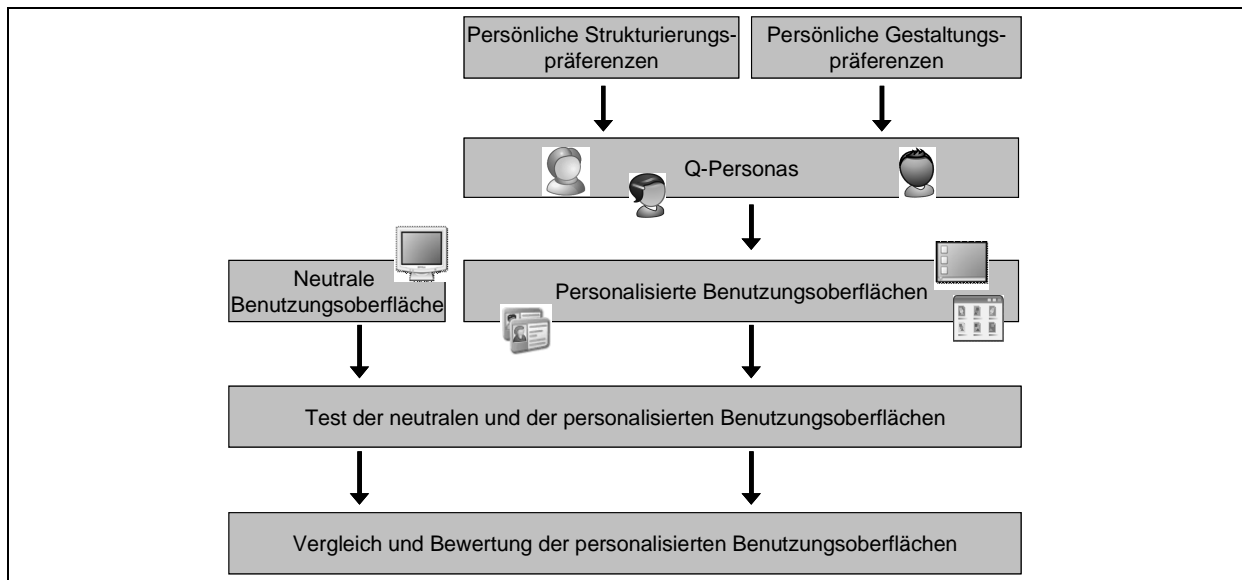


Abbildung 28 Vorgehensweise zur Entwicklung personalisierter Benutzungsoberflächen

Die Anpassungen, die die beschriebene Personalisierung auf die Benutzungsoberflächenentwicklung bewirkt, werden anhand des Ueware-Entwicklungsprozesses nach [Böd07] dargestellt, der sich in die Phasen Analyse, Strukturierung, Gestaltung, Realisierung und einer prozessbegleitenden Evaluation unterteilt. Zusätzlich zur Erhebung der Aufgaben und der Umgebungsbedingungen können in die Analysephase weitere Datenkategorien und Methoden zur Erhebung nutzerspezifischer Präferenzen bezüglich Gestaltung und Strukturierung in die Befragung integriert werden. Die Personalisierung kann in der Strukturgestaltungsphase Veränderungen aufgrund unterschiedlicher persönlicher struktureller Präferenzen ergeben. Aus der Strukturgestaltung heraus und aufgrund der gestalterischen Präferenzen, die in der Analysephase erhoben wurden, entstehen in der Gestaltungsphase unterschiedliche Benutzungsoberflächen, die sich in ihrer Struktur und/oder in ihrem Design unterscheiden. Durch die Integration persönlicher Präferenzen in den Prozess der Benutzungsoberflächengestaltung wird es möglich, eine standardisierte Vorgehensweise zur Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen darzulegen. Es entstehen aus der einmaligen Anwendung des angepassten Ueware-Entwicklungsprozesses mehrere personalisierte Benutzungsoberflächen, die anhand des ursprünglichen Prozesses nach [Böd07] nur durch mehrfache Anwendung entstanden wären.

## 4 Personalisierung von Benutzungsoberflächen

Die Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen erfolgt in dieser Arbeit durch die Berücksichtigung von Gestaltungs- und Strukturierungspräferenzen von Nutzern. Daher werden im folgenden Kapitel zunächst in Ergänzung zu den im Stand der Technik aufgeführten Gestaltungs- und Strukturierungsmöglichkeiten weitere Kriterien zur Personalisierung aufgezeigt, die bisher keine explizite Berücksichtigung in den beschriebenen Personalisierungsansätzen gefunden haben, aber für die Personalisierung technischer Benutzungsoberflächen im Investitionsgüterbereich wichtig sind. Des Weiteren wird der Verzicht der Personalisierung angezeigter Informationen erläutert. Im Anschluss daran wird die dieser Arbeit zugrunde liegende abstrakte Personalisierung abgeleitet, welche sich auf Nutzereigenschaften und -präferenzen hinsichtlich Gestaltung und Strukturierung begründet. Die Konkretisierung der abstrakten Personalisierung erfolgt in Form von Q-Personas nach [Coo99], die eine Untermenge der in der abstrakten Personalisierung beschriebenen Eigenschaften und Präferenzen darstellen. Auf Basis empirischer Eigenschaften und Präferenzen in der Produktionsumgebung werden die Q-Personas entwickelt.

### 4.1 Personalisierungskriterien

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Personalisierung von Benutzungsoberflächen durch starre Systeme (vgl. Kapitel 2.4.1). Im Produktionsumfeld, in dem die Systeme eingesetzt werden, existieren Nutzergruppen, die durch unterschiedliche Zugriffsrechte gekennzeichnet sind. Daher ist eine eindeutige Identifikation von Nutzern gewährleistet. Außerdem sind im Produktionsumfeld veränderliche Systeme von Nachteil: Nutzer müssen einen routinierten und sicheren Umgang mit den Benutzungsoberflächen erlernen, um in kritischen Situationen wie etwa einem auftretenden Fehler schnell und zielorientiert reagieren zu können. Veränderungen am Aufbau oder an der Gestaltung der Oberflächen würden zu Verwirrungen führen und den Nutzer wertvolle Zeit kosten.

Wie in Kapitel 2.3.2.2 dargestellt, können Nutzer auf unterschiedliche Weise beschrieben werden. Diese Arbeit konzentriert sich auf persönliche Präferenzen bei der Strukturierung und Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen. Demzufolge werden vorgestellte aufgabenorientierte Methoden wie etwa Nutzerbeschreibungen durch Nutzergruppen nicht weiter betrachtet. Aufgabenbezogene Kriterien werden allgemein anhand der Rolle eines Nutzers festgelegt und gehören somit nicht zu seinen persönlichen Beschreibungskriterien.

Unterschiedliche Daten können zur Personalisierung einer Benutzungsoberfläche beitragen:

- Angezeigte Informationen [Opp94],
- Art der Gestaltung der Informationen generell [Blo02a], [Kar03],
- Strukturierung von Informationen als Grundlage zur Navigation für den Nutzer durch ein System [Thi07a].

Diese drei Gruppen werden im Folgenden näher charakterisiert, um eine vollständige Grundlage in Ergänzung zum Stand der Technik zur Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen zu bieten.

Die Änderungen, die vorgenommen werden können, um eine Benutzungsoberfläche zu personalisieren, beziehen sich in erster Linie auf eine PC-basiertes Benutzungsoberfläche. Der Aufbau der Benutzungsoberfläche gestaltet sich daher folgendermaßen: Ein PC-Bildschirm muss zur Informationsausgabe und -anzeige zur Verfügung stehen; ferner wird das System mittels einer Maus und einer Tastatur als Eingabegeräte bedient. Weitere Elemente sind zur Beschreibung der Personalisierung der Benutzungsoberfläche nicht von Relevanz.

#### **4.1.1 Angezeigte Informationen**

In der Gruppe der angezeigten Informationen steht für die Personalisierung in Anbetracht des Kontextes, für welchen die Benutzungsoberfläche entstehen soll, nämlich den Produktionsbereich, nur wenig Fläche zur Darstellung von Informationen, die über die aufgabenabhängigen Informationen hinausgehen, zur Verfügung. Es ergeben sich vier Kategorien für Informationsarten, die sich auf die Personalisierung der Benutzungsoberfläche einschränkend auswirken:

1. An erster Stelle werden Informationen dargestellt, die durch die Art der Maschine und ihrer Funktionen vorgegeben sind. Sie erfüllen den eigentlichen Zweck der Benutzungsoberfläche und haben daher oberste Priorität. Darunter werden nach [VDI 3850-1] auch Störungs-, Status-, Hinweis- und Bedienfehlerinformationen verstanden.
2. Geringfügige Änderungen an den Informationen der ersten Kategorie ergeben sich durch die Verwendung einer anderen Version der Benutzungsoberfläche, welches die Maschine steuert. Informationen werden zusätzlich angeboten oder entfallen, werden in ihrem Inhalt verändert, differenziert oder an anderer Stelle dargestellt.
3. An dritter Stelle beeinflussen Informationen, die nutzergruppenabhängig angezeigt werden, die Darstellung und die Personalisierungsmöglichkeiten der Benutzungsoberfläche. Nutzern, die unterschiedlichen Nutzergruppen angehören, werden unterschiedliche Informationen angezeigt. In manchen Fällen handelt es sich um geringfügige Unterschiede, aber es kann auch zur Abbildung unterschiedlicher bzw.

weiterer Bereiche innerhalb einer Benutzungsoberfläche führen, die nur speziellen Gruppen zugänglich gemacht werden. Die Anpassung an Nutzergruppen ist jedoch eine aufgaben- und rollenorientierte „Personalisierung“, die nicht vergleichbar mit der in dieser Arbeit zu Grunde gelegten Art von Personalisierung ist.

4. Die eigentliche Personalisierung von Informationen innerhalb von technischen Benutzungsoberflächen ist nutzerabhängig und im Speziellen hierbei von Nutzerpräferenzen hinsichtlich der angezeigten Informationen, die über aufgabenbasierte Informationen hinausgehen, abhängig. Diese zusätzlichen Informationen als vierte Kategorie haben durch die zuvor beschriebenen Einschränkungen einen wesentlich geringeren Anteil an der Anzeigefläche als die Informationen der ersten drei Kategorien. So lassen sich die zusätzlichen Informationen in zwei unterschiedliche Kategorien mit abnehmender Wichtigkeit einordnen:
  - a. Informationen, die von sekundärer Bedeutung bei der Arbeit sind, sie jedoch unterstützen, wie etwa die Anzeige einer Uhr, oder die Arbeit betreffende Informationen, wie etwa Allgemeine Informationen oder Hilfeinformationen nach [VDI 3850-1], zusätzliche generelle Informationen bezogen auf die Maschine allgemein, wie etwa ein Belegungsplan der Maschine, oder bezogen auf die Produktion, wie Produktionszeiten,
  - b. Private Informationen der Nutzer, die keine inhaltlichen Bezug zur Arbeit und zu den Aufgaben der Nutzer haben, sondern allein Teil der privaten Interessen der Nutzer sind.

Das Besondere an der Gruppe der angezeigten Informationen – im Gegensatz zur Darstellungsart und der Art der Strukturierung in den folgenden Kapiteln – ist, dass diese zusätzlichen Informationen nicht angezeigt werden müssen. Es ist immer von Nutzern abhängig, ob sie angezeigt werden oder komplett entfallen. In den drei zuerst genannten Informationskategorien werden die Informationen nur anders aufbereitet dargestellt; es wird nicht die generelle Frage der Sinnhaftigkeit oder des Wunsches nach der Information gestellt, da sie etwa durch die Maschine oder die Nutzergruppe vorgegeben ist. Des Weiteren muss die Art der zusätzlich angezeigten Information festgelegt werden. Eine Aussage, dass zusätzliche Informationen angezeigt werden sollen, reicht allein nicht aus. Sondern die zusätzlichen Informationen müssen genauer spezifiziert werden. Anderenfalls können zusätzliche Informationen schnell zu einem störenden Faktor werden, wenn einem Nutzer beispielsweise die Produktionszahlen angezeigt werden, er aber den Belegungsplan der Maschine bevorzugen würde.

Daher lassen sich keine generellen Aussagen über Präferenzen der Anzeige unterstützender oder privater Informationen treffen. Im Einzelfall müssen Nutzer nach spezifischen zusätzlichen Informationen befragt werden, um diese den allgemeinen Personalisierungs-

kriterien Darstellungsart und Strukturierung hinzufügen zu können. In der folgenden Arbeit wird auf die Berücksichtigung dieser zusätzlichen Informationen verzichtet, da sie nicht generell im Produktionsumfeld und anhand von Nutzerkriterien wie etwa Gestaltungsmerkmale ableitbar sind, sondern einerseits nutzerspezifisch und andererseits maschinenabhängig sind. Beide Kriterien müssen im Einzelfall betrachtet werden und in den jeweiligen Anwendungen dann Berücksichtigung finden.

#### **4.1.2 Darstellungsart des Systems**

Im Bereich der Visualisierung wurden im Stand der Technik Richtlinien erörtert, wie technischen Benutzungsoberflächen zu gestalten sind. Die Vorgaben sind genereller Art, so dass diese Vorgaben einen Rahmen bilden, innerhalb dessen Entscheidungen für persönliche Präferenzen bei der Gestaltung getroffen werden können. Im Bereich der Gestaltung bieten sich innerhalb des vorgegebenen Rahmens sechs Merkmale zur persönlichen Differenzierung bei Bedien-systemen an:

1. Farben,
2. Formen,
3. Schriftarten,
4. Anzeigen analoger oder digitaler Art,
5. Arten von Bildern,
6. Codierung durch Veränderung des optischen Signals und Akustik.

Die einzelnen Merkmale werden im Folgenden hinsichtlich ihrer Ausprägungsmöglichkeiten im Bereich der persönlichen Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen erläutert. Bei Farben können Präferenzen zunächst bei der farblichen Gestaltung des Hintergrundes einer Benutzungsoberfläche und von Buttons innerhalb einer Benutzungsoberfläche differenziert werden. Beim Hintergrund und bei den Buttons kann die grundsätzliche Farbe an sich und innerhalb eines Farbtons die jeweilige Sättigung unterschieden werden. Jedoch müssen in diesem Bereich Nutzertests die einzelnen Präferenzen aufzeigen und verdeutlichen. Bisherige Tests [Kar02] haben nur Tendenzen gezeigt, die für den Produktionsbereich überprüft werden müssen. Die Unterscheidung zusätzlicher farblicher Aspekte, wie beispielsweise die farbliche Unterscheidung textueller Darstellungen ist als weiteres Personalisierungsmerkmal einer Benutzungsoberfläche nicht geeignet, da hier ein zu geringes Unterscheidungsmerkmal (vgl. Kapitel 2.3.3) vorliegt, um im Bereich Gestaltung eine entsprechende Wirkung zu erzielen. Des Weiteren würde dies zur Überforderung des Nutzers führen, da die Hervorhebung textueller Darstellungen durch weitere Farben für den Menschen nicht mehr bzw. mit einer geringeren Aufmerksamkeit wahrgenommen wird. Die unterschiedliche Darstellung durch Farben ist ferner ein Kriterium, das bisher hauptsächlich



zur Codierung von Informationen verwendet wird [VDI 3850-1], und sollte daher im Bereich der Personalisierung von Benutzungsoberflächen nicht übermäßig eingesetzt werden, um Nutzern die Art der Codierung, als primäre Aufgabe farblicher Gestaltung, verdeutlichen zu können.

Im Bereich von Formen findet eine differenzierte Codierung [VDI 3850-1] statt, die jedoch weniger deutlich ist und eine geringere Verbreitung findet als die farbliche Codierung. Abgesehen von dieser Codierung für Informationen durch Formen finden unterschiedliche Formen bei Buttons in alltäglichen, technischen Benutzungsoberflächen zurzeit eine geringe bis gar keine Berücksichtigung. Nutzertests können für dieses Merkmal unterschiedliche Präferenzen evaluieren, die für verschiedene Formen existieren. Dabei können gängige Formen wie rechteckig oder aber auch für die Benutzungsoberflächengestaltung neuartige Formen wie oval oder rund getestet werden.

Für Schriftarten wurde in Kapitel 2.3.3 beschrieben, welche im technischen Kontext nach [VDI 3850-1] zu verwenden sind. Klassischerweise werden häufig jedoch Schriftarten wie Times oder Arial gewählt. Aber dies resultiert eher aus der Vielzahl der Anwendungen dieser Schriftarten als aus einer spezifischen Überzeugung [Sch03]. Eine Untersuchung, ob Präferenzen für verschiedene Schriftarten und deren beispielhafte Ausprägungen existieren, ist daher als ein weiteres Gestaltungsmerkmal für technische Benutzungsoberflächen grundlegend.

Im Bereich von Anzeigarten werden grundsätzlich analog und digital unterschieden. Oftmals wird die Auswahl für die eine oder andere Form durch den funktionellen Hintergrund oder das allgemeine Verständnis von einer Anzeige festgelegt. In einigen Fällen könnte aber auch die Präferenz von Nutzern berücksichtigt werden, da im Prinzip keine allgemeinen Bestimmungen zur Wahl des einen oder des anderen existieren. Nutzertests müssen zeigen, ob diese Präferenzen in einigen Anwendungen existieren und wie sie sich im Einzelnen gestalten.

Zur Verdeutlichung eines Sachverhalts werden oftmals Bilder eingesetzt. Dabei lassen sich folgende Arten von Bildern unterscheiden (vgl. Kapitel 2.3.3):

- bildlich, beispielsweise ein Foto,
- ikonisch, z.B. als Skizze,
- symbolisch als wörtliche Beschreibung.

Eine weitere Unterscheidung lässt sich gerade im technischen Umfeld innerhalb der Gruppe der ikonischen Bilder treffen: Skizzen allgemeiner Art und technische Zeichnungen mit entsprechender Bemaßung der Verhältnisse. Zur genaueren Erläuterung in einer Benutzungsoberfläche können daher drei verschiedene Darstellungen im technischen Umfeld herangezogen werden:

- Fotos,
- Skizzen,
- technische Zeichnungen.

Eine symbolische Darstellung als Wort wird in der Mehrheit der Fälle grundsätzlich verwendet, um die Darstellung zu spezifizieren. Die zusätzliche Darstellung durch ein Bild als Foto, Skizze oder technische Zeichnung hilft dem Verständnis der Nutzer. Präferenzen für die eine oder andere Darstellung ergeben sich einerseits aus dem Kontext, könnten aber andererseits nutzerspezifisch sein.

Weitere Codierungsmöglichkeiten von Informationen sind durch die Änderung des optischen Signals wie Blinken und durch Akustik erreichbar. Theoretisch ist eine Personalisierung dieser Informationscodierungsmöglichkeiten denkbar. Wie in Kapitel 2.3.3 beschrieben, erfahren diese beiden jedoch eine sehr hohe Aufmerksamkeit von Nutzern und werden im technischen Umfeld zur Codierung von Gefahrmeldungen und Störungsinformationen eingesetzt. Die Personalisierung dieser Codierungsmöglichkeiten ist in einem ersten Schritt der Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen daher ungeeignet. Diese werden in der folgenden Arbeit demzufolge nicht mehr berücksichtigt.

### **4.1.3 Strukturierung der Informationen**

Im Stand der Technik (vgl. Kapitel 2.3.3) wurden unterschiedliche Strukturen und davon im nächsten Schritt abgeleitete Navigationsarten vorgestellt. Bei der Strukturierung von Informationen ist vor allem die dem Nutzer sichtbare Strukturierung von Informationen, also die Navigation innerhalb der Benutzungsoberfläche, wichtig. Des Weiteren wurden für die vorgestellten Strukturen jeweilige Einsatzgebiete und Hinweise zur bevorzugten Verwendung jeweiliger Strukturen aufgezeigt. Abgesehen von diesen allgemein gültigen Verwendungshinweisen, heben sich innerhalb der vorgestellten Strukturen zwei bzw. drei Extrema hervor:

1. Netzstrukturen,
2. Hierarchische Strukturen bzw. Baumstrukturen,
3. Lineare Strukturen bzw. sequenzielle Organisationen.

Von einem konsequenten und alleinigen Einsatz linearer Strukturen in einer technischen Benutzungsoberfläche ist anhand der in [DIN14915] beschriebenen Anwendungsbereiche abzusehen, da diese Strukturierung sich nur eignet, wenn eine sequentielle oder zeitliche Abhängigkeit zwischen den einzelnen Elementen der Struktur besteht oder wenn Nutzer des Systems keine oder geringe Erfahrung mit dem System haben. In einzelnen Bereichen einer Benutzungsoberfläche ist der Einsatz von linearen Strukturen aufgrund der beschriebenen Verwendungsmerkmale sinnvoll.

Demzufolge lassen sich zwei Strukturen unterscheiden: Netzstruktur oder hierarchische Struktur. Für diese Strukturen müssen Nutzertests letztendlich zeigen, ob sich verschiedene Präferenzen für die eine oder andere ergeben und wie diese mit Nutzereigenschaften zusammenhängen.

Im Folgenden wird zunächst das allgemeine Personalisierungskonzept erläutert, welches auf technische Benutzungsoberflächen unterschiedlicher Bereiche anwendbar ist. Das Konzept beschreibt den maximal möglichen Umfang der Anforderungen und Präferenzen für technische Benutzungsoberflächen in der Investitionsgüterindustrie. Exemplarisch wird im anschließenden Kapitel 4.3 das allgemeine Personalisierungskonzept auf die Produktionsumgebung angewendet. Folglich können einzelne Kriterien des allgemeinen Personalisierungskonzeptes sich als unzutreffend für diesen Bereich herausstellen. Demzufolge können die im Kapitel 4.3 entwickelten Q-Personas als Instanz des Personalisierungskonzeptes für die Produktionsumgebung betrachtet werden.

## **4.2 Personalisierungskonzept**

### **4.2.1 Grundsätze der Personalisierung technischer Benutzungsoberflächen**

Im Stand der Technik wurden unterschiedliche Personalisierungskonzepte beschrieben, wie die Technik der Personalisierung angewendet werden kann. Für technische Benutzungsoberflächen in der Investitionsgüterindustrie eignen sich Konzepte, die starre Systeme umsetzen. Variable Systeme, die sich durch Nutzereingaben verändern, sind für diesen Bereich nicht zweckmäßig. Dies liegt zum einen daran, dass solche Systeme sich auf die Personalisierung der Informationen und der Gestaltung beschränken. In Kapitel 4.1.1 wurde gezeigt, dass dieses Personalisierungskonzept auf Informationsanpassung verzichtet, da eine Anpassung der Information in dieser Branche eher zu Verwirrung als zu einer einfachen und gewohnten Benutzung führt. Zusätzlich wird in diesem Konzept der Strukturierungs-aspekt berücksichtigt, den variable Systeme bisher nicht mit einschließen. Zum anderen passen sich variable Systeme mit jeder Nutzung weiter an den Nutzer an und verändern sich somit. Dies ist aufgrund der Gewöhnung von Nutzern technischer Systeme an die Bedienung sehr nachteilig. Es muss Routine bei der Verwendung und im Umgang mit der Benutzungsoberfläche entstehen, um in kritischen Situationen und ebenso im Alltag effizient und effektiv reagieren zu können. Diesen Nachteilen begegnen starre Benutzungsoberflächen (vgl. Kapitel 2.4.1): Sie werden vor der Nutzung personalisiert und an die unterschiedlichen Präferenzen angepasst. Eine zusätzliche Anpassung während der Nutzung findet nicht statt. Starre Systeme können des Weiteren sowohl externe als auch interne Faktoren berücksichtigen (vgl. Kapitel 2.4.1). Externe Faktoren bilden die Grundlage

für die Aufgabenorientierung der Benutzungsoberflächen; interne Faktoren ergänzen diese um nutzerspezifische Präferenzen.

Nach dieser technischen Komponente des Personalisierungskonzeptes werden nun die Inhalte beschrieben. Bei technischen Benutzungsoberflächen existieren vier verschiedenen Einflussfaktoren für die Entwicklung personalisierter Benutzungsoberflächen:

1. Menschliche Eigenschaften,
2. Benutzungsoberflächenspezifische Präferenzen,
3. Aufgaben der Nutzer,
4. körperliche Merkmale der repräsentierten Nutzer.

Unter menschlichen Eigenschaften werden demografische, psychografische und technografische Nutzermerkmale verstanden, die für die personalisierte Benutzungsoberflächengestaltung wichtig sind. Sie beschreiben einzelne Nutzer im Speziellen. Präferenzen beschränken sich in diesem Zusammenhang ausschließlich auf die Gestaltung und Strukturierung von technischen Benutzungsoberflächen (vgl. Kapitel 4.1). Aufgaben werden durch unterschiedliche Nutzergruppen berücksichtigt. Die Einordnung von Nutzern in Nutzergruppen erfolgt durch externe Faktoren, wie etwa die Rolle eines Nutzers in einem Unternehmen (vgl. Kapitel 2.4.1). Jedoch entstehen personalisierte Benutzungsoberflächen in erster Linie durch nutzerspezifische Eigenschaften und Präferenzen, die intern bedingt sind. Nutzergruppen bilden eine Ergänzung dieses Personalisierungskonzeptes um externe Faktoren. Der genaue Zusammenhang zwischen Nutzergruppen und dem Personalisierungskonzept wird in Kapitel 6.2 beschrieben. Auf die Integration von individuellen körperlichen Nutzermerkmalen wird in diesem Personalisierungskonzept verzichtet. Dies hat zweierlei Gründe: Bislang wird bei der software-technischen Ausgestaltung einer Benutzungsoberfläche auf die Berücksichtigung körperlicher Merkmale verzichtet. Dieses Personalisierungskonzept verfolgt durch die Berücksichtigung benutzungsoberflächenspezifischer Präferenzen erstmalig die Absicht, in einer technischen Benutzungsoberfläche Präferenzen und deren Wirkung auf die Usability zu untersuchen. Eine Berücksichtigung zusätzlicher körperlicher Nutzermerkmale würde die Genauigkeit der Ergebnisse bezüglich der Präferenzen verfälschen. Der zweite Grund zur Vernachlässigung dieser Merkmale liegt in der Größe der Zielgruppe: Im Gegensatz zu nutzerspezifischen Präferenzen, die jeder einzelne Nutzer mehr oder wenig aufweist, ist die Gruppe der Nutzer mit spezifischen körperlichen Merkmalen, die Einfluss auf die software-technische Ausgestaltung einer Benutzungsoberfläche ausüben, sehr klein. Daher wird mit diesem Personalisierungskonzept eine Steigerung der Anpassbarkeit gegenüber der bisherigen Anpassbarkeit versucht; aber eine endgültige 100%ige Anpassung ist nur durch individuelle Benutzungsoberflächen möglich. Jedem Nutzer müsste seine persönliche

Benutzungsoberfläche zur Verfügung gestellt werden. Dies lässt sich nur mit neuartigen Konzepten im Bereich der Softwareentwicklung (vgl. Kapitel 7.1) umsetzen.

Dieses Personalisierungskonzept besteht somit aus menschlichen Eigenschaften (Nutzereigenschaften) und Präferenzen hinsichtlich der Gestaltung und Strukturierung von technischen Benutzungsoberflächen (vgl. Abbildung 29).

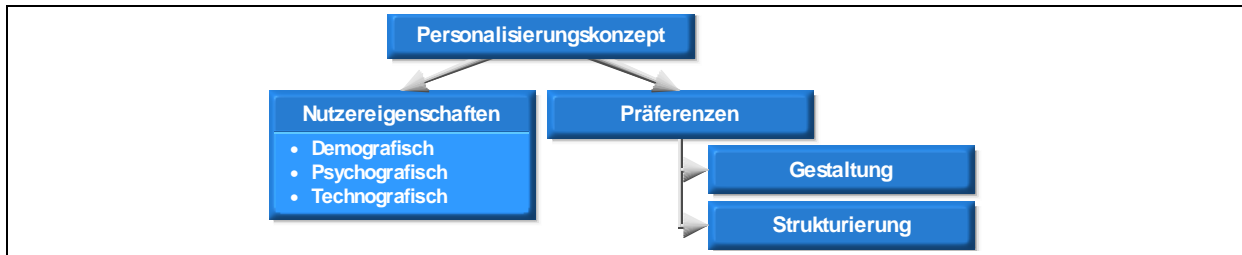


Abbildung 29 Personalisierungskonzept

Zur Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen sind diese Nutzereigenschaften als Hilfsmittel zu betrachten, da sie bei der Personalisierung keinen direkten Einfluss auf die konkrete Ausgestaltung der Benutzungsoberflächen ausüben. Konkret bestehen diese zwei einzelnen Bereiche aus den in Abbildung 29 spezifizierten Merkmalen.

#### 4.2.2 Nutzereigenschaften

Nutzereigenschaften bestehen aus demografischen (Alter, Geschlecht, Beruf, Ausbildung etc.), psychografischen (Leistungsfähigkeit bezüglich bestimmter Intelligenzdimensionen, KUT, Extroversion) und technografischen Merkmalen (Umfang der Techniknutzung und des Technikinteresses). Ein detaillierter Überblick der Nutzereigenschaften ist in Abbildung 30 dargestellt. Dieser wird im Folgenden erläutert.

Psychografische Nutzereigenschaften im technischen Umfeld, die mit Präferenzen zur Strukturierung und Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen im Zusammenhang stehen, sind Charakteristika der menschlichen Intelligenz wie die Denkfähigkeit, die Wortflüssigkeit, die technische Begabung und die Ratefähigkeit. Diese wurden in unterschiedlichen Untersuchungen überprüft, und es hat sich gezeigt, dass zwischen strukturellen Präferenzen wie auch Präferenzen bei der Benutzungsoberflächengestaltung im Allgemeinen und den beschriebenen Intelligenzcharakteristiken ein Zusammenhang besteht (vgl. [Zie06], [Ceg06], [Tay04], [Cur98], [Dah96]). Diese Charakteristika sind mit unterschiedlichen Präferenzen im Bereich der Benutzungsoberflächengestaltung verknüpft und können somit als Prädiktor für diese Präferenzen wirken.

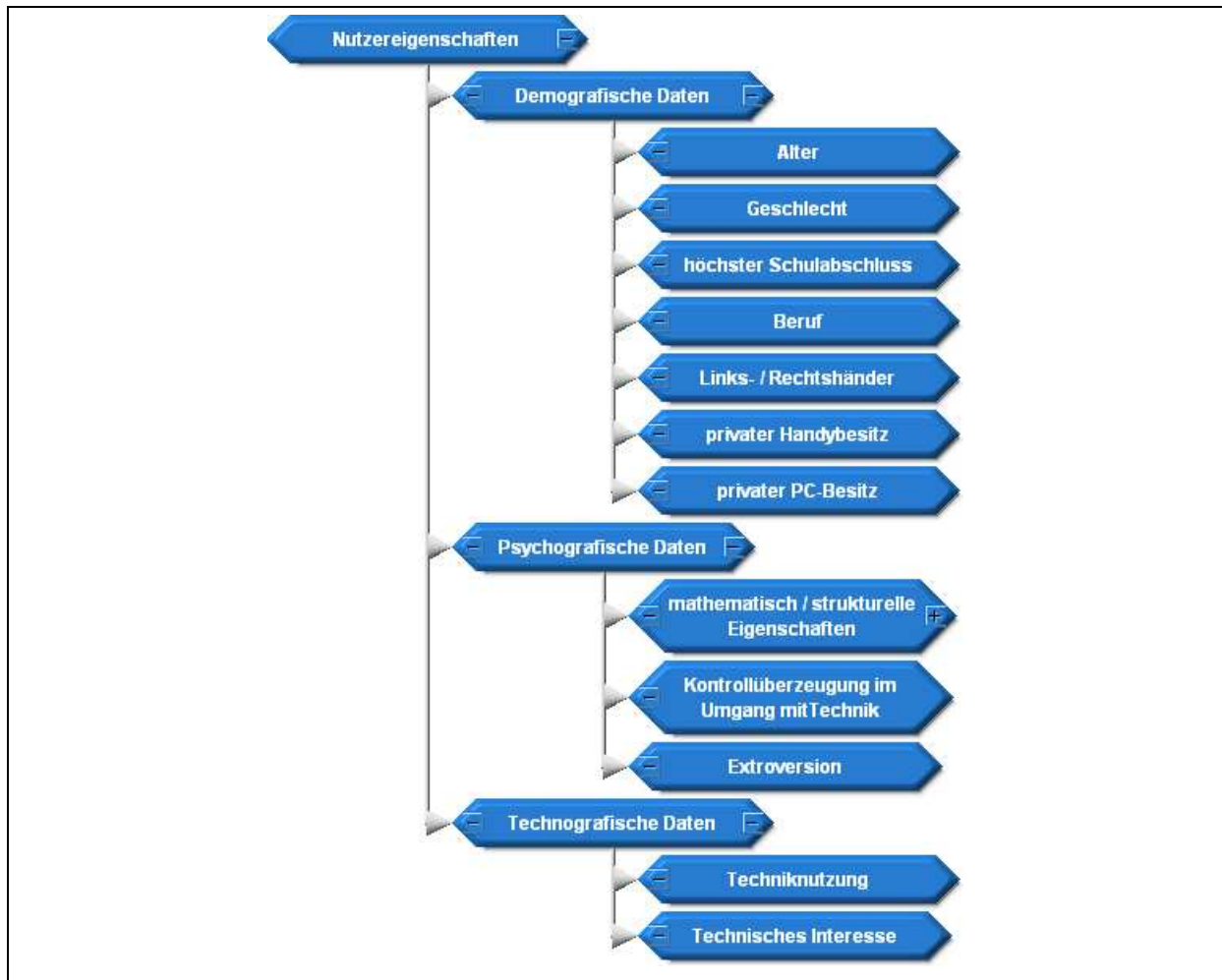


Abbildung 30 Überblick der Nutzereigenschaften

Die Untersuchungen von Beier [Bei04] haben gezeigt, dass der Einfluss der Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik je nach Ausprägung unterschiedliche Präferenzen bei Fahrerassistenzsystemen zeigt. Beispielsweise bevorzugen Personen mit hoher Kontrollüberzeugung beim Fahren im Auto adaptive Systeme, um in höherem Maße während der Fahrt mit dem Fahrzeug zu interagieren, wohingegen Personen mit geringer Kontrollüberzeugung adaptierbare Systeme präferieren.

In [Kar02] wurde gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen Extro-/Introversion und Präferenzen bei der Benutzungsoberflächengestaltung besteht. Eine Person wird danach als extrovertiert bezeichnet, wenn sie lebhaft und gesellig ist. Zudem charakterisieren sie ein energetisches Auftreten, Optimismus, Selbstsicherheit, Heiterkeit und Gesprächigkeit. Introvertierte Personen hingegen sind nicht etwa als unsicher, sozial ängstlich oder gar pessimistisch zu bezeichnen – sie beschreibt nur das Merkmal, „allein sein zu wollen“ [Bor93]. So lässt sich der von [Kar02] entdeckte Zusammenhang auch als Prädiktor für die Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen heranziehen.

Als demografische Daten werden Alter, Geschlecht, höchster Schulabschluss, Beruf, Links- oder Rechtshänder und privater Handy- und PC-Besitz herangezogen. Ein weiterer Bestandteil der Nutzereigenschaften sind die technografischen Eigenschaften, die durch das technische Interesse und die Techniknutzung repräsentiert werden. Dieses wird zum einen durch genutzte Systeme und Funktionen und die Häufigkeit der Nutzung charakterisiert. Zum anderen wird die Vorgehensweise bei Problemen mit technischen Benutzungsoberflächen erhoben.

### **4.2.3 Gestaltungspräferenzen**

Gestaltungspräferenzen können allgemein und speziell im technischen oder beruflichen Kontext bestehen. Bei der Beschreibung der Personas muss diese Kontextabhängigkeit berücksichtigt werden. Dadurch entstehen vollständige, exakte Vorstellungen über die jeweiligen Gestaltungspräferenzen. Diese existieren in unterschiedlichen Kategorien (vgl. Abbildung 31). In der Kategorie Farbe werden zum einen der Farbton und zum anderen die Farbsättigung unterschieden. Dabei teilen sich die jeweiligen Bereiche wiederum in Hintergrund und Button. Buttonformen unterteilen sich in oval, rechteckig, dreieckig und rund. Ferner wird zwischen präferierten 2D- und 3D-Darstellungen von Buttons unterschieden. Arten von Bildern werden untergliedert in Fotos, Skizzen und technische Zeichnungen. Schriftarten werden in Serifen und serifenlose Schriften unterteilt. Zahlen können in römischer und arabischer Form bevorzugt werden. Anzeigen werden in digitale und analoge unterteilt.

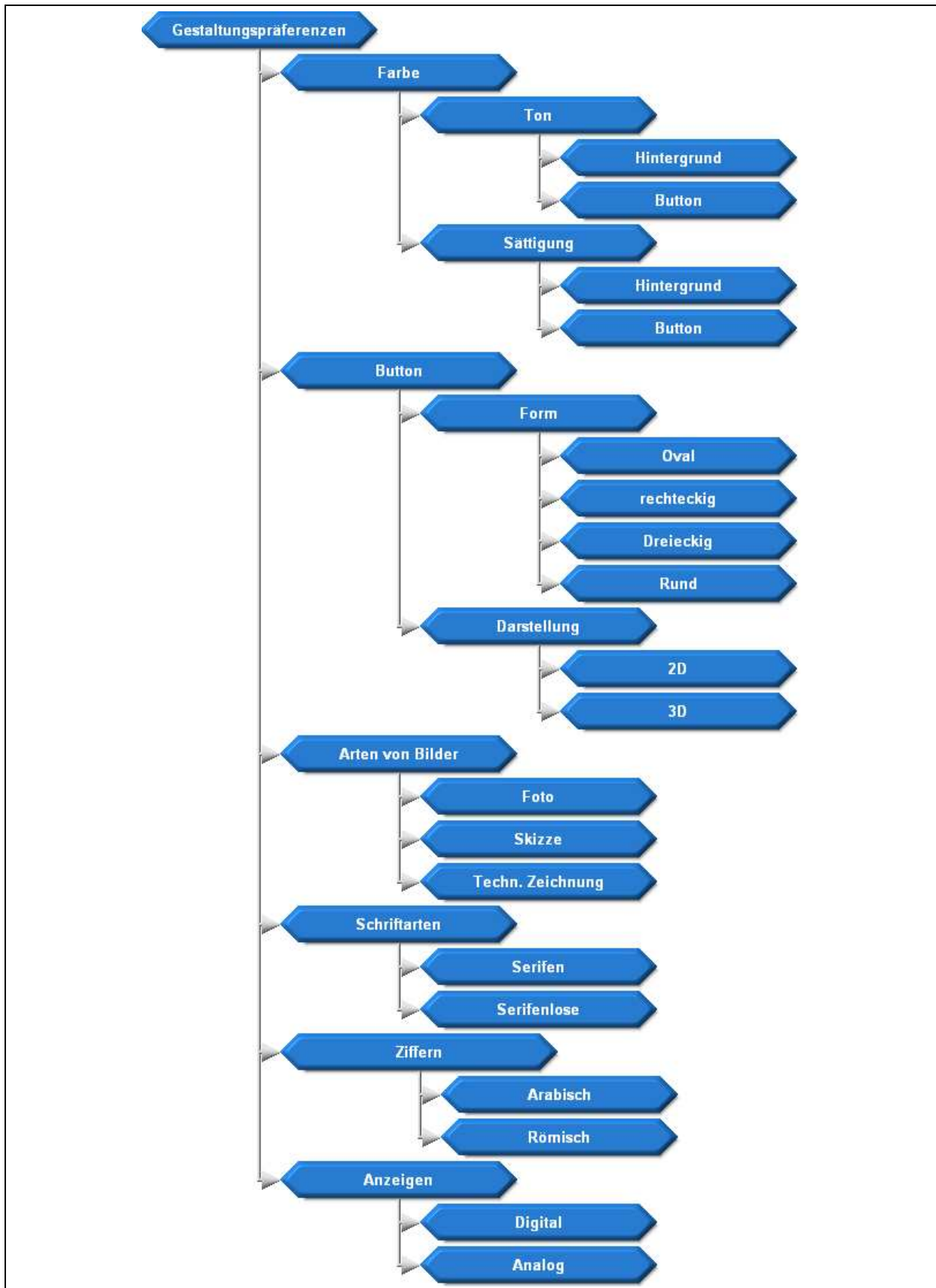


Abbildung 31 Gestaltungspräferenzen



#### 4.2.4 Strukturierungspräferenzen

Die Strukturpräferenzen können zwischen einer Hierarchie und einem Netz variieren (vgl. Kapitel 4.1). Bei einer Hierarchie wird der Inhalt von allgemeinen bis hin zu sehr speziellen, in dem betreffenden Kontext nicht weiter teilbaren Inhalten untergliedert. In einem Netz sind die Inhalte über mehrere Verknüpfungen miteinander verbunden. Eine Navigation ist, im Gegensatz zur Hierarchie, daher über unterschiedliche Wege zu ein und demselben Element möglich. Daher ist EINE Beschreibung des Weges zu einem bestimmten Element nicht möglich.

Die Wichtigkeit der einzelnen Eigenschaften und Präferenzen für die Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen ist abhängig von der konkreten Branche, in der das Konzept angewendet wird. Daher müssen Nutzeruntersuchungen in den Branchen die Bedeutung einzelner Merkmale zeigen. Des Weiteren kann auch das technische System die Gestaltung determinieren, in dem bestimmte Präferenzen aufgrund der bisherigen Gestaltung nicht umgesetzt werden können. Im Folgenden wird daher ein Ansatz zur Umsetzung des beschriebenen allgemeinen Konzeptes verdeutlicht.

#### 4.2.5 Q-Personas

Die Grundlage für die konkrete Anwendung der beschriebenen Personalisierung in bestimmten Branchen bildet der im Stand der Technik erläuterte Persona-Ansatz nach [Coo99]. Dort wurde beschrieben, dass Personas fiktive Beschreibungen von Nutzern sind, die das reale Verhalten, Ziele und Wünsche von Nutzern beinhalten (vgl. Kapitel 2.3.2.2). In dieser Arbeit wird ein ähnliches Verständnis von Personas zu Grunde gelegt:

- Sie beschreiben Ziele, Wünsche und Anforderungen von Nutzern an technischen Benutzungsoberflächen.
- Personas verkörpern Gruppen von Nutzern.
- Personas entstehen aus Befragungen realer Nutzer.

Dies beschreibt auch die Gründe zur Wahl des Quasi-Persona-Ansatzes (Q-Persona) als Ausgangspunkt für das Personalisierungskonzept: Er ist sehr detailliert bezüglich seiner Nutzerbeschreibungen und deren Eigenschaften und Präferenzen. Zum ökonomischen Einsatz und zur Fokussierung des Personalisierungskonzeptes werden Nutzer einer bestimmten Branche mit ähnlichen Eigenschaften in Q-Personas gruppiert, um für diese dann personalisierte Benutzungsoberflächen zu entwickeln. Die Unterschiede zum Ansatz von Cooper [Coo99] sind:

- Ziele, Wünsche und Anforderungen von Q-Personas sind in diesem Personalisierungskonzept nicht auf ein konkretes Produkt beschränkt. Sie beschreiben ausschließlich, wie bei den Personalisierungskriterien ausgeführt,

Nutzereigenschaften und die Strukturierungs- und Gestaltungspräferenzen für technische Benutzungsoberflächen.

- Der Detaillierungsgrad der Beschreibung der Eigenschaften der Q-Persona wird in dieser Arbeit beschränkt auf die beschriebenen Personalisierungskriterien Nutzereigenschaften, Gestaltungs- und Strukturierungspräferenzen.
- Bei Cooper [Coo99] wird zwischen unterschiedlichen Personas wie etwa primary, secondary, served usw. (vgl. Kapitel 2.3.2.2) differenziert. Diese haben unterschiedliche Funktionen im Entwicklungsprozess eines Produktes, um Nutzer eines einzelnen Produktes ausführlich zu beschreiben. In dieser Arbeit werden alle beschriebenen Q-Personas gleichberechtigt nebeneinander gestellt. Sie erfüllen keine unterschiedlichen Funktionen im Entwicklungsprozess technischer Benutzungsoberflächen. Es geht nicht um das Kennen Lernen der spezifischen Nutzer eines einzelnen Produktes, sondern um das Festlegen unterschiedlicher Präferenzen für die Benutzungsoberflächengestaltung in der Investitionsgüterindustrie. Für jede Q-Persona wird daher eine eigene Benutzungsoberfläche entwickelt, da unterschiedliche Eigenschaften und Präferenzen jeder Q-Persona berücksichtigt werden. Das ist der größte Unterschied der Verwendung des Persona-Ansatzes von Cooper in dieser Arbeit.

Dieses Personalisierungskonzept beschreibt den Gesamtumfang an möglichen menschlichen Eigenschaften und Präferenzen hinsichtlich der Gestaltung und Strukturierung für technische Benutzungsoberflächen. Die beschriebenen Nutzereigenschaften charakterisieren zum einen die Q-Personas zur vereinfachten Zuordnung von Nutzern; zum anderen dienen sie zur Her- bzw. Ableitung benutzungsoberflächenspezifischer Präferenzen durch etwaige Korrelationen in den Anwendungsbereichen des Personalisierungskonzeptes. Diese Korrelationen müssen in Nutzertests jeweils für einzelne Branchen evaluiert werden. Infolgedessen können die beschriebenen Nutzereigenschaften als Hilfsmittel zur Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen angesehen werden. Empirische Tests in einzelnen Bereichen liefern genaue Ausprägungen einzelner Q-Personas und bestimmen somit die Ausgestaltung personalisierter Benutzungsoberflächen. Dieses Konzept ist auf unterschiedliche Bereiche wie beispielsweise die Produktionsumgebung oder die Medizintechnik übertragbar. Das Personalisierungskonzept beschreibt demnach benutzungsoberflächenspezifische Eigenschaften, die Präferenzen von Nutzern darstellen können. Wenn aus diesem Eigenschaftenpool Präferenzen für eine bestimmte Branche erhoben wurden, können aus diesen konkreten Präferenzen durch die Ableitung von Q-Personas personalisierte Benutzungsoberflächen für diese Branche entwickelt werden.

Im Folgenden werden das allgemein beschriebene Q-Persona-Konzept und das Personalisierungskonzept auf den produktionstechnischen Bereich angewandt. Es entstehen

verschiedene Instanzen dieses allgemeinen Konzeptes in Form von Q-Personas, die im produktionstechnischen Bereich gültig sind.

### **4.3 Empirische Konkretisierung des Personalisierungskonzepts zur Personalisierung von Benutzungsoberflächen im produktionstechnischen Bereich**

Zur Konkretisierung der zuvor beschriebenen Personalisierung, die die unterschiedlichen Präferenzen und Eigenschaften von Nutzern beinhalten, werden in diesem Kapitel empirische Daten im Produktionsumfeld erhoben. Zunächst werden die Grundlagen und Inhalte der empirischen Tests erörtert, um daran anschließend den Ablauf und die Auswertung der Tests darzustellen. Die hier aufgezeigten Teile der Auswertung der empirischen Erhebungen beschränken sich auf die für die Herleitung der Q-Personas relevanten Ergebnisse.

#### **4.3.1 Vorbereitungen zur empirischen Erhebung der Personalisierungskriterien**

Die inhaltlichen Grundlagen der empirischen Erhebungen bilden die im Kapitel 4.2 beschriebenen Eigenschaften und Präferenzen, die in Tests getrennt voneinander untersucht werden:

- Nutzereigenschaften,
- Gestaltungspräferenzen,
- Strukturierungspräferenzen.

Die unterschiedlichen Methoden zur Erhebung dieser Eigenschaften und Präferenzen werden im Folgenden erläutert. Zunächst werden die Nutzereigenschaften beschrieben, um anschließend auf die Präferenzen bezüglich Gestaltung und Strukturierung einzugehen.

#### **Nutzereigenschaften**

Die in Kapitel 4.2 bezüglich der Nutzereigenschaften beschriebenen Merkmale werden zum einen in standardisierten Fragebögen und zum anderen in selbst konzipierten Fragebögen erhoben. Der Aufbau und Inhalt der Fragebögen wird im Folgenden erläutert.

Zur Erfassung der mathematisch-strukturellen Begabung wurde das Leistungsprüfsystem (LPS) nach Prof. Dr. Horn [Hor83] verwendet. Der Test besteht aus insgesamt 14 Teilen. Für die Testreihe zur Untersuchung der Nutzereigenschaften im technischen Umfeld wurden aus dieser Testbatterie acht Fragebögen, die die Denkfähigkeit, die Wortflüssigkeit, die technische Begabung und die Ratefähigkeit überprüfen, ausgewählt. Jeder der oben genannten Fragebögen besteht aus 40 Aufgaben, von denen so viele wie möglich in einer

bestimmten Zeit von den Testpersonen zu lösen sind. Für die Integration in die Q-Persona-Beschreibung werden Variablen, die die jeweilige Summe aller richtig gelösten Aufgaben beschreiben, gebildet (z.B. Variable „SummeA8“ bedeutet: Die Anzahl der von Aufgabe 8 richtig gelösten Aufgaben). Des Weiteren muss beachtet werden, dass jüngere Personen gegenüber älteren bei gleicher Intelligenz eine höhere Leistung innerhalb eines Intelligenztests abrufen können. Um diese Altersabhängigkeit zu eliminieren, konnte anhand einer Tabelle für alle Summenwerte der Aufgaben ein Centilwert abgelesen werden. Dieser Centilwert ist altersunabhängig und bewirkt somit eine Normierung der Testsummenwerte [Hor83].

Zur Erhebung der Kontrollüberzeugung wurde der Fragebogen von [Bei04] integriert, um den Zusammenhang zwischen Präferenzen bei der Entwicklung technischer Benutzungsoberflächen und der Kontrollüberzeugung von Nutzern in der Produktionsumgebung zu untersuchen. Die Fragen zur Erhebung der Kontrollüberzeugung von Menschen im Umgang mit Technik sind in Kapitel 10.2.1 abgebildet.

Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen Extro- und Introversion und Präferenzen bei der Benutzungsoberflächengestaltung wurde ein standardisierter Fragebogen zur Erhebung der Nutzereigenschaften verwendet. Das NEO-Fünf-Faktoren-Inventar von Borkenau und Ostendorf [Bor93] misst Neurozismus, Extroversion, Offenheit für Erfahrungen, Verträglichkeit und Gewissenhaftigkeit. Aufgrund der existierenden Untersuchungen wurde hierfür nur der Teil zur Messung der Extro- und Introversion verwendet. Die Fragen hierfür sind in Kapitel 10.2.1 abgebildet.

Ein weiterer Bestandteil der erhobenen Nutzereigenschaften sind das technische Interesse und die Techniknutzung. Diese wurden beispielhaft wie folgt erhoben: „Den PC nutze ich oft“; „das Internet benutze ich beruflich“; „ich arbeite gern mit technischen Geräten“. Dieses Testmaterial und die Fragen zu den demografischen Daten wurden durch selbst konzipierte Fragebögen erhoben (vgl. Kapitel 10.2.1 und 10.2.2).

### **Gestaltungspräferenzen**

Zur Überprüfung der Gestaltungspräferenzen wurde ein Fragebogen entwickelt. Er beinhaltet einen allgemeinen und einen technischen Gestaltungsteil. Diese Unterscheidung trennt generelle von kontextabhängigen Präferenzen. Dadurch können Präferenzen in den unterschiedlichen Kontexten erhoben werden, indem ähnliche Fragen in beiden Teilen gestellt werden, um generelle Präferenzen von kontextabhängigen zu trennen. Dies kann zur unterschiedlichen Beantwortung ähnlicher Fragestellungen führen. Für alle in Kapitel 4.2 beschriebenen Gestaltungspräferenzen (vgl. Abbildung 31) werden mehrere unterschiedliche Fragestellungen integriert, um wahrhaftige Präferenzen von kontext- und abbildungsabhängigen Antworten zu differenzieren. Nur bereichsübergreifende Präferenzen werden dann in der Auswertung für die Entwicklung der Q-Personas verwendet. Dabei

werden die unterschiedlichen Präferenzen wie beispielsweise analoge und digitale Anzeigen in unterschiedlichen Abbildungen gegenüber gestellt (vgl. Kapitel 10.2.2).

### **Strukturierungspräferenzen**

Zur Erhebung der Strukturierungspräferenzen wurden unterschiedlich strukturierte Hilfesysteme entwickelt. Hilfesysteme sind ein Teil von technischen Benutzungsoberflächen. Die Struktur eines Hilfesystems lässt sich bezüglich seiner Charakteristik im Allgemeinen auf das weitere System anwenden. Im Detail bedeutet dies, dass die globale Navigationsstruktur der eigentlichen Benutzungsoberfläche um die jeweils präferierte Struktur erweitert wird. Bei einer netzartigen Präferenz werden direkte Verknüpfungen zwischen Aufgaben eingefügt. Bei einer hierarchischen Struktur wird die Zuordnung einzelner Elemente durch eine hierarchische Struktur verdeutlicht. Bei den meisten technischen Benutzungsoberflächen ist jedoch eine hierarchische Navigation sowieso schon die Grundlage. Daher müssen für eine netzartige Struktur Erweiterungen erfolgen.

Der Vorteil in der Verwendung eines Hilfesystems für diese Untersuchung liegt in der Klarheit der Inhalte eines Hilfesystems: Es werden hauptsächlich Erläuterungen in unterschiedlichen Formen wie Texte oder Bilder angezeigt und keine komplexen Funktionen oder Aufgaben dargestellt. Ferner obliegt ein Hilfesystem keinen gesetzlichen oder sicherheitstechnischen Bestimmungen. Für Nutzer, die mit dem ausgewählten System wenig oder keine Erfahrung haben, können unterschiedliche Strukturen anhand des Hilfesystems getestet und Aussagen über deren Eignung getroffen werden. Unerfahrene Nutzer könnten bei einem Test der normalen Benutzungsoberfläche keine relevanten Aussagen über die Struktur treffen, da sie sich im System nicht auskennen. Wichtig für die nachfolgenden Untersuchungen ist, dass das eingesetzte Hilfesystem kontextunabhängig arbeitet und demzufolge unabhängig von der restlichen Benutzungsoberfläche geprüft werden kann.

Um einen unvoreingenommenen Eindruck der Probanden von der Strukturierungspräferenz innerhalb eines Hilfesystems zu erhalten, wurde im Fragebogen zu Gestaltungspräferenzen zusätzlich gefragt, ob der Proband bei der Nutzung eines Hilfesystems am liebsten den Inhalt, den Index oder die Suche verwendet (vgl. Kapitel 10.2.2). Eine Präferenz hinsichtlich einer – dem Nutzer noch unbekannt – Struktur lässt sich allerdings am besten feststellen, wenn der Nutzer diese Strukturen testet. Aus diesem Grund wurde ein Systemtest mit dem Probanden durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche Aufgaben mit Hilfe der Systeme bearbeitet.

In dieser Untersuchung erfolgt die Verwendung eines fortgeschrittenen, passiven Hilfesystems [Her06] nach Verständnis des Herstellers im Sinn eines lerngesteuerten Systems. Dieses System gehört zur Gruppe der Lernsysteme [Bod90]. Hilfesysteme charakterisieren sich durch hinweis- und informationsorientierte Unterstützung bei der Benutzung eines spezifischen Systems. Das Lernziel liegt hier im Verstehen und

Beherrschen des dem Hilfesystem zugehörigen Systems. Lernergesteuerte Systeme beinhalten gewissermaßen die Erweiterung von passiven Hilfesystemen, da sie Nutzern Faktenwissen und Hintergrundinformationen zu einem bestimmten Anwendungssystem zur Verfügung stellen. Lernziel ist hierbei die Erweiterung des theoretischen Wissens des Nutzers im Aufgabengebiet des Anwendungssystems. Die ausgewählten Testpersonen haben wenig oder keine Erfahrung mit der Maschine, deren Funktionsweise im Hilfesystem erläutert wird. Daher benötigen sie keine Hilfe bei der Nutzung der Maschine im Sinne eines Hilfesystems. Eher bearbeiten die Nutzer unterschiedliche Aufgaben mit dem Hilfesystem und dadurch wird es als Lernsystem verwendet.

Es wurden vier unterschiedliche Systeme mit denselben Inhalten in die Untersuchung integriert:

- Originalsystem als Referenzsystem, um ein Vergleichssystem zu den erstellten Prototypen zu testen,
- hierarchisch strukturiertes System,
- netzartig strukturiertes System,
- Sitemap.

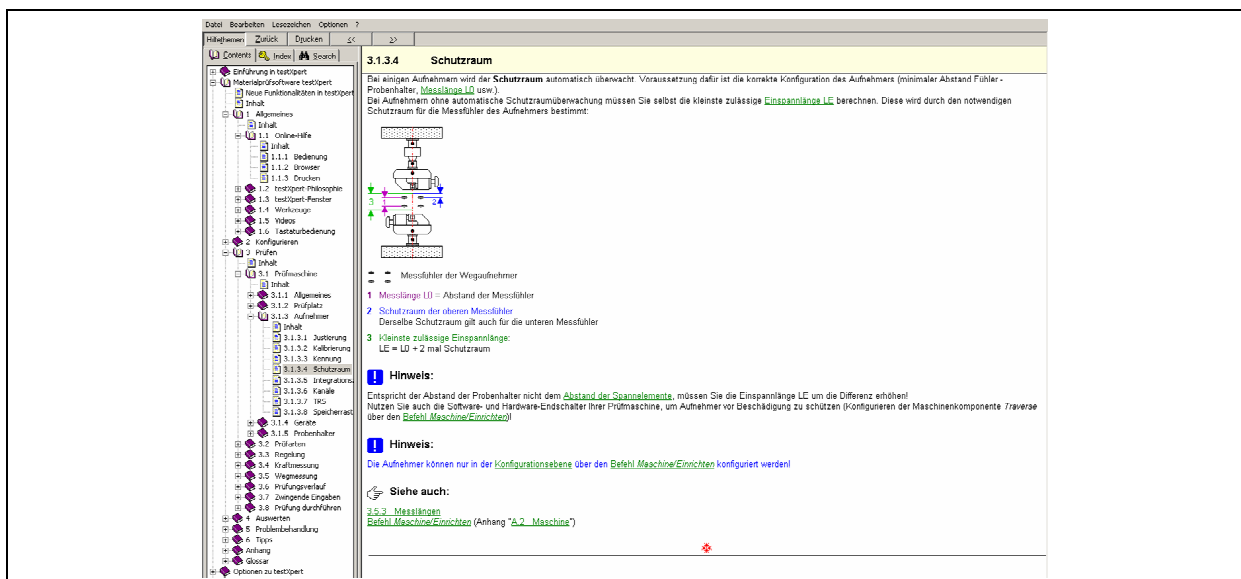


Abbildung 32 Inhaltsmaske des Referenzsystems

Das Referenzsystem ist ein Standard-Hilfesystem für Universalprüfmaschinen (vgl. Abbildung 32). Dieses System wurde ausgewählt, da die Maschine ein typisches produktionstechnisches Beispiel darstellt und die Arbeitsweise und die Ergebnisse der Maschinenprüfung leicht verständlich, auch für unerfahrene Nutzer dieser Maschine, sind. Das System wird eingesetzt, um Kennwerte von Zug-, Druck- und Biegeversuchen für Metalle, Kunststoffe und weitere Werkstoffe auszugeben und zu berechnen. Das Hilfesystem

verfügt über zwei verschiedene Arten von Suchfunktionen: Index und Stichwortsuche. Ferner wird zur Hauptnavigation ein hierarchischer Baum im linken Fenster angeboten und die Inhalte werden entsprechend rechts im Hauptfenster (vgl. Abbildung 32) angezeigt.

Die drei weiteren Systeme wurden mit unterschiedlichen Strukturen, aber identischen Inhalten untereinander und zum Originalsystem entwickelt. Die Systeme waren jeweils mit einer Freitext-Suchfunktion ausgestattet. In allen Systemen befindet sich im linken Fenster die Suche, im mittleren Fenster ist die Hauptstruktur angeordnet und im rechten Fenster werden die jeweiligen Inhalte angezeigt. Besuchte Inhalte werden in den drei folgenden Systemen in den jeweiligen Navigationsarten rot, unbesuchte blau, markiert.

Die Hierarchie (vgl. Abbildung 33) untergliedert sich in unterschiedliche Ordner und weitere Unterordner bis hin zu einzelnen, nicht weiter untergliederbaren Elementen. Im rechten Fenster werden die Inhalte des ausgewählten Ordners bzw. Elements angezeigt.

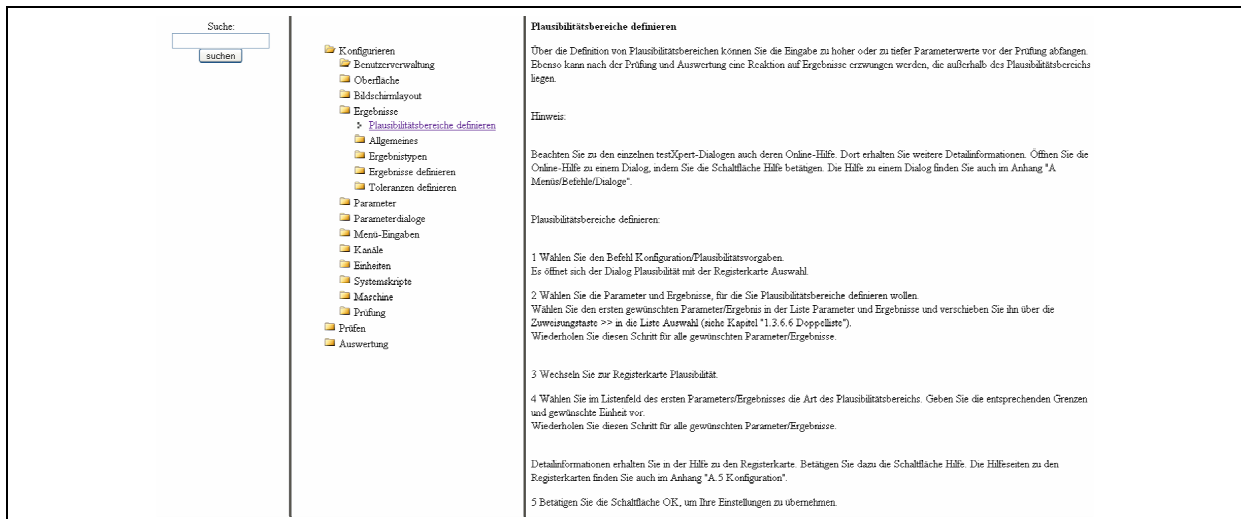


Abbildung 33 Hierarchie im Hilfesystem

Die Navigation im Netz (vgl. Abbildung 34) erfolgt allein über Hyperlinks und den Rücksprung über den Zurück-Button auf die vorherige Seite. Demgemäß enthält die Startseite keinen Zurück-Button. Es erfolgt keine Darstellung der Beschreibung des Pfades der ausgewählten Hyperlinks wie bei der Sitemap.



Abbildung 34 Hilfesystem mit Netz

Die Sitemap wurde zur Überprüfung eingesetzt, ob es neben den generellen Präferenzen für Netz und Hierarchie noch eine dritte Präferenz existiert, die zukünftig in das Personalisierungskonzept integriert werden muss oder ob diese Strukturierungsart die beiden anderen nur deutlicher von einander trennt.



Abbildung 35 Hilfesystem mit Sitemap

Bei der Sitemap (vgl. Abbildung 35) werden die Inhalte der ersten Ebene im rechten Fenster dargestellt, die durch Hyperlinks weiter mit Unterpunkten verknüpften werden. Dadurch erhält der Nutzer einen Überblick der Inhalte der entsprechenden Seite, ohne die einzelnen Hyperlinks direkt anklicken zu müssen. Durch die Auswahl eines Hyperlinks gelangt der Nutzer auf die nächste Ebene. Der Pfad der in den verschiedenen Ebenen ausgewählten Hyperlinks, auch „breadcrumbs“ [Nie00] genannt, wird oben links im rechten Fenster dargestellt.



Die Aufgaben für den Systemtest sind so gestaltet, dass Nutzer zur Bearbeitung der Aufgaben durch das System navigieren müssen, um ein möglichst umfassendes Bild der verwendeten Navigationsart zu erhalten. Daher wird auch bei manchen Aufgaben die Verwendung der Suchfunktion direkt ausgeschlossen. Beispielsweise sollen die Nutzer sich mit Hilfe des Systems über die einzelnen Phasen einer Zugprüfung informieren und mit eigenen Worten wiedergeben. Der vollständige Aufgabenkatalog ist in Kapitel 10.2.3 abgebildet. Der Versuchsplan zur Verteilung der Aufgaben auf unterschiedliche Systeme ist in Kapitel 10.3 abgebildet. So wird vermieden, dass dieselben Aufgaben bei unterschiedlichen Probanden immer mit denselben Systemen bearbeitet werden. Zur Bewertung der Leistung (Performance) der Probanden mit den Systemen wurde ein Bewertungsschema festgelegt (vgl. Kapitel 10.3). Während des Systemtests speichert die Software CAMTASIA die Bildschirmoberfläche (und somit sämtliche Mausbewegungen und -klicks) zusätzlich als Videodatei ab. Neben der Performance wird – wenn möglich – Verärgerung, Enttäuschung oder Freude der Probanden erfasst (vgl. Kapitel 10.2.4).

Im Nutzerinterview im Anschluss an den Systemtest werden Fragen bezüglich der Aufgabenbearbeitung wie Schwierigkeiten mit den Systemen oder Aufgaben und Verbesserungspotenziale der Systeme integriert. Des Weiteren werden die Nutzer hinsichtlich ihrer Vorkenntnisse bezogen auf die Maschine und das Hilfssystem befragt. Schließlich wird der Ablauf einer Zugprüfung nach Auffassung der Probanden mit ihren Worten wiedergegeben, um ein umfassendes Bild der mentalen Modelle der Probanden, die sie während der Aufgabenbearbeitung gewonnen haben, zu ermitteln. Der vollständige Interviewleitfaden ist in Kapitel 10.2.5 abgebildet.

Tabelle 3 zeigt einen Überblick zur Auswertung der Erhebungen, welche Eigenschaften und Präferenzen welcher Variablen-Art in dieser Untersuchung zuzuordnen sind.

*Tabelle 3      Unabhängige und abhängige Variablen der Untersuchung*

<b>Unabhängige Variablen</b>	<b>Abhängige Variablen</b>
Alter	Gestaltungspräferenzen bzgl. der Benutzerschnittstelle von Bediensystemen
Ausbildung	
Beruf	
Fähigkeiten bzgl. spezieller Intelligenzdimensionen	Performance innerhalb verschiedener Systemstrukturen
Interesse an Technik	
Umfang der Techniknutzung	Bewertung von unterschiedlichen Systemstrukturen
Kontrollüberzeugung bzgl. Technik	
Extroversion	

### 4.3.2 Empirische Ermittlung der Grundlage zur Herleitung der branchenspezifischen Q-Personas

In diesem Kapitel werden zunächst die Hypothesen, die mit Hilfe der empirischen Untersuchungen überprüft werden sollen, beschrieben. Im Anschluss daran wird der Ablauf der Untersuchungen erläutert. Schließlich werden die Ergebnisse der Untersuchungen, angefangen bei den Häufigkeitsverteilungen der Fragebogenergebnisse bis hin zu den statistischen Auswertungen der unabhängigen, der abhängigen Variablen und deren jeweiligen Zusammenhänge erörtert.

#### Hypothesen

Die generelle Hypothese, die durch diese Untersuchungen überprüft werden soll, ist, dass die strukturellen sowie gestalterischen Präferenzen von der Persönlichkeit des Nutzers abgeleitet werden können, um diesem allein durch die Erfassung seiner Eigenschaften bei Erstnutzung des Systems eine personalisierte – und somit auf ihn zugeschnittene – Benutzungsoberfläche anbieten zu können. Durch die Erfassung des Charakters von Nutzern lassen sich daher Aussagen über ihre Präferenzen hinsichtlich Strukturierung und Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen treffen. Dies führt dann zur Verbesserungen der Nutzerzufriedenheit und eine Reduktion der Fehlerhäufigkeit innerhalb der Mensch-Maschine-Interaktion durch kognitiv-optimierte Benutzungsoberflächen. Im Einzelnen ergeben sich die folgenden Hypothesen, die mit Hilfe der Testauswertung überprüft werden.

#### Hypothesen zu Gestaltungspräferenzen

1.  $H_1$ : Extrovertierte Personen bevorzugen eine stärkere Hintergrundsättigung und Farbsättigung von Buttons als introvertierte Personen.  
 $H_0$ : Extroversion hat keinen Einfluss auf die Präferenz der Hintergrundsättigung und Farbsättigung von Buttons.
2.  $H_1$ : Es gibt einen Zusammenhang zwischen Gestaltungspräferenzen und den hier erhobenen soziodemografischen, psychografischen und technografischen Eigenschaften.  
 $H_0$ : Es besteht kein direkter Zusammenhang zwischen Gestaltungspräferenzen und den hier erhobenen zu soziodemografischen, psychografischen und technografischen Eigenschaften.

#### Hypothesen zu Strukturpräferenzen

3.  $H_1$ : Die Performance von Personen bei der Arbeit mit unterschiedlich strukturierten Systemen steht in Zusammenhang mit bestimmten Ausprägungen der demografischen, psychografischen oder technografischen Eigenschaften.

$H_0$ : Es besteht kein Zusammenhang zwischen den hier erhobenen demografischen, psychografischen oder technografischen Eigenschaften und der Performance bei der Arbeit mit unterschiedlich strukturierten Systemen.

4.  $H_1$ : Die Bewertung unterschiedlich strukturierter Systeme steht in Zusammenhang mit bestimmten Ausprägungen der erhobenen demografischen, psychografischen oder technografischen Eigenschaften.

$H_0$ : Es besteht kein Zusammenhang zwischen den hier erhobenen demografischen, psychografischen oder technografischen Eigenschaften und der Bewertung unterschiedlich strukturierter Systeme.

## Ablauf

Nach einer kurzen Unterweisung der Probanden bezüglich der Ziele und der Bedeutung der Untersuchungen werden zunächst die Nutzereigenschaften und die Gestaltungspräferenzen im Usability Labor (vgl. Abbildung 36) des Zentrums für Mensch-Maschine-Interaktion der Technischen Universität Kaiserslautern erhoben. Anschließend werden die Systemtests im Beobachtungsraum durchgeführt (vgl. Abbildung 36).



Abbildung 36 Usability-Labor und Beobachtungsraum

Zur Einführung der Maschine und zur Einführung in das Umfeld der Verwendung des Hilfesystems schauen sich die Probanden vor Beginn des Systemtests den Ablauf einer Zugprüfung per Video an, um einen allgemeinen Eindruck über die Arbeitsweise und die Funktionen der Maschine zu erhalten. Anschließend werden Aufgaben mit den unterschiedlichen Systemen bearbeitet, wobei die Zuordnung der Aufgaben zu den einzelnen Benutzungsoberflächenarten variierte (vgl. Versuchsplan Kapitel 10.3). Während der Systemtests werden die Nutzer gebeten, ihre Vorgehensweise und Eindrücke laut zu äußern, um weitere Informationen über den Umgang mit den verschiedenen Systemen zu erhalten. Die Methode des „Thinking Aloud“ deckt somit die mentalen Modelle der Nutzer bei der Bearbeitung der Aufgaben mit den einzelnen Systemen auf. Nach den Systemtests wird

ein abschließendes Interview mit den Nutzern geführt, um vergleichende Aussagen über die unterschiedlich strukturierten Systeme zu erhalten (vgl. Kapitel 10.2.5).

### Auswertung

Weitere Informationen zu dieser Untersuchung und der Auswertung sind in [Max07] zu finden. Dies betrifft vor allem Informationen, die im Rahmen der Untersuchungen erhoben und ausgewertet wurden, aber im Endeffekt über die Herleitung der Q-Personas hinausgehen. Die grundlegenden statistischen Methoden, die bei der Datenauswertung verwendet wurden, werden in [Bac06] erläutert.

Das Untersuchungsmaterial sowie die Vorgehensweise der Untersuchung wurden zunächst in zwei Testdurchläufen evaluiert. Zwei Probanden durchliefen die unterschiedlichen Tests und gaben währenddessen sowie in einem abschließenden Interview Rückmeldungen bezüglich Verständnisschwierigkeiten, Unklarheiten etc. Nach dem ersten sowie nach dem zweiten Test wurden leichte Veränderungen in den Hilfesystemen sowie in einigen Fragenteilen vorgenommen bzw. Erläuterungen hinzugefügt.

Für die eigentlichen Tests werden 38 Personen – 30 männlich, 8 weiblich, zwischen 18 und 56 Jahren und einem Durchschnittsalter von 28 Jahren – aus dem Maschinenbauumfeld aus drei unterschiedlichen Berufsgruppen – Ingenieure, Studenten und Techniker – ausgewählt (vgl. Tabelle 4).

*Tabelle 4 Probandenanzahl nach Beruf und Geschlecht*

Beruf	Geschlecht	Anzahl	Altersspanne
Ingenieure	männlich	8	25-29 Jahre
	weiblich	4	
Studenten	männlich	8	20-28 Jahre
	weiblich	4	
Techniker	männlich	14	18-56 Jahre
Gesamt	männlich	30	18-56 Jahre
	weiblich	8	

Der Ablauf der Untersuchung wurde in Kapitel 4.3.2 dargestellt. Die Auswertung der erhobenen Daten (vgl. Kapitel 4.3.1), die für die Herleitung der Q-Personas relevant sind, werden im Folgenden dargestellt. Zunächst werden Häufigkeitsverteilungen der Fragebogenauswertung bezüglich der erhobenen Eigenschaften und deren Relevanz zur Entwicklung der Q-Personas dargestellt. Im Anschluss daran werden auffällige Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Variablen auf Grundlage der Fragebögen präsentiert und diskutiert. Diese erhobenen Zusammenhänge bilden die Grundlage für die Herleitung der Q-Personas. Durch diese Zusammenhänge zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen müssen verschiedene Präferenzen der Q-Personas aufgrund ihrer Korrelation mit den abhängigen Variablen nicht nochmals erhoben werden, sondern lassen sich von den unabhängigen Variablen ableiten.

## Häufigkeitsverteilungen

Bei der Systemstruktur, deren Präferenz die Probanden zunächst vor dem Systemtest angeben sollten, wählen sie am häufigsten die Hierarchie; einige bevorzugen auch die Sitemap, nur ein Kandidat bevorzugt im Vorhinein das Netz (vgl. Abbildung 37).

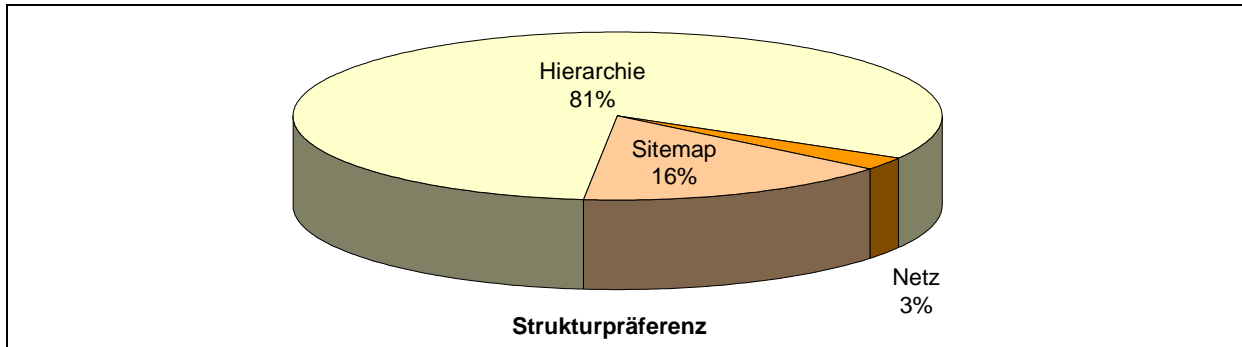


Abbildung 37 Häufigkeitsverteilung der Präferenzen hinsichtlich Systemstrukturen

Nach dem Systemtest, in dem die Probanden die Aufgaben bearbeiteten, nahmen die Probanden für die Systemstrukturen Netz, Hierarchie, Sitemap, Originalsystem und Suche eine Staffellung nach ihrer Präferenz vor. Es stellt sich heraus, dass der Großteil der Probanden (84 %) entweder das Netz vorzieht und die Hierarchie gar nicht mag oder umgekehrt. Nur für 6 Probanden sind beide Systemstrukturen fast gleichwertig gut oder schlecht. Abbildung 38 zeigt die Häufigkeitsverteilungen. Dies zeigt, dass eine sehr eindeutige Trennung der strukturellen Präferenzen der Probanden vorliegt. Diese Präferenzen eignen sich daher sehr gut zur Personalisierung, da sie eindeutig sind.

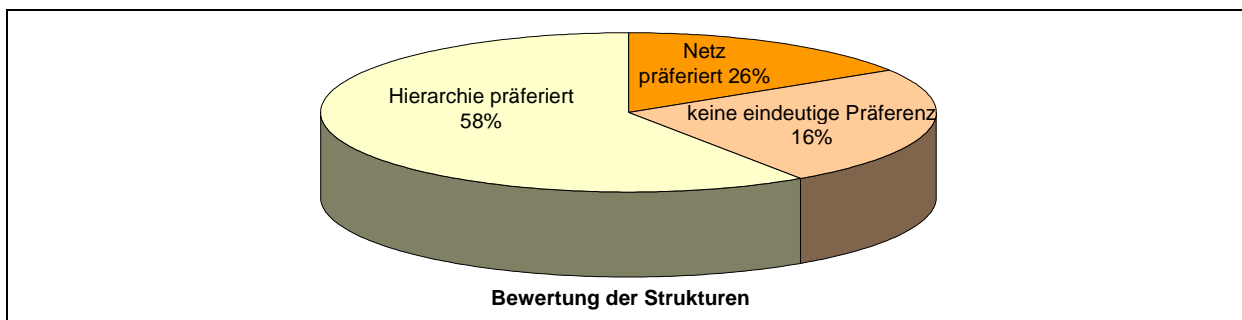


Abbildung 38 Häufigkeitsverteilung der Bewertungen von Netz und Hierarchie

Abbildung 39 zeigt die angegebenen Präferenzen hinsichtlich der Buttonformen von 2D- bzw. 3D-Buttons. 23 Probanden haben eine gleiche Präferenz bei der Buttonform, wobei die 2D-, 3D-Ausprägung hierauf keinen Einfluss hat. 15 Probanden entscheiden sich jeweils für eine andere Form bei den 2D-, 3D-Ausprägungen. Dies zeigt, dass die Präferenzen für die Form der Buttons nicht immer eindeutig sind oder noch von anderen Gegebenheiten abhängen bzw. keine eindeutige Präferenz besteht.

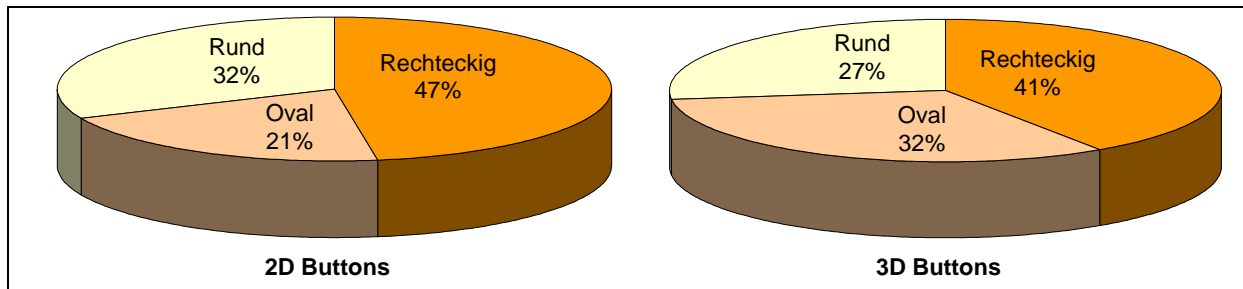


Abbildung 39 Häufigkeitsverteilungen zu Präferenzen bezüglich der Buttonform

Abbildung 40 zeigt die Verteilung der Präferenzen bezüglich digitalen und analogen Anzeigen. Demnach bevorzugen 82% bzw. 61% deutlich die digitalen Anzeigen. Allerdings zeigt sich bei der Zusammenführung der Daten, dass 32% der Probanden sowohl im technischen als auch im allgemeinen Kontext keine eindeutigen Präferenzen für Anzeigearten aufweisen. Dies deutet darauf hin, dass der Kontext für die Probanden entscheidend zu sein scheint und die Präferenz von Anzeigearten weniger persönlicher Vorlieben entspricht.

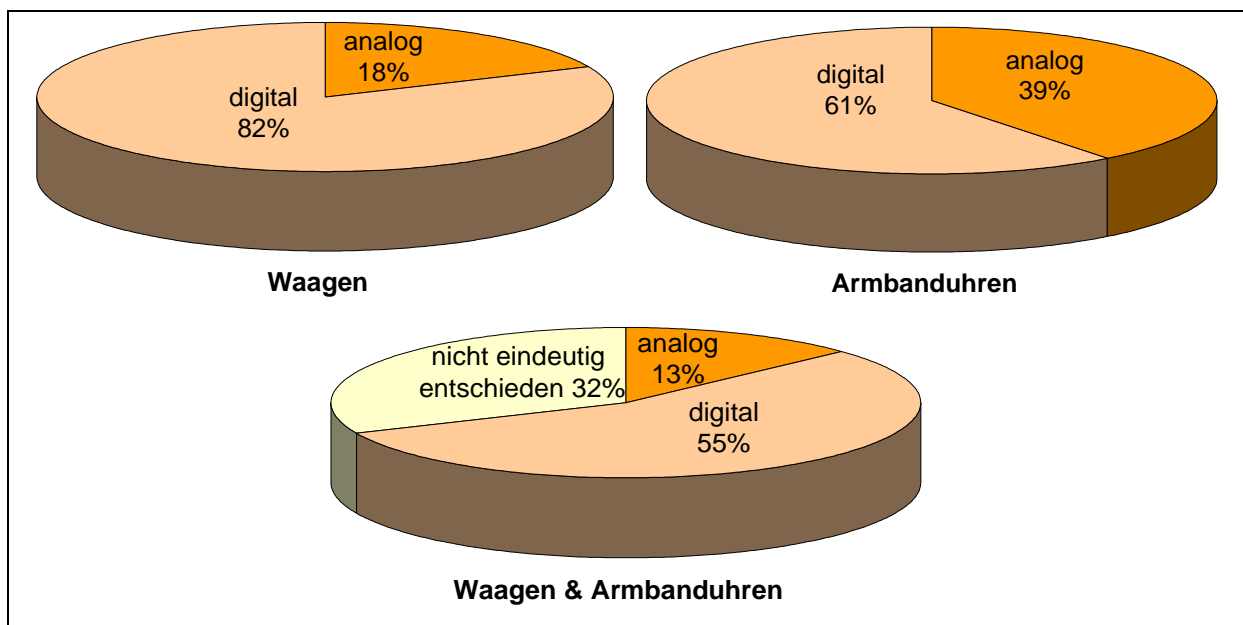


Abbildung 40 Häufigkeitsverteilungen zu Präferenzen für digitale und analoge Anzeigen

Bei der Sättigung von Hintergrund und Buttons ist bemerkenswert, dass Probanden, obwohl sie die Buttons und die Hintergründe in der Untersuchung nicht zusammen auf dem Bildschirm sahen, die Präferenz für die Buttonsättigung fast ausschließlich stärker wählen als die Hintergrundsättigung: Präferieren sie eine leichte Hintergrundsättigung, so geht dies mit einer Präferenz für die mittlere oder starke Buttonsättigung einher; eine Präferenz für eine

mittlere Hintergrundsättigung geht mit einem Vorzug einer starken Buttonsättigung einher (vgl. Abbildung 41).

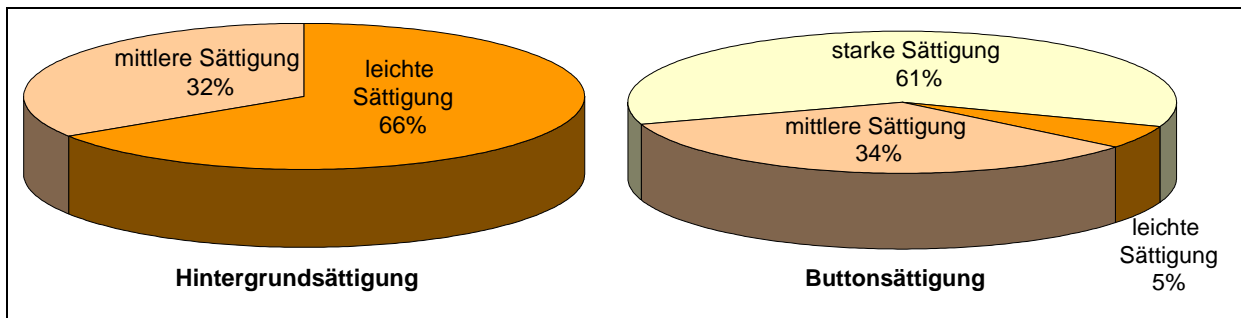


Abbildung 41 Häufigkeitsverteilungen zu Präferenzen hinsichtlich der Sättigung

Bei den Fragen zu präferierten Farben für Buttons und Bildschirmhintergründen können die Probanden jeweils mehrere Farben angeben. Um die Ergebnisse zu strukturieren, werden die Antworten der Probanden schließlich in die Ausprägungen „farbig“ (für eine Farbangabe von rot, grün, blau oder gelb), „neutral“ (Farbangabe ist schwarz, weiß oder grau) und „unklar“ (bei gemischten Antworten von schwarz, weiß oder grau und rot, grün, blau oder gelb) unterteilt. Die Häufigkeitsverteilungen zu diesen Variablenausprägungen zeigt Abbildung 42. Für die Herleitung der Q-Personas wird die Variablenausprägungen „unklar“ und „farbig“ zur Ausprägung „auch gerne farbig“ zusammengefasst, weil eine Tendenz zur farbigen Gestaltung vorliegt.

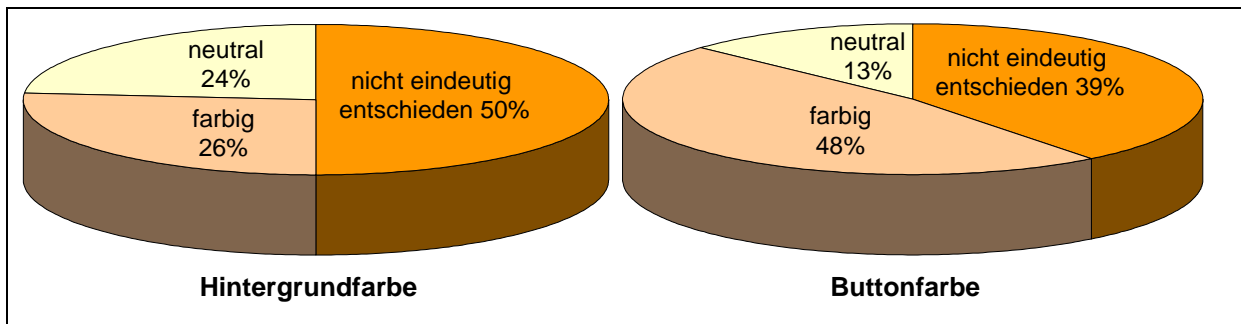


Abbildung 42 Häufigkeitsverteilungen der Farbwünsche für Buttons und Hintergründe

### Unabhängige Variablen

Der Grad der Extroversion wird, wie in Kapitel 2.3.3 beschrieben, auf einer fünfstufigen Skala gemessen. Keiner der Probanden liegt dabei unter dem Mittelwert der Vergleichsgruppe [Bor93] mit einem von Mittelwert = 2,36 (St. = 0,70). Insgesamt erreichen die Probanden dieser Untersuchung einen Mittelwert von 3,39 bei der Variable Extroversion (St. = 0,44) und sind daher insgesamt als verstärkt extrovertiert zu bezeichnen.

Zunächst werden Interdependenzen zwischen den unabhängigen Variablen untersucht. Diese könnten möglicherweise Korrelationen zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen erklären. Unabhängige Variablen sind Nutzereigenschaften, die hauptsächlich mit Fragebögen erhoben wurden.

Die Items „Ich interessiere mich für Technik“ und „Ich arbeite gerne mit technischen Geräten“, die mit Hilfe des Fragebogens zur Technik-Nutzung (vgl. Kapitel 10.2.1) erfasst wurden, korrelierten stark miteinander (vgl. Kapitel 10.4), was sich durch die Fragestellung an sich schon erklären lässt. Sie werden für die Herleitung der Q-Personas zu einer Variable „Technikzuneigung“ zusammengefasst.

### Abhängige Variablen

Tabelle 5 zeigt anhand der Rangkorrelationen nach Kendall's tau Zusammenhänge zwischen Performance und Bewertung der unterschiedlichen Lernsysteme.

*Tabelle 5      Rangkorrelationen zwischen Systemstruktur-Performance und -Bewertung*

		Netz Performance- Mittelwert	Hierarchie Performance- Mittelwert	Sitemap Performance- Mittelwert	Originalsystem Performance- Mittelwert
Bewertung der Netzes	$\tau$	-0,208	0,226	-0,123	0,26
	Signifikanz (2-seitig)	0,123	0,093	0,363	0,051
	N	37	37	37	37
Bewertung der Hierarchie	$\tau$	0,057	-0,272	0,029	-0,267
	Signifikanz (2-seitig)	0,668	0,038	0,824	0,04
	N	37	37	37	37
Bewertung der Sitemap	$\tau$	-0,127	0,206	-0,151	0,359
	Signifikanz (2-seitig)	0,349	0,126	0,267	0,007
	N	37	37	37	37
Bewertung des Originalsystems	$\tau$	0,023	-0,166	0,151	-0,442
	Signifikanz (2-seitig)	0,859	0,201	0,251	0,001
	N	37	37	37	37

Die aufgeführten Korrelationen zeigen, dass Probanden, die eine gute Performance mit der Hierarchie aufweisen, diese auch gut bewerten. Dies trifft auch auf das Originalsystem, allerdings nicht für das Netz und die Sitemap, zu. Zudem ist aus dieser Tabelle ersichtlich, dass Probanden, die mit dem Originalsystem gut arbeiten können, das Netz sowie die Sitemap eher schlecht, die Hierarchie hingegen eher gut bewerten. Es können daher keine signifikanten Korrelationen zwischen der Performance anhand des Netzes, der Hierarchie oder der Sitemap und der anschließenden Bewertung dieser Systeme erkannt werden. Als Erklärung kann hier der Lerneffekt dienen. So bewerten Probanden bspw. die ihnen bekannte Hierarchie (sehr ähnlich im MS Windows Explorer) als gut, auch wenn sie in dem Systemtest eine eher schlechte Performance damit erzielten.

Tabelle 6 zeigt die Zusammenhänge in der Bewertung der einzelnen Systeme. Es ist ersichtlich, dass Hierarchie und Netz von den Probanden signifikant sehr gegensätzlich bewertet werden, was sich auch schon bei den Häufigkeitsverteilungen (vgl. Abbildung 38) andeutete. Liegt bei Probanden eine starke Präferenz für die Hierarchie vor, wird das Netz



sehr schlecht bewertet und umgekehrt. Gleiches gilt für die Bewertung von Originalsystem und Netz sowie Originalsystem und Sitemap. Dagegen sind die Bewertung des Netzes und die Bewertung der Sitemap ähnlich gut oder schlecht, was sich in der positiven Korrelation zeigt. Dies zeigt, dass eine Sitemap keine weitere strukturelle Nutzerpräferenz darstellt. Daher kann die Sitemap in zukünftigen Untersuchungen vernachlässigt werden. Insgesamt lassen sich aus Tabelle 6 zwei Gegensätze in der Bewertung ableiten: Auf der einen Seite der Bewertungsskala liegen Sitemap und Netz, auf der anderen Seite werden Originalsystem und Hierarchie ähnlich bewertet.

Tabelle 6 Rangkorrelationen zwischen Systemstruktur-Bewertungen

		Bewertung des Netzes	Bewertung der Hierarchie	Bewertung der Sitemap	Bewertung des Originalsystems
Bewertung des Netzes	$\tau$	1	-0,575	0,355	-0,424
	Signifikanz (2-seitig)		0	0,014	0,002
	N	37	37	37	37
Bewertung der Hierarchie	$\tau$	-0,575	1	-0,168	0,203
	Signifikanz (2-seitig)	0		0,237	0,137
	N	37	37	37	37
Bewertung der Sitemap	$\tau$	0,355	-0,168	1	-0,602
	Signifikanz (2-seitig)	0,014	0,237		0
	N	37	37	37	37
Bewertung des Originalsystems	$\tau$	-0,424	0,203	-0,602	1
	Signifikanz (2-seitig)	0,002	0,137	0	
	N	37	37	37	37

### Unabhängige Variablen und Gestaltungspräferenzen

Die Zusammenhänge zwischen den unabhängigen Variablen und den gestalterischen Präferenzen werden ausführlich in [Thi07] diskutiert. Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt.

Ein  $\chi^2$ -Unabhängigkeitstest zeigt signifikante Unterschiede von präferierten Buttonformen in 3D-Darstellung bei unterschiedlichen Berufsgruppen. Das Ergebnis ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7 Kreuztabelle für Beruf und präferierte 3D- Buttonform

		Student	Ingenieur	Techniker	Gesamt
rechteckig	Anzahl	3	2	10	15
	erwartete Anzahl	4,5	4,9	5,7	15
oval	Anzahl	4	5	3	12
	erwartete Anzahl	3,6	3,9	4,5	12
rund	Anzahl	4	5	1	10
	erwartete Anzahl	3	3,2	3,8	10
Gesamt	Anzahl	11	12	14	37
	erwartete Anzahl	11	12	14	37

Der Test zeigt, dass mit einer 4,6 prozentigen Irrtumswahrscheinlichkeit ein Zusammenhang zwischen der Präferenz für eine dieser Buttonformen und dem Beruf der Probanden existiert. Aus Tabelle 7 ist ersichtlich, dass vor allem Techniker bei der Wahl der Buttonform deutlich von den Erwartungswerten abweichen, indem sie überproportional zu einer rechteckigen Form im Gegensatz zu einer ovalen oder runden Buttonform neigen. Ingenieure und

Studenten zeigen eher die Tendenz zu einer überproportionalen Wahl von runden oder ovalen Buttons im Vergleich zur Wahl der rechteckigen Form. Der maximale Wert des Kontingenzkoeffizienten beträgt  $CC_{\max} \approx 0,816$ , so dass mit einem erreichten Kontingenzkoeffizienten von 0,456 ein leichter Zusammenhang nachgewiesen ist.

Die folgenden Ausführungen geben lediglich Tendenzen wieder, die durch keine statistische Überprüfung bewiesen werden konnten. Jedoch sind sie für die Generierung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen essentiell.

1. Für die Hintergrundsättigung wurde ein interessantes Ergebnis ermittelt: Obwohl die Probanden die Sättigung der Buttons und Hintergründe immer getrennt sahen, unterscheidet sich der Sättigungsgrad immer um mindestens eins. Bezüglich des Berufs tendieren Studenten zu 58%, Ingenieure zu 66% und Techniker zu 71% zu leichteren Hintergrundsättigungen. Probanden mit einer mittleren technischen Begabung präferieren eher eine leichte Hintergrundsättigung (77%) als Probanden mit einer höheren Begabung (52%).
2. Die Buttonform zeigt zum einen eine Abhängigkeit zur Wortflüssigkeit: Je geringer die Begabung ist, desto eher tendieren sie zu rechteckigen Buttons; je höher die Begabung ist, desto eher tendieren sie zu ovalen oder runden Buttons.
3. Ebenso wie die Buttonform zeigt auch die Anzeigenart unterschiedliche Ergebnisse im Zusammenhang mit dem Beruf und der Wortflüssigkeit: 75% der Ingenieure und 50% der Techniker tendieren zu digitalen Anzeigen oder es war keine eindeutige Tendenz zu ermitteln. Bei den Studenten kann kein exakter Favorit ermittelt werden. Je höher die Ergebnisse der Wortflüssigkeit, desto eher präferieren die Probanden digitale Anzeigen.

Es zeigt sich in dieser Untersuchung nicht, dass extrovertiertere Probanden einen höheren Farbsättigungsgrad von Bildschirmhintergründen und Buttons bevorzugen als weniger extrovertierte Personen. Daher muss diese Alternativhypothese  $H_1$  „Extrovertierte Personen bevorzugen eine stärkere Hintergrundsättigung und Farbsättigung von Buttons als introvertierte Personen“ verworfen und die Nullhypothese  $H_0$  angenommen werden. Da an dieser Untersuchung nur extrovertierte Probanden beteiligt waren (vgl. Absatz Häufigkeitsverteilung), können keine signifikanten Aussagen getroffen werden. Die Hypothese  $H_1$ , dass zwischen Gestaltungspräferenzen und Nutzereigenschaften Zusammenhänge existieren, muss generell aufgrund der analysierten Ergebnisse abgelehnt werden. Nur für den Zusammenhang zwischen Beruf und Buttonform zeigen sich leicht signifikante Ergebnisse. Demzufolge müssen die relevanten Gestaltungsmerkmale für die Entwicklung technischer Benutzungsoberflächen bei der Konkretisierung des Personalisierungskonzeptes in der Produktionstechnik erhoben werden.

## Unabhängige Variablen und strukturelle Präferenzen

Die erhobenen Zusammenhänge zwischen unabhängigen Variablen und strukturellen Präferenzen werden in [Thi07a] zusammenfassend im Vergleich mit weiteren Studien untersucht, ob es sich bei der Präferenz für unterschiedliche Strukturen um interpersonelle oder interkulturelle Variablen handelt. Die Untersuchungen von [Zha04] zeigen, dass die Vorgehensweise bei der Benutzung von technischen Systemen eher ein Unterschied zwischen Personen, also auch innerhalb einer Kultur, darstellt als zwischen verschiedenen Kulturen. Dies kann durch die beschriebenen Ergebnisse von unterschiedlichen strukturellen Präferenzen, abhängig von verschiedenen Nutzereigenschaften, in einer Kultur verstärkt werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse detaillierter im Hinblick auf deren Aussagekraft bezüglich der strukturellen Präferenzen und im Hinblick auf die Herleitung der Q-Personas dargestellt.

Die Alternativhypothese besagt, dass zwischen der Systemstruktur-Performance einer Person und ihren soziodemografischen, psychografischen und technografischen Eigenschaften Zusammenhänge bestehen. In einigen Fällen kann die Alternativhypothese  $H_1$  bestätigt und die Nullhypothese  $H_0$  verworfen werden (vgl. Tabelle 8). Es ist zu erkennen, dass sich für die einzelnen Systemstrukturen signifikante Korrelationen mit unterschiedlichen Eigenschaftsvariablen ergeben. Dies wird besonders deutlich, wenn die Performance mit dem Netz und die Performance mit der Hierarchie gegenübergestellt werden.

*Tabelle 8 Bestätigung der Alternativ-Hypothese für strukturelle Präferenzen bei der Systemperformance*

		Netz Performance-Mittelwert	Hierarchie Performance-Mittelwert
Summe A 5 (Wortflüssigkeit)	$\tau$	0,267	0,200
	Signifikanz (2-seitig)	0,027	0,097
	N	38	38
Summe A 8 (räuml. Vorstellungsvermögen)	$\tau$	0,244	0,293
	Signifikanz (2-seitig)	0,055	0,021
	N	37	37
Summe A 10 (Erkennen des Wesentlichen)	$\tau$	0,177	0,237
	Signifikanz (2-seitig)	0,142	0,048
	N	38	38
Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen zu Zugprüfungen	$\tau$	0,344	0,102
	Signifikanz (2-seitig)	0,008	0,425
	N	38	38

Eine bessere Performance anhand des Netzes geht mit einer besseren Wortflüssigkeit sowie einem höheren Kenntnisstand bezüglich der theoretischen und praktischen Hintergründe von Zugprüfversuchen einher und umgekehrt. Dies lässt vermuten, dass die Intelligenzdimension Wortflüssigkeit ein wichtiger Faktor für die Arbeit mit einem Netz ist. Im Weiteren lassen die Ergebnisse darauf schließen, dass eine Aufgabenbearbeitung mit einem System, welches ein Netz aufweist, einfacher zu bewältigen ist, wenn sich der Nutzer thematisch gut auskennt – je weniger der Nutzer allerdings über das Themenfeld weiß, umso schwieriger ist die Aufgabenbearbeitung mit einem netzartig strukturierten System. Die signifikanten Rangkorrelationen in Tabelle 8 bezüglich der Performance anhand der Hierarchie lassen darauf

schließen, dass die Navigation in einer Hierarchie bei einem höheren räumlichen Vorstellungsvermögen einfacher ist. Dies bestätigen auch die Studien von [Ceg06], [For02] und [Pal00], die im Stand der Technik vorgestellt wurden. Allerdings scheint die Arbeit mit einem hierarchisch strukturierten System positiv beeinflusst zu werden, wenn der Proband eine gut ausgebildete Fähigkeit besitzt, das Wesentliche zu erkennen.

Für die Performance mit der Hierarchie und dem Netz wurden jeweils mehrere signifikante Korrelationen ermittelt. Da die Variablen, die beispielsweise mit der Performance anhand der Hierarchie korrelieren, auch untereinander korrelieren (z.B. korreliert die Variable „Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen zu Zugprüfversuchen“ stark mit der Variablen „Vertrautheit mit einer Zugmaschine“), ist die Anwendung einer Regressionsanalyse erforderlich.

Zunächst wird eine Regression mit der abhängigen Variablen „Performance anhand der Hierarchie“ vorgenommen. Als unabhängige Variablen dieser Regression werden diejenigen einbezogen, die mit der abhängigen Variablen signifikante Korrelationen aufweisen. Die unabhängigen Variablen, die in der berechneten Regression keinen signifikanten Beitrag leisten oder deren Beta-Wert gering ist, werden schrittweise eliminiert, bis nur noch unabhängige Variablen mit signifikantem Beitrag einfließen und der Wert des korrigierten R<sup>2</sup> maximal ist. Für die Performance anhand der Hierarchie stellt sich als Prädiktor die Summe der richtig gelösten Unteraufgaben zu Aufgabe 10 „Erkennen des Wesentlichen“ (positiver Einfluss) heraus (vgl. Kapitel 10.5.1). Die Variable „Summe A7“ (gedankliches Drehen eines Gegenstands) wird in die Regression der „Performance dem Netz“ mit einbezogen, da diese eine signifikante Korrelation mit der Netz-Performance anhand des Pearson’schen Korrelationskoeffizienten aufweist. Jedoch wird die Performance mit dem Netz durch die Variable „Vertrautheit mit einer Zugmaschine“ beschreiben. Die Alternativhypothese über einen existierenden Zusammenhang zwischen soziodemografischen, psychografischen und technografischen Merkmalen kann daher in einigen Fällen angenommen und die Nullhypothese verworfen werden.

Wie die Performance in den einzelnen Systemen zeigt auch die Bewertung gegenüber diesen Variablen in signifikanten Fällen meist nur einen schwachen Zusammenhang. Es sind allerdings einige mittelstarke Zusammenhänge (z.B. „Summe A10“ und Bewertung von Netz und Hierarchie) zu verzeichnen (vgl. Tabelle 9).

*Tabelle 9 Bestätigung der Alternativ-Hypothese für strukturelle Präferenzen bei der Systembewertung*

		Netz Bewertung	Hierarchie Bewertung
Alter	$\tau$	0,042	0,283
	Signifikanz (2-seitig)	0,752	0,03
	N	37	37
Summe A 10 (Erkennen des Wesentlichen)	$\tau$	0,324	-0,346
	Signifikanz (2-seitig)	0,013	0,007
	N	37	37

Der Vergleich der Bewertung von Netz und Hierarchie zeigt, dass sich diese – wie bei der Performance – in den Korrelationsbeziehungen stark unterscheiden: Eine positive Bewertung der Netzstruktur durch die Probanden geht mit einer geringeren Fähigkeit einher, das Wesentliche zu erkennen. Im Gegensatz zum Netz haben Probanden, die die Hierarchie stärker präferieren, eine höhere Fähigkeit zum Erkennen des Wesentlichen und sind eher jünger.

Auch in Bezug auf die Bewertung wird – wie bei der Performance bereits beschrieben – eine Regression für die in dieser Untersuchung auffälligen Systeme „Hierarchie“ und „Netz“ durchgeführt. Die zugehörigen Regressionstabellen sind in Kapitel 10.5.2 dargestellt. Als aussagekräftigste Prädiktorvariable stellte sich für die Bewertung der Hierarchie die Variable „Summe A10“ (Erkennen des Wesentlichen) heraus. Sie beeinflusst die Bewertung bei einer höheren Summe positiv. Prädiktor für eine gute Bewertung des Netzes ist nach der Regression eine gute Performance mit dem Netz. Die „Summe A10“ (Erkennen des Wesentlichen) ist des Weiteren ein starker Prädiktor für die Bewertung des Netzes und schließlich beeinflusst die Variable „Kollegen fragen“ (bei Softwareproblemen) die Bewertung des Netzes, jedoch in negativer Richtung.

Aufgrund der beschriebenen Zusammenhänge ließen sich lediglich für die Strukturierung Nutzereigenschaften wie Alter und Erkennen des Wesentlichen als Prädiktoren für die Bewertung der Strukturierung (vgl. Tabelle 9) finden. Jedoch konnten auch hier nur schwache bis mittlere Zusammenhänge ermittelt werden, so dass eine weitere Erhebung der Strukturierungspräferenzen notwendig ist.

Im vorherigen Kapitel wurde die Auswertung der erhobenen Merkmale, die für die Herleitung der Q-Personas relevant sind, dargelegt. Demnach eignen sich diejenigen als Personalisierungskriterium, die zuvor Zusammenhänge mit anderen oder auffällige Häufigkeitsverteilungen gezeigt haben. Des Weiteren werden Eigenschaften, die für die Benutzungsoberflächengestaltung unerlässlich sind, in die Herleitung der Q-Personas integriert. Diese Merkmale werden im Folgenden zur Charakterisierung der Q-Personas verwendet. Zunächst wird das verwendete Verfahren zur statistischen Generierung von Q-Personas erläutert, um in Kapitel 4.3.3 die einzelnen Q-Personas zu beschreiben. Schließlich wird in Kapitel 4.4 eine Bewertung der erhobenen Ergebnisse und der Generierung der Q-Personas getroffen.

### **4.3.3 Empirische Herleitung der produktionsspezifischen Q-Personas**

Um bei einer Analyse möglichst eindeutige, klare und einfach zu interpretierende Q-Personas zu finden, ist es notwendig, die Anzahl der in die Q-Persona-Analyse einfließenden Variablen möglichst gering zu halten. Daher werden aus der Vielzahl der unabhängigen und abhängigen Variablen, die in Kapitel 4.3.2 erhoben wurden, zunächst diejenigen herausgesucht, die in den bisher vorgestellten Ergebnissen signifikante Zusammenhänge oder zumindest Tendenzen ergaben. Zudem fließen Variablen, die für die weitere

Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen als wichtig erachtet werden, in die Analyse ein. Für die übrigen Variablen hat sich gezeigt, dass sie entweder abhängig vom Kontext sind, keine eindeutigen Präferenzen bezüglich der Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen hervorrufen und sich daher nicht auf die Probanden an sich zurückführen lassen oder für die Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen keine ausschlaggebende Größe darstellen. Diese werden bei der weiteren Entwicklung der Q-Personas nicht berücksichtigt. Die Variablen zur Herleitung der Q-Personas sind:

- Nutzereigenschaften: Beruf; Intelligenz (schlussfolgerndes Denken, Wortflüssigkeit, Technische Begabung), Vertrautheit mit theoretischen Grundlagen, Technikzuneigung,
- Gestalterische Präferenzen: Anzeigart (analog, digital), Button: Farbe, Form, 2D oder 3D, Hintergrund: Farbe und Sättigung,
- Strukturelle Präferenzen: Bewertung von Netz und Hierarchie.

Variablen zur System-Performance gehen nicht ein. Hiermit wird dem Ergebnis Rechnung getragen, dass viele Probanden mit mehreren Systemen sehr gut zurecht kommen, sie aber eindeutig ein System präferierten. Die genaue Spezifikation der einzelnen Variablen, die Normierung der Variablen und deren Bezeichnungen in der Analyse sind in Kapitel 10.6 dargestellt.

Die Technikzuneigung wird integriert, da sie leichte bis mittlere Korrelationen (vgl. Tabelle 23) zu den Intelligenzdimensionen Wortflüssigkeit und schlussfolgerndes Denken aufweist. Des Weiteren ist diese Variable in Nutzerbefragungen effizienter zu erheben als die beiden Intelligenzdimensionen. So kann die Technikzuneigung zu Aussagen über diese beiden Intelligenzdimensionen in späteren Befragungen verwendet werden. Für die Konkretisierung des Personalisierungskonzeptes im Rahmen der Q-Personas für die Produktionsumgebung bleiben jedoch die beiden Intelligenzdimensionen erhalten, um Unterschiede zwischen den Ausprägungen der Variablen bei der Entwicklung einzelner Q-Personas zu überprüfen.

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der einzelnen Q-Personas ist in Kapitel 10.6 spezifiziert. Es wurden sechs Q-Personas ermittelt, die die Population gut unterschieden. Hierbei lag der Fokus zum einen darauf, möglichst einheitliche Q-Personas mit sehr ähnlichen Probanden zu finden. Zum anderen sollte zwecks Handhabbarkeit die Anzahl der Q-Personas möglichst gering sein. Hierfür spricht auch, dass bei der insgesamt geringen Probandenzahl bei einer hohen Anzahl von Q-Personas nur sehr wenige Personen innerhalb der Q-Personas zu finden wären [Bac06]. Diese beiden Ziele sind auch gegensätzlich zueinander: Bei der Konzentration auf die Verringerung der Q-Persona-Anzahl werden die Q-Personas in ihren Eigenschaften immer inhomogener. Umgekehrt führt eine hohe Homogenität einzelner Q-Personas zu einer hohen Q-Persona-Anzahl.

Die zum Teil sehr hohen Standardabweichungen bei einigen Variablen (vgl. Abbildung 91 bis Abbildung 94) weisen darauf hin, dass verschiedene Q-Personas in diesen Variablen eher

inhomogen sind. Dies fällt insbesondere bei den Variablen zu den Gestaltungspräferenzen auf. Bezüglich der Intelligenzdimensionen und des Berufes sind die Standardabweichungen hingegen eher gering, was dafür spricht, dass sich die Q-Personas in ihren Ausprägungen hier ähnlich sind. Bezüglich der Systembewertungen unterscheiden sich die Q-Personas untereinander stark in ihren Standardabweichungen, was zeigt, dass einige Q-Personas durch eine homogene Bewertung charakterisiert werden können, während für andere Q-Personas mit sehr hoher Standardabweichung keine Aussage über eine klare Präferenz zu treffen ist.

Im Folgenden werden die einzelnen Q-Personas anhand des in Kapitel 4.2 dargestellten Personalisierungskonzeptes, des Q-Personas-Ansatzes nach Kapitel 4.2.5 und der empirischen Ergebnisse beschrieben. Die Beschreibungen beschränken sich auf die erhobenen Merkmale, die sich als eindeutig signifikante Charakterisierungsmerkmale der betreffenden Q-Persona herausgestellt haben. Es werden keine fiktiven Merkmale hinzugefügt. Zur besseren Unterscheidbarkeit der Q-Personas und der jeweiligen personalisierten Systeme mit den Q-Personas werden sie mit Vornamen benannt. Die geschlechtliche Identifikation der Vornamen hat jedoch keine statistisch belegbare Bedeutung, da sich, wie in Kapitel 4.3.2 dargestellt, keine geschlechterspezifischen Q-Personas gezeigt haben.

#### **Q-Persona ALICE**

Dieser Q-Persona gehören Studenten und Ingenieure an, wobei ihr Anteil an Ingenieuren, bezogen auf die anderen Q-Personas, höher ist. Sie weist eine besonders hohe Vertrautheit mit technischen Grundlagen, bezogen auf die getestete Maschine, auf. Auch ist ihre „Technikzuneigung“ durchschnittlich sehr stark ausgeprägt. Sie erzielt vergleichsweise sehr hohe Ergebnisse bei den Intelligenztestaufgaben zur technischen Begabung. Sie bevorzugt farbige Buttons (absolut homogen) und eine mittelstarke Hintergrundsättigung. Neben dem Wunsch nach einer mittelstarken Hintergrundsättigung charakterisiert ALICE besonders die Form der Buttons, weil sie die Einzige ist, die ovale oder rechteckige Buttons präferiert. Die Bewertung der hierarchischen Strukturierung ist in dieser Gruppe eindeutig besser als die des Netzes; jedoch ist dieses Ergebnis durch eine hohe Standardabweichung gekennzeichnet.

#### **Q-Persona BERTRAM**

BERTRAM vertritt hauptsächlich Techniker und Ingenieure. BERTRAM weist eine sehr hohe Technikzuneigung auf. Der Intelligenztest ergab, dass BERTRAM in allen drei getesteten Teilen des Intelligenztests schlussfolgerndes Denken, Wortflüssigkeit und technische Begabung sehr hohe Ergebnisse erzielt. Ferner favorisiert er eine hierarchische Strukturierungsart. Im Bereich der Gestaltung weist er jedoch keinerlei Präferenzen auf.

### **Q-Persona *CLAIRE***

*CLAIRE* lässt sich nicht eindeutig durch die getesteten Nutzereigenschaften charakterisieren. Sie bevorzugt runde Buttons. Bezüglich des Hintergrunds favorisiert sie einen farbigen Hintergrund. Die Ausprägung der Hintergrundsättigung „leicht“ unterscheidet sie auch deutlich von den anderen Q-Personas. Ihre präferierte Strukturierungsart ist die hierarchische Organisation.

### **Q-Persona *DONALD***

*DONALD* vertritt ausschließlich Techniker, die für die getestete Maschine nur geringe theoretische Grundlagen aufweisen. *DONALD* ist durch eine überaus starke Technikzuneigung charakterisiert. Er charakterisiert sich ferner durch eine hohe Begabung der Wortflüssigkeit. Er bevorzugt runde Buttons, aber eine neutrale Hintergrundfarbe, was für seine Q-Persona charakteristisch gegenüber den anderen Q-Personas ist. Bezüglich der Darstellung der Zeit präferiert er eindeutig eine digitale Anzeige. Sein System sollte netzartig strukturiert sein.

### **Q-Persona *EMIL***

*EMIL* vertritt ebenfalls ausschließlich Techniker, die ausschließlich über geringe theoretische Grundlagen für die getestete Maschine verfügen. *EMIL* weist des Weiteren die niedrigsten Ergebnisse in allen drei getesteten Intelligenztest-dimensionen auf und zeigt eine eher niedrige „Technikzuneigung“. Charakteristisch für ihn ist die Tatsache, dass er weder hinsichtlich der Gestaltung noch für die Strukturierung über eindeutige Präferenzen innerhalb der getesteten Kriterien verfügt.

### **Q-Persona *FRANZISKA***

*FRANZISKA* vertritt ausschließlich Studenten, die sich durch eine relativ hohe Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen, allerdings durch eine vergleichsweise eher niedrige „Technikzuneigung“, charakterisieren lassen. Sie zeigt in allen drei getesteten Bereichen des Intelligenztests die höchste Leistung im Vergleich zu den anderen Q-Personas. *FRANZISKA* bevorzugt runde und farbige Buttons, die dreidimensional dargestellt sein sollten. Diese Dreidimensionalität stellt sie gegenüber den anderen Q-Personas heraus. Ferner favorisiert sie einen farbigen Hintergrund und eine digitale Anzeige. Aufgrund der Testergebnisse sollte ihr System netzartig strukturiert sein.

Wie durch die Auswertung in Kapitel 4.3.2 und die Beschreibung der Q-Personas gezeigt, lassen sich die Präferenzen bez. Strukturierung und Gestaltung nicht ausschließlich von den erhobenen Nutzereigenschaften ableiten (vgl. Abbildung 43). Die Präferenzen hinsichtlich der Gestaltung müssen für eine genaue Zuordnung von Nutzern zu Q-Personas erhoben werden. Bezogen auf die Strukturierung ist es möglich, Aussagen anhand der getesteten Intelligenzdimensionen zu treffen, welche die bevorzugte Strukturierungsart ist.



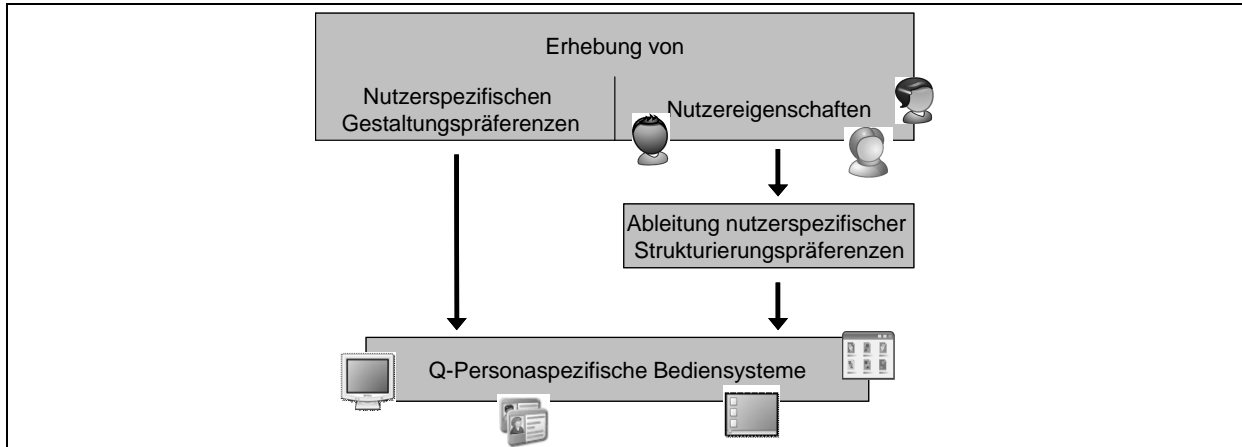


Abbildung 43 Zusammenhang zwischen Nutzereigenschaften und -präferenzen

#### 4.4 Bewertung des Personalisierungskonzeptes

Das in Kapitel 4.2 dargestellt abstrakte Personalisierungskonzept umfasst Nutzereigenschaften, die in anderen Studien Zusammenhänge und Auswirkungen auf Präferenzen bei der Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen gezeigt haben und somit zur Einordnung von Nutzern beitragen. Die dargestellten Präferenzen zur Strukturierung und Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen umfassen alle relevanten Eigenschaften dieser Benutzungsoberflächen in der Investitionsgüterindustrie, die bei deren Entwicklung durch Nutzerpräferenzen variiert werden können. Weitere Eigenschaften technischer Benutzungsoberflächen sind aufgrund von Usability-Kriterien speziell in der Investitionsgüterindustrie nicht durch nutzerspezifische Präferenzen veränderbar. Schließlich weist das vorgestellte Konzept die Gesamtheit aller möglichen Kriterien auf, die technische Benutzungsoberflächen in diesem Bereich betreffen und personalisiert werden können.

Die in dieser Arbeit vorgestellten empirischen Untersuchungen zur Anwendung des Personalisierungskonzeptes sowie deren Auswertungen für den produktionstechnischen Bereich sind als schwierig zu erachten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die meisten Nutzer von Mensch-Maschine- bzw. Mensch-Computer-Interaktion die Bedienung dieser Art von Systemen (z.B. der Benutzeroberfläche des Microsoft Office) schon kennen und sich daran gewöhnt haben. So ist in vielen Fällen anzunehmen, dass Nutzer bei ihrer Präferenzangabe auf bereits bekannte Strukturen und Gestaltungsformen zurückgreifen. Eine Untersuchung ohne diese Einflüsse ist nicht möglich.

Zwischen Gestaltungspräferenzen und Nutzereigenschaften wurden kaum Zusammenhänge erkannt. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die für Gestaltungspräferenzen wichtigen Prädiktormerkmale von Nutzern nicht oder nur teilweise in die Untersuchung einfließen. Des Weiteren wurden Gestaltungspräferenzen von den Probanden mittels eines

Fragebogens erhoben; die jeweiligen Ausprägungen der Items wurden ihnen an einem PC-Bildschirm gezeigt, wie sie auch später bei personalisierten technischen Benutzungsoberflächen auf Displays angezeigt werden wird.

Bei der Performance und der Bewertung der strukturellen Präferenzen sind Korrelationen mit Leistungen im Intelligenztest (LPS) [Hor83] aufgetreten. Häufig korrelierten Leistungen bei den Intelligenzdimensionen technische Begabung, schlussfolgerndes Denken, Wortflüssigkeit und Erkennen des Wesentlichen mit der Performance und der Bewertung. Ermüdungserscheinungen der Probanden bei späteren Aufgaben sowie deren „Tagesfitness“ konnten nicht berücksichtigt werden. Da in dieser Untersuchung nicht alle Aufgaben des Intelligenztests bearbeitet wurden, traten bei den Probanden nicht die gleichen Übungs- und Ermüdungserscheinungen wie in den Vergleichsgruppen bei Horn auf. Die Ergebnisse der Probanden sind daher nicht auf die Mittelwerte der Vergleichsgruppen übertragbar.

Bei der abschließenden Gruppierung der Probanden in Q-Personas zeigt sich, dass die Hinzunahme oder das Weglassen von Variablen in der Analyse einen großen Einfluss auf die Generierung der Q-Personas hat. Eine mögliche Erklärung besteht darin, dass die gestalterischen Präferenzen sich unabhängig von den Nutzereigenschaften ergeben und daher immer gesondert erhoben werden müssen. Welche Variablen schließlich in die Analyse der Q-Personas einfließen, wurden aufgrund der erzielten Ergebnisse und aufgrund von Variablen, die für die weitere Entwicklung von personalisierten technischen Benutzungsoberflächen wichtig sind, entschieden. Bei der Entwicklung der Q-Personas zeigt sich für die Technikzuneigung, dass die Korrelationen (vgl. Tabelle 23) zu den Intelligenzdimensionen Wortflüssigkeit und schlussfolgerndes Denken nicht bei allen Q-Personas durch gleiches signifikantes Auftreten bestätigt wurden. Daher müssen die beiden Intelligenzdimensionen weiterhin erhoben werden. Demgemäß stellt die Technikzuneigung ein weiteres Merkmal der Q-Personas dar.

Wie beschrieben, konnten einige – wenn auch zum Teil schwache – Zusammenhänge zwischen demografischen, psychografischen und technografischen Eigenschaften von Nutzern und ihren gestalterischen und strukturellen Vorlieben aufgedeckt werden. Insgesamt sind diese Zusammenhänge aber für eine genaue Zuordnung von Probanden zu den entwickelten Q-Personas durch die alleinige Erhebung von Nutzereigenschaften zu schwach. Daher müssen gestalterische und strukturelle Präferenzen zusätzlich, zumindest in einem kleinen Umfang, erhoben werden, um eine exaktere Zuordnung von Nutzern in der Produktionsumgebung zu den entwickelten Q-Personas zu treffen. Durch diese Zuordnung wird es möglich, Nutzern personalisierte technische Benutzungsoberflächen zur Verfügung zu stellen.

## 5 Empirische Überprüfung der Auswirkungen der Personalisierung auf die Benutzung

In diesem Kapitel werden personalisierte Systeme auf Grundlage der zuvor erhobenen Q-Personas (vgl. Kapitel 4.3.3) entwickelt und von Nutzern bewertet. Die personalisierten Oberflächen basieren auf den jeweiligen Präferenzen der Q-Personas, die in Kapitel 4.3.3 vorgestellt wurden. Die neutrale Oberfläche berücksichtigt keine q-personaspezifischen Präferenzen. Diese Oberflächen werden in Usability-Tests miteinander verglichen und durch Nutzer bewertet. Die Ergebnisse werden durch Testreihen mit einem weiteren System anderen Inhalts verifiziert. Im nächsten Schritt werden die Bewertungen der unterschiedlichen Usability-Tests verglichen, um endgültige Aussagen über die vorliegenden Präferenzen erzielen zu können. Durch die Usability-Tests der personalisierten Oberflächen können Aussagen über die Auswirkungen personalisierter Oberflächen im Vergleich zu neutralen getroffen werden, die abschließend zu einer Bewertung der Auswirkungen der Personalisierung für technische Systeme in der Investitionsgüterindustrie führen.

### 5.1 Umsetzung der erhobenen Q-Personas

Dieses Kapitel untersucht die direkten Auswirkungen der entwickelten Q-Personas auf die Nutzung im produktionstechnischen Bereich. Dazu werden zunächst personalisierte Hilfesysteme erstellt. Zusätzlich wird ein neutrales Hilfesystem erstellt, um die Auswirkung auf die Nutzung zu vergleichen. Durch die Entwicklung einer Zuordnungsmatrix können beliebige Nutzer dieser Branchen den entwickelten Q-Personas zugeordnet werden. Aufgrund dieser Matrix wird das Testmaterial zur Zuordnung von Probanden erstellt. Im eigentlichen Usability-Test findet dann die Überprüfung der Auswirkungen der Personalisierung auf die Nutzung statt. Die Bewertung der Probanden erfolgt zum einen anhand eines standardisierten Fragebogens für jedes Hilfesystem getrennt und zum anderen durch ein abschließendes Interview. Abschließend erläutert eine Bewertung die erzielten Ergebnisse.

#### 5.1.1 Personalisierung der Oberflächen

Die Oberflächen werden anhand der Q-Personas aus Kapitel 4.3.3 entwickelt. Die Entscheidungen, wenn keine eindeutige Präferenz der Q-Persona vorlag, werden einerseits für ein Design und eine Strukturierung entgegen der neutralen Oberfläche getroffen, um die wahrnehmbaren Unterschiede der Oberflächen für die Nutzertests zu vergrößern. Andererseits wird für jedes Merkmal versucht, die unterschiedlichen Merkmalsausprägungen

bei den personalisierten Systemen zumindest jeweils einmal umzusetzen. Die Oberflächen enthalten die Merkmale, die sich jeweils als signifikant erwiesen und gegensätzlich zu den anderen Q-Personabeschreibungen sind, um möglichst vergleichbare Oberflächen bezüglich ihrer Merkmale zu entwickeln. Nun werden die einzelnen Oberflächen anhand ihrer Q-Personabeschreibungen vorgestellt.

Nach der Q-Personabeschreibung bevorzugt *ALICE* farbige Buttons (vgl. Abbildung 44). Hier wurde Blau gewählt, da die Mehrheit der Nutzer Blau als Lieblingsfarbe angab (vgl. Kapitel 4.3.2). Sie präferiert eine mittelstarke Hintergrundsättigung. Die Form der Buttons – rechteckig – ist ein weiteres Charakterisierungsmerkmal für *ALICE*. Eigenschaften, die sich nicht aus der Q-Personabeschreibung ergaben, betreffen die Anzeigart: Die analoge Anzeige wurde gewählt, um ein zusätzliches Unterscheidungsmerkmal zu den übrigen Q-Personas festzulegen. Die Probanden, die dieser Q-Personas zugeordnet wurden, zeigen hierzu keine eindeutige Präferenz. Die Hintergrundfarbe „neutral“ wurde gewählt, um mit den gewünschten farbigen Buttons keine zu hohe Farbdichte zu erzielen. Obwohl die Bewertung der Hierarchie bei *ALICE* eindeutig besser als die des Netzes ist, wird im ersten Usability-Test ein Netz gewählt, da die Werte eine hohe Standardabweichung erreichen. Im zweiten Usability-Test wird eine Hierarchie für *ALICE* gewählt. So können Ergebnisse und Bewertung der Usability-Tests verglichen werden, um abschließend eine eindeutige Strukturierungspräferenz zu ermitteln.



Abbildung 44 Lernsystem für *ALICE*

*CLAIRE* bevorzugt bezüglich der Gestaltung runde Buttons. Die Buttonfarbe wird „neutral“ gewählt, um eine zu hohe Farbdichte zu vermeiden, weil ein farbiger Hintergrund präferiert wird und bezüglich der Buttonfarbe keine eindeutige Präferenz vorliegt. Es wird Grün als Hintergrundfarbe gewählt, da Blau wiederum zu sehr der Lieblingsfarbe entgegen kommt – wie es bei *ALICE* als einer Vertreterin umgesetzt wurde – und um dieses Design gegenüber

dem von *EMIL* und *FRANZISKA* zu differenzieren. Die Ausprägung der Hintergrundsättigung „leicht“ unterscheidet sie auch deutlich von der der anderen Q-Personas. Für *BERTRAM* und *CLAIRE* wird eine gemeinsame Oberfläche entwickelt (vgl. Abbildung 45), da *BERTRAM* hinsichtlich der Gestaltung keinerlei eindeutige Präferenzen aufweist. Diese Oberfläche wird dann zu „*CLAIRTRAM*“ zusammengefasst. Des Weiteren ist die bevorzugte Strukturierungsart bei beiden hierarchisch. Daher ist eine Zusammenfassung möglich.

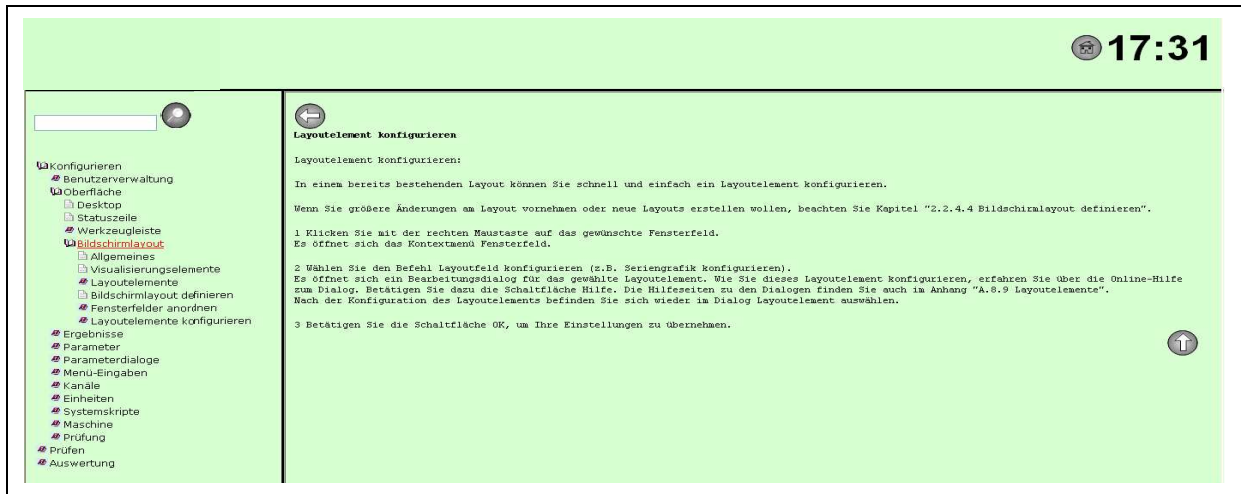


Abbildung 45 Lernsystem für CLAIRTRAM

*DONALD* bevorzugt runde Buttons (vgl. Abbildung 46). Wie *ALICE* präferiert er auch eine neutrale Hintergrundfarbe, für die wiederum Grau gewählt wird. Die Buttonfarbe wird im Ton des Hintergrundes gewählt, weil keine eindeutige Präferenz zu einer farbigen Gestaltung vorliegt. Bezüglich der Darstellung der Zeit präferiert er eindeutig eine digitale Anzeige. Sein personalisiertes System ist netzartig strukturiert.

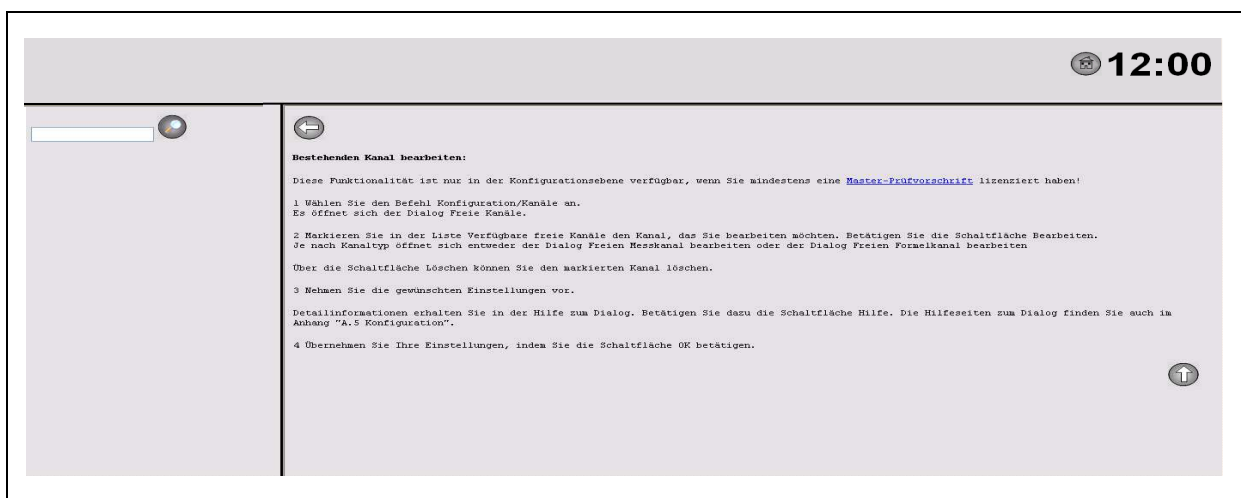


Abbildung 46 Lernsystem für DONALD

*FRANZISKA* bevorzugt runde und farbige Buttons, die dreidimensional dargestellt sind (vgl. Abbildung 47). Ferner favorisiert sie einen farbigen Hintergrund und eine digitale Anzeige.

Die Button- und die Hintergrundfarbe werden Ton in Ton in Blau gewählt, zum einen, um die Farbpräsenz zu verringern, zum anderen, weil Blau als Lieblingsfarbe der meisten Probanden genannt wurde und um einen Gegensatz zu *BERTRAM* und *CLAIRE* zu schaffen. Aufgrund der Testergebnisse sollte ihr System netzartig strukturiert sein. Für *EMIL* und *FRANZISKA* wird ebenso ein gemeinsames System gewählt, da *EMIL* weder über eindeutige Präferenzen hinsichtlich der Gestaltung noch für die Strukturierung verfügt: Bei der Auswertung der Tests sollen daher keinerlei Unterschiede bei *EMIL* zwischen der personalisierten und der neutralen Oberfläche bestehen. Das personalisierte System von diesen beiden wird unter „*EMISKA*“ zusammengefasst.



Abbildung 47 Lernsystem für *EMISKA*

Für die neutrale Oberfläche werden Strukturierungs- und Gestaltungseigenschaften gewählt, die aus gängigen Software-Produkten oder aus dem Standard-Hilfesystem Prüfmaschinen (vgl. Kapitel 4.1.3) bekannt erscheinen. Daher werden eine hierarchische Struktur (vgl. Abbildung 48), ein neutraler Hintergrund sowie ovale, farbige Buttons zur guten Unterscheidung des Hintergrunds gewählt. Die analoge Anzeige ist die einzige Besonderheit des neutralen Systems, um hier einen Gegensatz zu den personalisierten Oberflächen (drei von vier haben eine digitale Anzeige) zu schaffen.

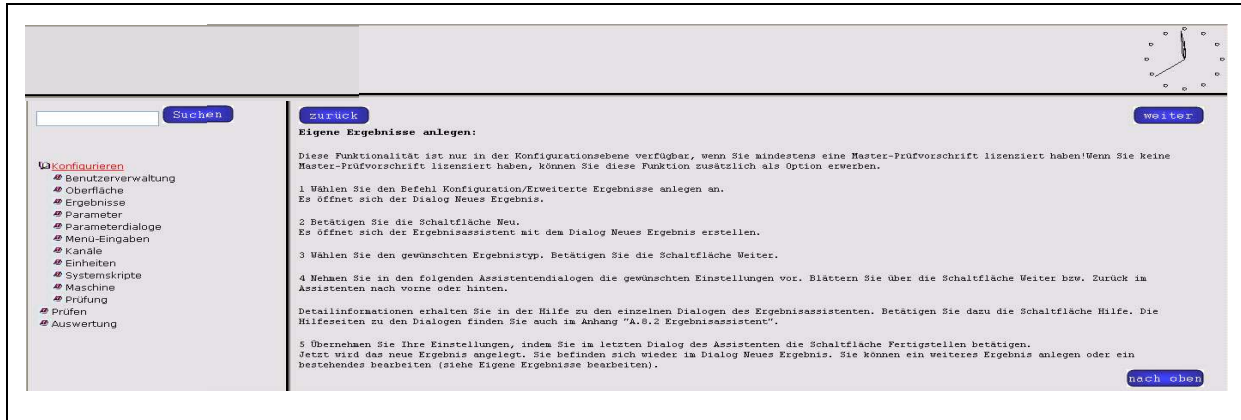


Abbildung 48 Neutrales Lernsystem

Zur Überprüfung der Aufgabenangemessenheit der unterschiedlichen personalisierten Lernsysteme werden diese von einem Usability-Experten anhand des im Stand der Technik beschriebenen AttrakDiff-Fragebogens bewertet. Im Vergleich zum neutralen System zeigen sich zum Teil höhere Werte für die personalisierten Systeme (hinsichtlich der hedonischen Qualität und der Attraktivität). Bezüglich der pragmatischen Qualität zeigen sich ähnliche Werte (vgl. Anhang 10.7.2), aber im Vergleich zum Original-System deutliche höhere Werte. Diese Ergebnisse, vor allem die Bewertungen der pragmatischen Qualität, stellen sicher, dass die Aufgaben mit den verschiedenen Lernsystemen in gleicher Weise und ähnlichem Schwierigkeitsgrad, abhängig von der jeweiligen Aufgabe, von Probanden gelöst werden können.

### 5.1.2 Einordnung von Nutzern in Q-Personas

Zur Einordnung von Nutzern wird anhand der Q-Personabeschreibungen aus Kapitel 4.3.3 eine Matrix entwickelt (vgl. Tabelle 10). Horizontal sind die Eigenschaften der Q-Personas aufgetragen, beginnend bei den signifikanten Nutzereigenschaften, über die Gestaltungspräferenzen, die eindeutige Ergebnisse erreicht haben, zu der jeweiligen Strukturierungspräferenz, die sich als signifikant gezeigt hat. Vertikal sind die erhobenen Q-Personas aufgetragen. Die Tabelle enthält nur Einträge in denjenigen Zellen, wenn sich die Kombination aus Eigenschaft bzw. Präferenz und der jeweiligen Q-Persona als signifikant erwiesen hat. Die Zuordnung einer Testperson zu einer Q-Persona erfolgt zum einen durch die größte Anzahl an Übereinstimmungen zwischen den Merkmalen der Q-Persona und der Testperson an sich. Zum anderen wird die Strukturierungspräferenz als wichtigstes, zu erfüllendes Kriterium betrachtet. Es können Übereinstimmungen mit verschiedenen Q-Personas auftreten. Die wichtigsten Kriterien jedoch sind Übereinstimmungen der strukturellen Präferenz und der Nutzereigenschaften, die bei gleicher Gesamtanzahl an Übereinstimmungen mit mehreren Q-Personas entscheidend wirken. In der Matrix werden die drei beschriebenen Intelligenzdimensionen aus Kapitel 4.3.2 in einem Merkmal „Intelligenz“

zusammengefasst. Alle drei Dimensionen müssen eindeutige Ausprägungen bei einer Q-Persona aufweisen, um in der entsprechenden Zelle einen Eintrag zu erzielen.

Tabelle 10 Matrix zur Einordnung der Testpersonen

	Beruf	Technik-zuneigung	Vertrautheit mit techn. Grundlagen	Intelligenz	Buttonform	3D-Buttons	farbige Buttons	farbiger Hintergrund	Hintergrund-sättigung	Anzeige	Struktur-präferenz
ALICE	Student Ingenieur	hoch	hoch		oval recheckig		ja		stärker		
BERTRAM	Techniker Ingenieur	hoch		hoch							Hierarchie
CLAIRE					rund			ja	leicht		Hierarchie
DONALD	Techniker	hoch	gering		rund			nein		digital	Netz
EMIL	Techniker	gering	gering	gering							
FRANZISKA	Student	gering	hoch	hoch	rund	ja	ja	ja		digital	Netz

### 5.1.3 Methoden zur Nutzereinordnung

Zur Erfassung der relevanten Eigenschaften und Präferenzen, um Nutzer in die erhobenen Q-Personas einzuordnen, werden unterschiedliche Testmaterialien (vgl. Kapitel 10.7.1) in Anlehnung an die in Kapitel 4.3.2 beschriebenen Testmaterialien ausgearbeitet. Ferner wird ein grundlegender Fragebogen zu Erfassung der minimal notwendigen Nutzereigenschaften entwickelt. Zusätzlich wird die Kontrollüberzeugung (vgl. [Bei04]) der Probanden erhoben, um diese auf einen Zusammenhang zu den jeweiligen Q-Personas zu überprüfen. Zur Erfassung der Strukturierungspräferenz wird ein Systemtest durchgeführt. Die Probanden werden dabei angehalten, je eine Aufgabe (vgl. Kapitel 10.7.1) mit zwei unterschiedlich strukturierten Lernsystemen, die Teil der Tests in Kapitel 4.3.2 waren, zu lösen. In einem anschließenden Interview können die Probanden ihre Präferenzen angeben und begründen. Die Strukturierungsart ist ein sehr wichtiges und grundlegendes Merkmal einer Benutzungsoberfläche. Daher werden zusätzlich zu dem Präferenztest der Nutzer Aufgaben des Intelligenztests (vgl. Kapitel 4.3.2) integriert. Aufgaben, die das Erkennen des Wesentlichen (Aufgabe zehn) prüfen, zeigen signifikante Korrelationen zu Strukturierungspräferenzen (vgl. Tabelle 9). Diese werden zur Einordnung separat ausgewertet, wenn keine eindeutige Zuordnung zu einer Q-Persona möglich ist. Zur Erfassung der Gestaltungspräferenzen wird ein Fragebogen entwickelt und dazu (vgl. Kapitel 4.3.2) die entsprechenden Abbildungen auf dem Bildschirm präsentiert.

Nachdem die Oberflächen und das Testmaterial erläutert wurden, wird im nächsten Kapitel der Ablauf der Tests beschrieben. Des Weiteren werden Testhypothesen festgelegt, die durch die Auswertung der Tests überprüft werden.



### 5.1.4 Ablauf des Usability-Tests

Der Ablauf der Usability-Tests sieht aufgrund der personalisierten Lernsysteme zunächst die Einordnung der Probanden in Q-Personas vor. Dazu werden die im vorherigen Kapitel dargestellten Methoden und Materialien verwendet. Zunächst erfolgt die Beantwortung demografischer Fragen. Anschließend wird der erste Teil der Gestaltungspräferenzen gelöst, um dann den Systempräferenztest durchzuführen. Als nächstes erfolgt die Beantwortung des zweiten Teils der Gestaltungspräferenzen. Zum Abschluss werden die drei Teile des Intelligenztests gelöst. Die Abfolge der unterschiedlichen Tests hat sich durch die Vortests entwickelt, indem die optimale Reihenfolge ermittelt wurde, um der Testleitung den maximalen Zeitanteil zur Überprüfung der Antworten und zur Einordnung der Probanden in Q-Personas zur Verfügung zu stellen. Ein weiterer Grund, weshalb die Lösung der Intelligenztestteile ans Ende der Einordnungsteils gelegt wird, ist die Frage nach der Notwendigkeit zur Lösung dieser Aufgaben. Vor Beantwortung der Intelligenztestteile kann überprüft werden, ob die bisherigen Charakteristika schon eindeutig auf eine Q-Persona hinweisen. In diesem Fall wäre eine Beantwortung nicht notwendig und es könnte sehr viel Befragungszeit gespart werden.

Anschließend erfolgt der eigentliche Usability-Test mit den unterschiedlichen Lernsystemen. Es werden drei unterschiedliche Lernsysteme mit identischem Inhalt verglichen: das neutrale, das personalisierte und das originale Lernsystem. Zunächst informieren sich die Probanden wie schon bei den initialen Tests, beschrieben in Kapitel 4.3.1, mittels eines Videos über den Ablauf einer Zugprüfung, bevor sie mit den Lernsystemen unterschiedliche Aufgaben bearbeiten. Mit jedem System werden drei Aufgaben gelöst. Die Fragen sind zum Teil mit den in Kapitel 4.3.2 verwendeten Fragen identisch. Zum Teil werden Fragen ersetzt, da sich diese als zu schwierig, zu ähnlich zu anderen Fragen oder zu aufwendig in der Bearbeitung während des ersten Testlaufs gezeigt haben. Die verwendeten Aufgaben sind in Kapitel 10.7.3 dargestellt. Zur Vermeidung von Aufgaben-Lernsystem-Zusammenhängen werden die Aufgaben und die Lernsysteme anhand eines Permutationsplans (vgl. Kapitel 10.7.3) variiert. Nach jedem getesteten Lernsystem bewerten die Probanden das Lernsystem anhand des AttrakDiff-Fragebogens [Has03b] (vgl. Kapitel 2.3.2.1) und werden zu den Vor- und Nachteilen des jeweiligen Lernsystems interviewt (vgl. Kapitel 10.7.5).

Zur Überprüfung des Ablaufs der Tests und zur Evaluation des Testmaterials werden wiederum zwei Vortests durchgeführt. Nach jedem dieser Tests werden Anpassungen des Testmaterials für die unterschiedlichen Tests vorgenommen. Im Folgenden werden die Hypothesen, die durch die Usability-Tests überprüft werden, aufgestellt.

#### Hypothesen zum ersten Usability-Test

1.  $H_1$ : Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Kontrollüberzeugung im Umgang mit technischen Geräten und der Einteilung in Q-Personas.

$H_0$ : Es besteht kein direkter Zusammenhang zwischen der Kontrollüberzeugung und der Einteilung in Q-Personas.

- $H_1$ : Personalisierte Lernsysteme erzielen bei allen Q-Personas eine höhere hedonische Qualität als das neutrale Lernsystem.

$H_0$ : Die Personalisierung hat keinen Einfluss auf die hedonische Qualität.

- $H_1$ : Die pragmatische Qualität ist höher bei den personalisierten Lernsystemen als bei dem neutralen Lernsystem, wenn die personalisierten Lernsysteme anders strukturiert sind als das neutrale Lernsystem.

$H_0$ : Es besteht kein direkter Zusammenhang zwischen der Strukturierungsart und der pragmatischen Qualität.

### 5.1.5 Auswertung

Für die Tests werden 20 Personen – 19 männlich, 1 weiblich, mit einem Durchschnittsalter von 30,4 Jahren und zwischen 19 und 50 Jahren – aus dem Maschinenbaumfeld aus drei unterschiedlichen Berufsgruppen – Studenten, Ingenieure und Techniker – ausgewählt (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11 Probandenanzahl mit Beruf und Geschlecht

Beruf	Geschlecht	Anzahl	Altersspanne
Ingenieure	männlich	4	27-29 Jahre
Studenten	männlich	5	23-29 Jahre
	weiblich	1	
Techniker	männlich	10	19-50 Jahre
<b>Gesamt</b>	männlich	19	19-50 Jahre
	weiblich	1	

Nach der Auswertung der Fragebögen zeigt die Gesamtbewertung (vgl. Abbildung 49) den Vergleich der unterschiedlichen Kategorien von Systemen: dem personalisierten, dem neutralen und dem originalen System.

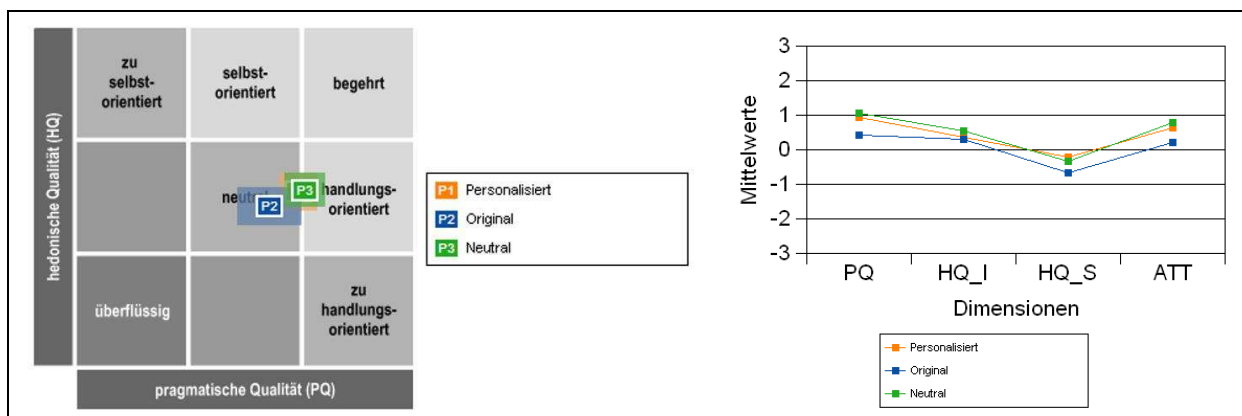


Abbildung 49 Gesamtauswertung des AttrakDiff-Fragebogens

Im Allgemeinen zeigen sich keine großen Unterschiede zwischen dem neutralen System und den personalisierten Systemen. Hingegen wird das originale System deutlich schlechter in allen vier Kategorien bewertet. Bez. der hedonischen Qualität erzielt das personalisierte System eine höhere Bewertung bei der Stimulation als das neutrale; das neutrale hingegen bei der Identifikation. Bei der Attraktivität und bei der pragmatischen Qualität erzielt das neutrale System geringfügig höhere Werte. Zusammenfassend bedeuten diese Werte, dass sich in dieser Bewertung keine Vorteile durch das personalisierte Design der Systeme zeigen. Der geringere Wert der pragmatischen Qualität bei den personalisierten Systemen lässt sich nicht direkt erklären, da unabhängige Untersuchungen eines Usability-Experten die Praktikabilität aller Systeme als gleichwertig eingestuft haben (vgl. Kapitel 5.1.1). Eine Unterscheidung der Bewertungen in hierarchisch und netzartig strukturierte Systeme ist in Abbildung 50 dargestellt.

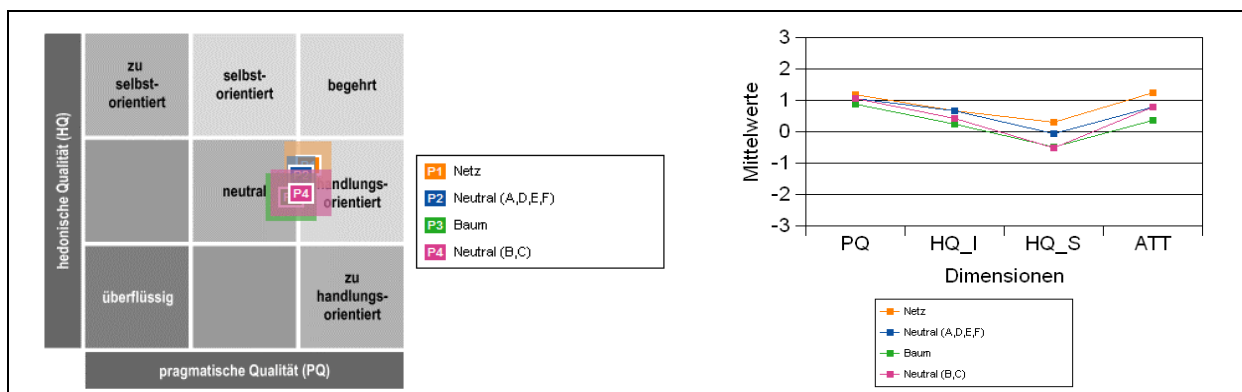


Abbildung 50 Portfolio und Mittelwertdiagramm der Bewertungen der netz- und hierarchisch strukturierten Systeme

Durch die beiden Abbildungen zeigt sich, dass eine deutlich bessere Bewertung der personalisierten Systeme hinsichtlich der pragmatischen Qualität vorhanden ist, wenn das personalisierte System eine andere Struktur als das neutrale System (Vergleich P1, Netz, und P2, Neutral) aufweist. Dabei zeigt sich bei diesem Vergleich sowohl eine höhere Bewertung der hedonischen Werte als auch der Attraktivität. Hingegen zeigen sich beim Vergleich der hierarchisch strukturierten Systeme und der zugehörigen neutralen Systeme (P3, Baum, und P4, Neutral) bessere Bewertungen für das neutrale System, abgesehen von der Stimulation der hedonischen Qualität. Die Ergebnisse zeigen eine deutlich bessere Bewertung des personalisierten Lernsystems, wenn eine andere Strukturierungsart bevorzugt wird als die des neutralen Lernsystems. Dies ist ein wichtiges Erkenntnis beim Entwurf von personalisierten Systemen.

Die q-personabasierten Einzelbewertungen (vgl. Kapitel 10.7.7) zeigen, dass bei drei Q-Personas das personalisierte Lernsystem, bei einer Persona das neutrale am besten und bei einer Q-Personas das personalisierte und das neutrale System gleich bewertet werden. In einem Fall erzielt das originale System die beste Bewertung. Zusammenfassend zeigt sich

bei den q-personabasierten Bewertungen, dass die personalisierten und das neutrale größere Unterschiede in den Bewertungen aufweisen, wenn unterschiedlich strukturierte Systeme vorliegen. Dies wurde auch durch die Ergebnisse der Bewertung in Abbildung 49 und Abbildung 50 bestätigt. Ein wichtiges Ergebnis ist die Bewertung des personalisierten Systems bei Persona *ALICE*, für die in diesem Test – durch die hohe Standardabweichung – ein netzartig strukturiertes System entwickelt wurde. Die relativ schlechte Bewertung in allen Kategorien – im Vergleich zu den beiden anderen Systemen von *ALICE* – führt dazu, dass *ALICE* im nächsten Usability-Test ein hierarchisch strukturiertes System zugeordnet wird. Die Bewertung im zweiten Usability-Test wird dann Aufschluss über die eigentliche Präferenz von *ALICE* geben. Bei *EMIL*, der keinerlei Präferenzen hinsichtlich Gestaltung und Strukturierung aufweist, zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen dem originalen und den anderen beiden Systemen zugunsten der beiden Prototypen. Zwischen dem neutralen und dem personalisierten System zeigen sich nur marginale Unterschiede. Dies bestätigt die Q-Personabeschreibung darin, dass bei *EMIL* keinerlei Präferenzen hinsichtlich Gestaltung und Strukturierung existieren. Der Unterschied zum originalen System lässt sich durch die Aufgabenangemessenheit erklären: Die Bewertungen der beiden Prototypen fallen besser aus, da diese sich bezüglich der zu bearbeitenden Aufgaben als geeigneter herausgestellt haben als das originale System.

Die subjektiven Bewertungen der Probanden für die unterschiedlichen Systeme (vgl. Tabelle 12 in der Spalte „Favorit“) werden im Interview abgefragt. Zusätzlich geben die Probanden weitere Kommentare über den Umgang und die Aufgabenbearbeitung mit den Systemen. Tabelle 12 zeigt, dass die personalisierten Systeme deutlich bevorzugt werden. Dabei sind zum Teil auch Mehrfachnennungen möglich, wenn sich kein eindeutiger Favorit ergibt. Die weiteren Spalten zeigen die Einschätzung des Umgangs mit den Lernsystemen der Testleitung, die die Anzahl der unnötigen Bewegungen, der Zeiten und der Fehler insgesamt zu einer Bewertung zusammengefasst hat.

Tabelle 12 Vergleich der Bewertung der personalisierten und des neutralen Systems

	gut	eher gut	teils/teils	eher schlecht	schlecht	Favorit
Personalisiert	7	4	9	0	0	10
Original	3	5	9	3	0	6
Neutral	3	7	7	3	0	7

Tabelle 13 vergleicht die Einstufungen der Systeme auf Basis von Tabelle 12. Die Mehrzahl der Probanden bevorzugt entweder das personalisierte System oder sie bewerten das personalisierte und das neutrale System gleich. Dagegen bewerten nur wenige das neutrale besser als die personalisierten Systeme. Ausgehend von dieser subjektiven Bewertung zeigt sich, dass trotz der Bewertungen anhand des AttrakDiff-Fragebogens die personalisierten Systeme stärker bevorzugt werden als das neutrale System.

Tabelle 13 Probandenbasierter Vergleich der personalisierten und der neutralen Systeme

	Anzahl
Personalisiert > Neutral	8
Personalisiert = Neutral	9
Personalisiert < Neutral	3

Die Auswertung der Bearbeitungszeiten für die einzelnen Aufgaben mit den verschiedenen Lernsystemen zeigt die kürzeste durchschnittliche Bearbeitungszeit für das neutrale Lernsystem mit 5,85 Minuten für drei Aufgaben (vgl. Kapitel 10.7.7). Die Aufgabenbearbeitung mit den personalisierten Lernsystemen dauert durchschnittlich nur geringfügig länger mit 6,05 Minuten. Jedoch ist ein sehr großer Unterschied zum Originalsystem zu verzeichnen. Hier dauert die Aufgabenbearbeitung durchschnittlich 8,2 Minuten.

### 5.1.6 Bewertung der Ergebnisse des ersten Usability-Tests

Die Auswertung des AttrakDiff-Fragebogens und der subjektiven Bewertungen durch das anschließende Interview zeigen q-personaspezifische Unterschiede. Der größte Unterschied resultiert jedoch aus unterschiedlichen Strukturen. Bei unterschiedlichen Präferenzen resultiert eine bessere Bewertung, aus der Tatsache heraus, dass das System der präferierten Struktur entspricht. Daher wird für die dritte postulierte Hypothese  $H_1$  angenommen. Dies lässt sich nicht nur aufgrund der Bewertung der pragmatischen Qualität nachweisen. Die drei anderen Kategorien erzielen hierbei ebenso höhere Werte.

Bezogen auf die unterschiedliche Gestaltung zeigen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen dem neutralen System und den personalisierten Systemen. Bei netzartigen Systemen wird insgesamt eine bessere Bewertung auch für die hedonische Qualität und die Attraktivität – abgesehen von *ALICE* – erzielt als bei den hierarchisch strukturierten Systemen. Dies kann zum einen daran liegen, dass durch die unterschiedliche Struktur das personalisierte System insgesamt einen besseren Eindruck vermittelt hat und dieser sich, obwohl er aus der Struktur herrührt, auf die Bewertung der hedonischen Qualität und Attraktivität, die eigentlich die Gestaltung der Systeme bewerten, auswirkt. Zum anderen kann es aber auch die eigentlich präferierte Gestaltung widerspiegeln, die den betreffenden Q-Personas mehr zusagt als die des neutralen Systems. Insgesamt muss die zweite Hypothese  $H_1$  jedoch abgelehnt und  $H_0$  angenommen werden, da sich keine eindeutig höheren Werte für die personalisierten Systeme im Vergleich zu dem neutralen bezüglich der Gestaltung gezeigt haben.

Nach Auswertung des KUT-Fragebogens und Überprüfung nach Zusammenhängen zwischen den Q-Personazuordnungen und den erzielten Werten zur Kontrollüberzeugung zeigt sich, dass keine signifikanten Ergebnisse resultieren (vgl. Kapitel 10.7.6). Es zeigen sich lediglich bei zwei Q-Personas Tendenzen, dass bei *EMIL* und *FRANZISKA* geringere

Werte erzielt wurden. Da aber keine signifikanten Ergebnisse resultieren, wird die Hypothese  $H_1$  zugunsten von  $H_0$  abgelehnt. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Zuordnung zu Q-Personas und der Kontrollüberzeugung im Umgang mit Technik.

Die Tests wurden anhand von Hilfesystemen in Verwendung eines Lernsystems durchgeführt. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ein weiteres Hilfe- bzw. Lernsystem aus dem produktionstechnischen Bereich mit unterschiedlichem Inhalt und anhand derselben Q-Personas muss überprüft werden. Dabei sollte der Inhalt des zweiten Lernsystems komplexer sein, um die Auswirkungen der Personalisierung auch bei schwierigeren technischen Systemen der Investitionsgüterindustrie zu überprüfen. In Kapitel 5.2 wird daher ein komplexeres System dem eben beschriebenen Usability-Test unterworfen. Dies dient einerseits der Überprüfung der spezifischen Q-Personas, die in Kapitel 4.3 entwickelt wurden. Dies führt dann bei einem positiven Ergebnis der Übertragung zur Allgemeingültigkeit dieser Q-Personas für die Produktionsumgebung. Andererseits dient der Test dem zusätzlichen Nachweis der Auswirkungen der Personalisierung anhand eines weiteren Systems mit anderen Inhalten für diese Branche.

## **5.2 Empirische Überprüfung der Übertragbarkeit der Q-Personas**

Die entwickelten Q-Personas wurden anhand der Hilfesysteminhalte einer Standard-Universalprüfmaschine generiert. Dieses Kapitel untersucht die Übertragbarkeit dieser Q-Personas auf ein weiteres Hilfesystem in Bereich der Produktionstechnik. Dazu werden zunächst wiederum personalisierte Hilfesysteme, unter Berücksichtigung der Ergebnisse des ersten Usability-Tests, entwickelt. Die Probandenzuordnung und Be- bzw. Auswertung erfolgen in der gleicher Weise wie beim ersten Usability-Test. Abschließend erläutert eine Bewertung die erzielten Ergebnisse.

### **5.2.1 Personalisierung der Oberflächen**

Für den zweiten Usability-Test werden Anpassungen der Strukturierungs- und Gestaltungseigenschaften an den Oberflächen vorgenommen. Dabei werden die Eigenschaften verändert, die nicht signifikant waren, aber dennoch abgebildet werden mussten. Infolgedessen ist es nun durch einen Vergleich der Bewertungen der beiden personalisierten Oberflächen möglich, eine eindeutige Präferenz der jeweiligen Q-Persona bezüglich der einzelnen Eigenschaften zu erzielen. Dazu werden im Folgenden nur die Oberflächen vorgestellt, die verändert werden.

Bei *ALICE* (vgl. Abbildung 51) wird im Gegensatz zum ersten Usability-Test nun eine Hierarchie zur Strukturierung verwendet, da sich eine Tendenz bei der Q-Personabeschreibung, jedoch mit hoher Standardabweichung, zu hierarchisch strukturierten Oberflächen ergeben hat. Weitere Eigenschaften, die sich nicht aus der Q-Personabeschreibung ergaben, betreffen die Anzeigeart: Es wird nun eine digitale Anzeige

gewählt, da die Probanden dieser Q-Personas keine eindeutige generelle Präferenz zeigen. So können die Bewertungen, Aussagen und Ergebnisse verglichen werden und zu einer eindeutigen Charakterisierung führen. Bezüglich der Hintergrundfarbe „neutral“ wird nun, um den Gegensatz zu den neutralen Oberflächen zu verstärken, ein sehr helles Grau gewählt.

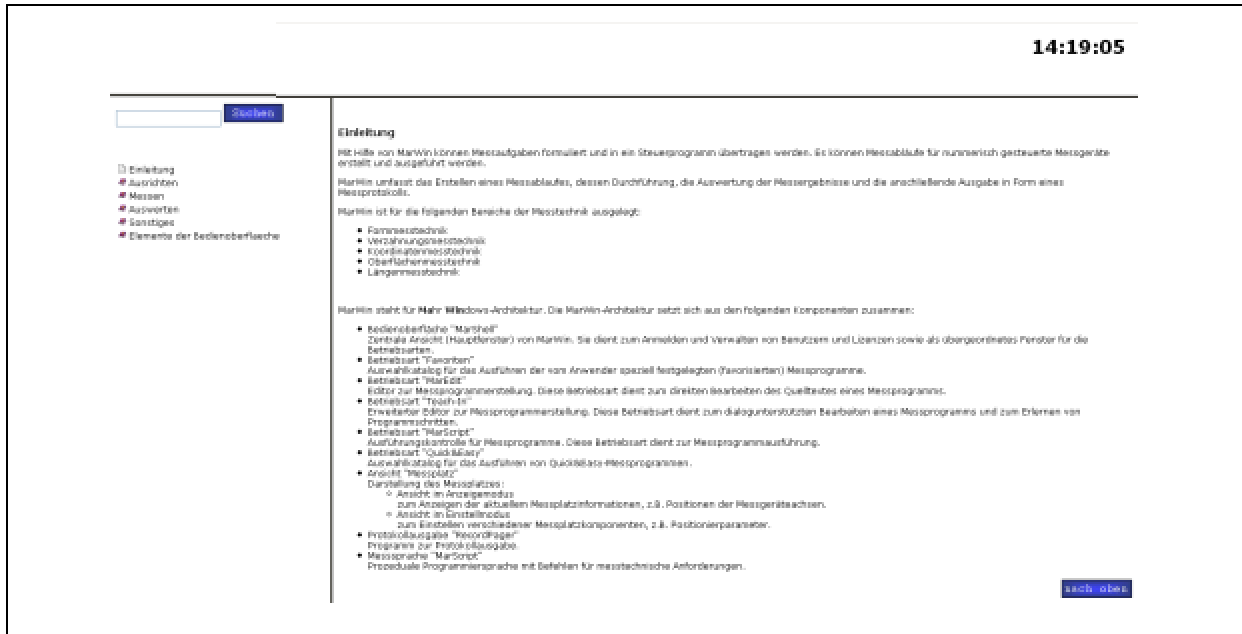


Abbildung 51 Lernsystem II für ALICE

Bei CLAIRTRAM (vgl. Abbildung 52) wird eine blaue Hintergrundfarbe gewählt, da die Probanden des ersten Usability-Tests speziell die grüne Hintergrundfarbe im Interview negativ bewerteten.

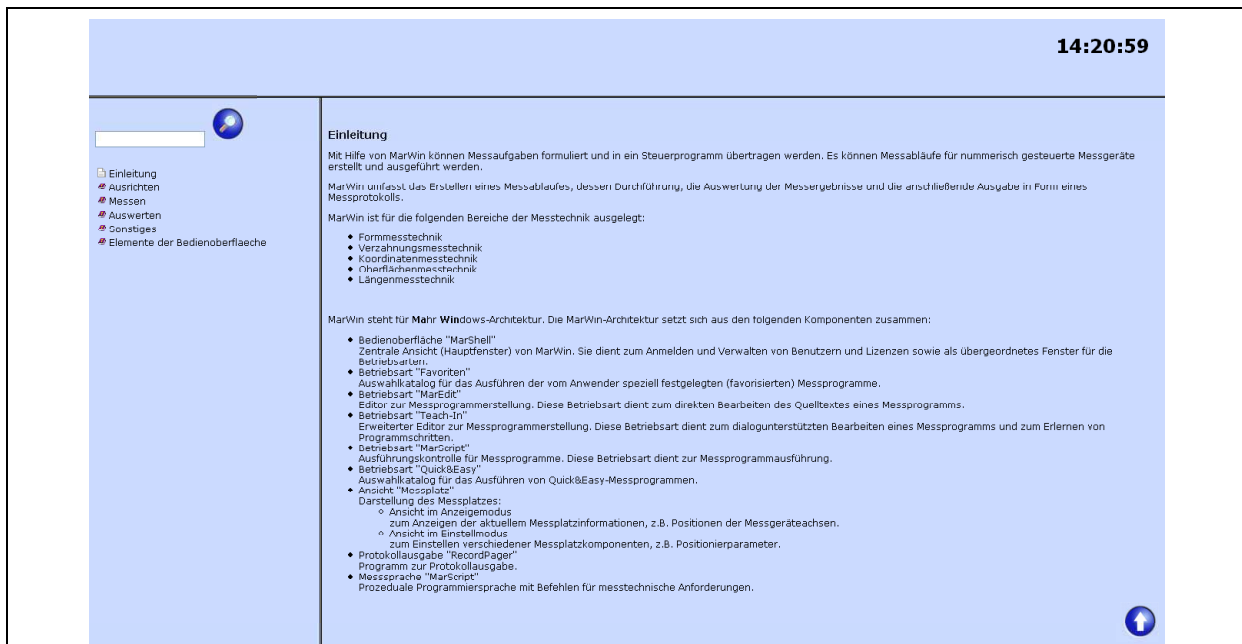


Abbildung 52 Lernsystem II für CLAIRTRAM

DONALD (vgl. Abbildung 53) erhält, ebenso wie ALICE, eine andere Hintergrundfarbe, um eine bessere Unterscheidbarkeit zur neutralen Oberfläche umzusetzen. Bezüglich der Hintergrundfarbe „neutral“ wird nun ein sehr helles Grau gewählt.

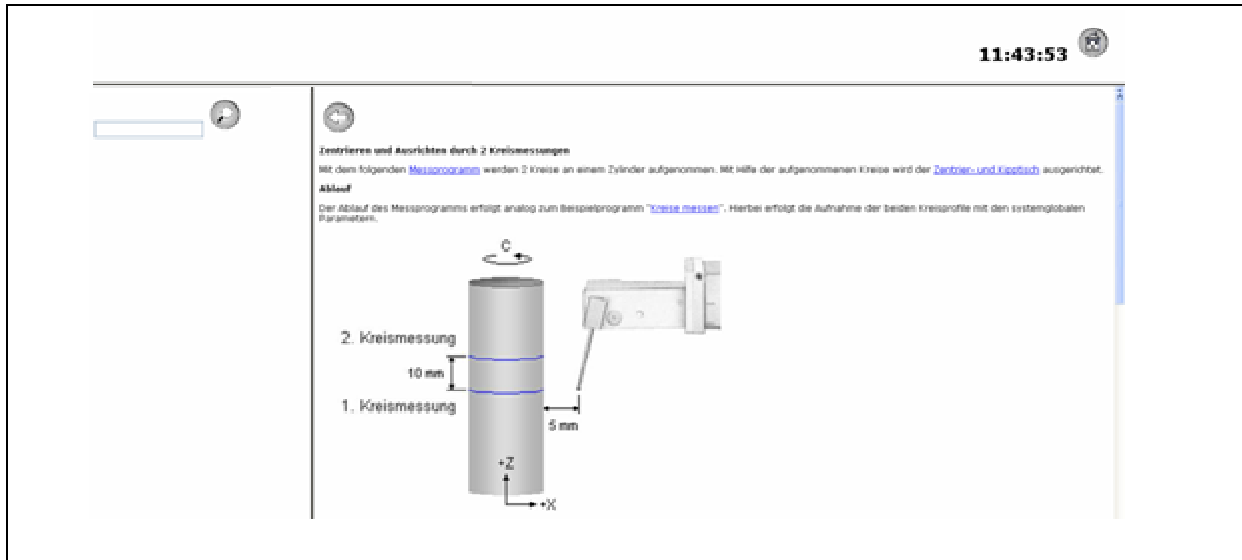


Abbildung 53 Lernsystem II für DONALD

Die Ergebnisse des ersten Usability-Tests haben gezeigt, dass Testpersonen, die netzartig strukturierte Systeme bevorzugen, das hierarchisch strukturierte neutrale System in allen vier Kategorien deutlich schlechter bewerten. Um dies auch im umgekehrten Fall zu bestätigen – wenn das personalisierte System hierarchisch strukturiert ist – wird ein weiteres neutrales System entwickelt, welches dasselbe Layout wie das ursprüngliche neutrale System hat, aber netzartig strukturiert ist (vgl. Abbildung 54). So erhalten Testpersonen im zweiten Usability-Test immer ein gegensätzlich zu ihren eigenen Präferenzen strukturiertes System als neutrales System. So kann nun überprüft werden, wie sich die unterschiedliche Strukturierungsart auf die Bewertung auswirkt.

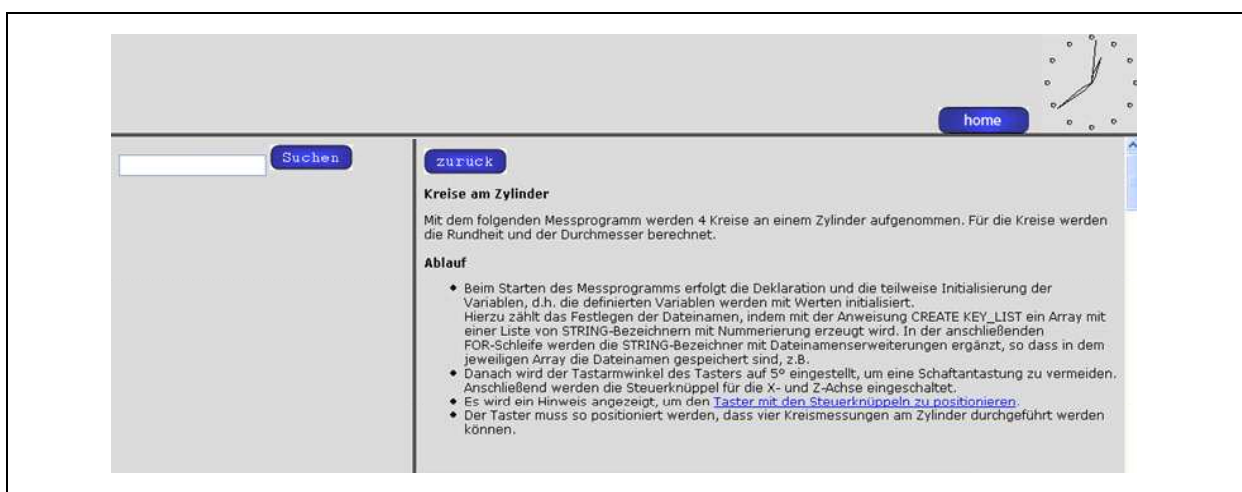


Abbildung 54 Alternatives neutrales Lernsystem



Es wird ein Standard-Hilfesystem für Form-, Oberflächen- und Koordinatenmesstechnik (vgl. Abbildung 55) ausgewählt. Diese Prüfmaschine ist eine gängige Maschine im produktionstechnischen Bereich. Im Vergleich zum Hilfesystem im ersten Usability-Test ist dieses Hilfesystem und die Bedienung der zugehörigen Maschine komplexer und aufwendiger. Mit dieser Benutzungsoberfläche sind neben der Steuerung der Maschine eine freie Programmierung und deren grafische Visualisierung möglich. Diese beiden letzten Möglichkeiten sind mit der Prüfmaschine des ersten Usability-Tests nicht umsetzbar. Die Vorteilhaftigkeit der Personalisierung wird somit in komplexeren Systemen überprüft.

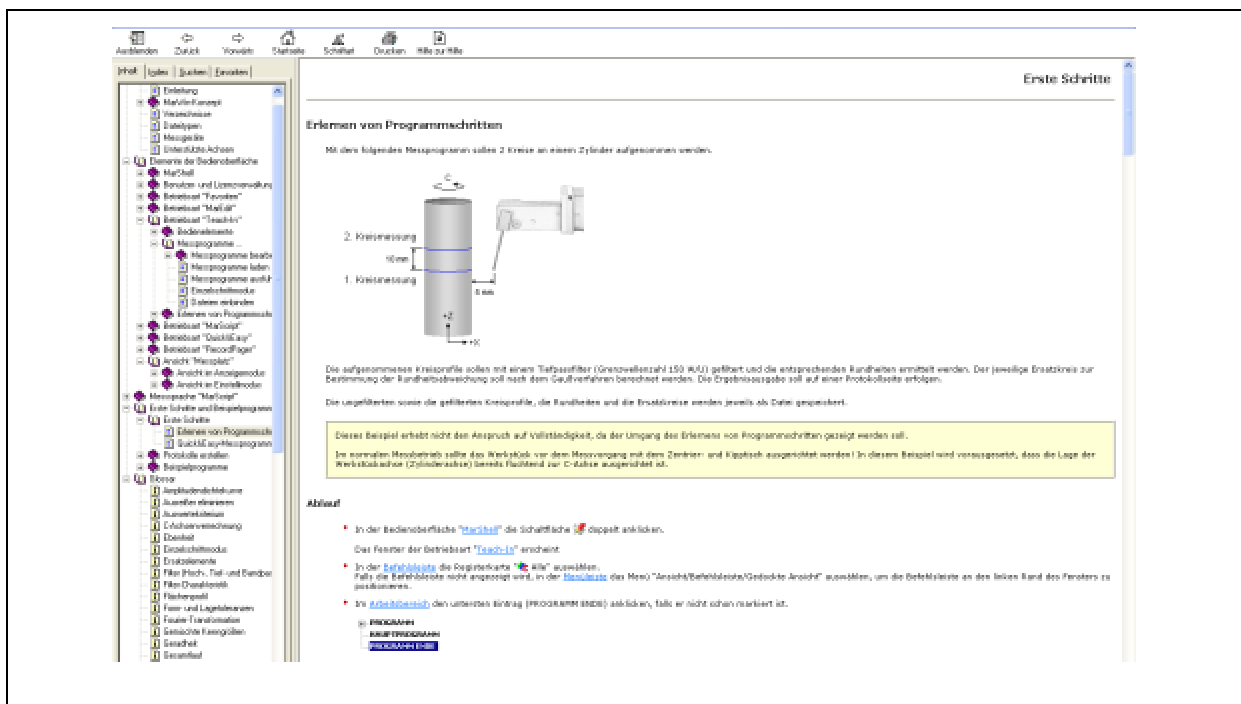


Abbildung 55 Inhaltsmaske des Hilfesystems der zweiten Prüfmaschine

## 5.2.2 Ablauf des Usability-Tests

Die Einordnung der Probanden erfolgt, wie in Kapitel 5.1.2 beschrieben. Ebenso wird das Testmaterial, welches für den ersten Usability-Test verwendet wurde, in diesem Test eingesetzt. Ausgenommen davon sind die Aufgaben zum eigentlichen Usability-Test, da hier ein anderes Lernsystem getestet wird, welches andere Inhalte berücksichtigt und somit auch neue Aufgaben erfordert. Die zu bearbeitenden Aufgaben sind im Anhang abgebildet (vgl. Kapitel 10.8.1). Die Aufgabenangemessenheit der personalisierten und des neutralen Lernsystems wird nicht wieder getestet. Die Lernsysteme haben schon im ersten Usability-Test ihre Aufgabenangemessenheit gezeigt. Da die Art der Aufgaben in diesem mit denen des anderen Usability-Tests zu vergleichen ist, bedarf es keiner weiteren Überprüfung.

Es erfolgt zunächst die Information der Probanden über den Ablauf einer Messung mit der Maschine per Video, bevor sie mit den Lernsystemen unterschiedliche Aufgaben bearbeiten.

Mit jedem System werden wiederum drei Aufgaben gelöst. Zur Vermeidung von Aufgaben-Lernsystem-Zusammenhängen werden die Aufgaben und die Lernsysteme anhand eines Permutationsplans (vgl. Kapitel 10.8.2) variiert. Nach jedem getesteten Lernsystem bewerten die Probanden das Lernsystem anhand des AttrakDiff-Fragebogens und werden zu den Vor- und Nachteilen des jeweiligen Lernsystems interviewt (vgl. Anhang, Kapitel 10.8.3). Für den zweiten Usability-Test wird auch ein Vortest durchgeführt und sich daraus ergebende Anpassungen an den Aufgaben werden vorgenommen.

### Hypothesen zum zweiten Usability-Test

1.  $H_1$ : Personalisierte Lernsysteme erzielen bei allen Q-Personas eine höhere hedonische Qualität als das neutrale Lernsystem.  
 $H_0$ : Die Personalisierung hat keinen Einfluss auf die hedonische Qualität.
2.  $H_1$ : Die Bewertung der Systeme erzielt durch die unterschiedliche Strukturierungsart in allen vier Kategorien höhere Werte bei den personalisierten Lernsystemen als bei dem neutralen Lernsystem.  
 $H_0$ : Es besteht kein direkter Zusammenhang zwischen der Strukturierungsart und der Werte in den vier Kategorien.

### 5.2.3 Auswertung

Für die Tests werden 20 Personen – 18 männlich, 2 weiblich, mit einem Durchschnittsalter von 27,5 Jahren und zwischen 19 und 48 Jahren – aus dem Maschinenbaumfeld aus drei unterschiedlichen Berufsgruppen – Studenten, Ingenieure und Techniker – ausgewählt (vgl. Tabelle 14).

Tabelle 14 Probandenanzahl nach Beruf und Geschlecht

Beruf	Geschlecht	Anzahl	Altersspanne
Ingenieure	männlich	4	26-28 Jahre
Studenten	männlich	5	21-27 Jahre
	weiblich	2	
Techniker	männlich	9	19-48 Jahre
<b>Gesamt</b>	männlich	18	19-48 Jahre
	weiblich	2	

Nach der Auswertung der Fragebögen zeigt die Gesamtbewertung (vgl. Abbildung 56) den Vergleich der unterschiedlichen Kategorien von Systemen: personalisiert, neutral und original. Sowohl die hedonischen Werte als auch der pragmatische Wert für die personalisierten Systeme im Vergleich zu neutralem und originalem System zeigen, dass die personalisierten Systeme insgesamt leicht höhere Werte in allen vier Kategorien erzielen. Das Originalsystem wird im Gegensatz zum neutralen noch besser hinsichtlich hedonischer und pragmatischer Qualität bewertet.

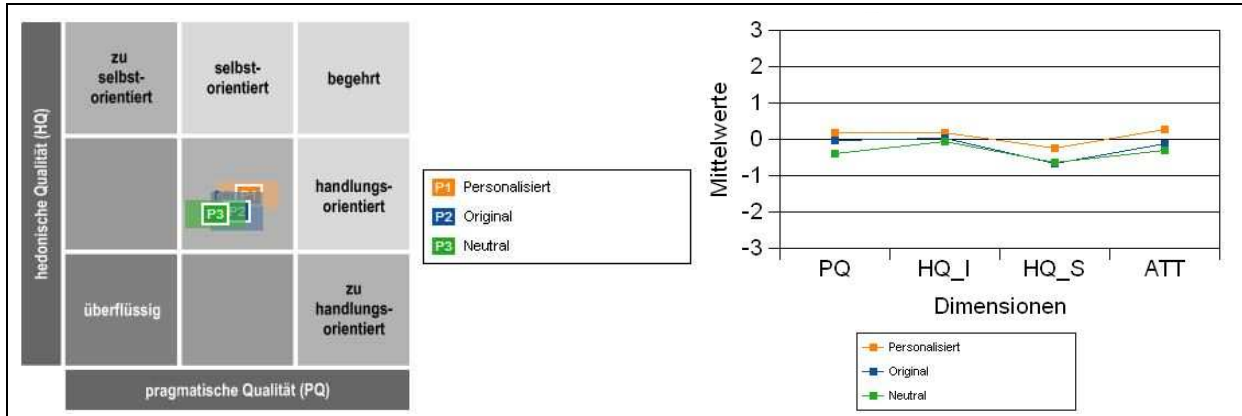


Abbildung 56 Gesamtauswertung des AttrakDiff-Fragebogens

Eine Unterscheidung der Bewertungen in hierarchisch und netzartig strukturierte Systeme ist in Abbildung 57 dargestellt. Es erfolgt eine Trennung der neutralen Systeme aufgrund ihrer unterschiedlichen Strukturierungsart. Die neutralen Systeme sind immer gegensätzlich zu den personalisierten Systemen strukturiert.

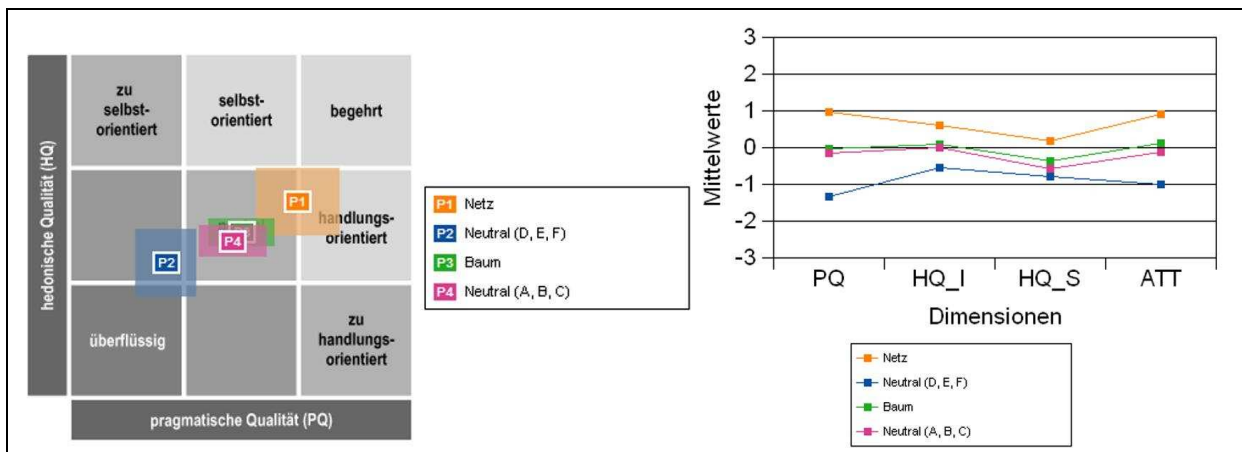


Abbildung 57 Portfolio der Bewertungen der netz- und hierarchisch strukturierten Systeme

Durch Abbildung 57 zeigt sich, dass eine deutlich bessere Bewertung der personalisierten Systeme hinsichtlich aller vier Kategorien im Gegensatz zu ihren jeweils zugeordneten neutralen Systemen (Vergleich Netz, Neutral (D, E, F) und Baum, Neutral (A, B, C)) resultiert. Ein ganz deutlicher Unterschied in allen Kategorien wird bei Testpersonen mit Netzstrukturierungspräferenz und hierarchisch strukturiertem neutralen System erzielt. Der größte Unterschied liegt in der pragmatischen Qualität und, daraus resultierend, in der Attraktivität des Systems in seiner Gesamtbewertung. Die Ergebnisse zeigen, dass höhere Werte in allen Kategorien erzielt werden, wenn eine andere Strukturierungsart des neutralen Systems vorliegt.

Die q-personabasierten Einzelbewertungen (vgl. Kapitel 10.8.4) zeigen, dass bei vier Q-Personas das personalisierte Lernsystem gegenüber dem neutralen System höher bewertet

wird. Bei zwei Q-Personas werden das originale oder das neutrale System am besten bewertet. Zusammenfassend erzielen die personalisierten Systeme höhere Bewertungen. Im Fall der höheren Bewertung des neutralen Lernsystems sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Werten der personalisierten und neutralen Systeme gering. Dies wird auch durch die Ergebnisse der Bewertung in Abbildung 56 und Abbildung 57 bestätigt. Ein wichtiges Ergebnis ist die Bewertung des personalisierten Systems bei *ALICE*, für welche in diesem Test ein hierarchisch strukturiertes System entwickelt wurde. Durch die gute Bewertung des personalisierten Systems in allen Kategorien – im Vergleich zu den beiden anderen Systemen – ist nachgewiesen, dass *ALICE* ein hierarchisch strukturiertes System präferiert. *CLAIRE* bewertet das personalisierte System als einzige Q-Persona negativer als das neutrale System. Im ersten Usability-Test bewertete sie ihr personalisiertes System zumindest hinsichtlich der pragmatischen Qualität höher. Geändert hat sich zwischen den beiden Usability-Tests aber lediglich die Gestaltung des personalisierten Systems. Dies deutet darauf hin, dass die ursprüngliche Gestaltung für *CLAIRE* besser geeignet war als die geänderte. Diese sollte also beibehalten werden. Bei *FRANZISKA*, die ein stark personalisiertes System im Vergleich zu dem neutralen erhalten hat, zeigt sich dies auch in der überaus positiven Bewertung: Es werden deutlich höhere Werte in allen vier Kategorien für das personalisierte System erzielt.

Die subjektiven Bewertungen der Probanden für die unterschiedlichen Systeme (vgl. Tabelle 15 in der Spalte „Favorit“) werden im Interview abgefragt. Die weiteren Spalten und die Einschätzung des Umgangs mit den Lernsystemen oblagen der Testleitung, die die Anzahl der unnötigen Bewegungen und die Bearbeitungszeiten zu einer Bewertung zusammengefasst hat. Tabelle 15 zeigt, dass die personalisierten Systeme deutlich bevorzugt werden.

Tabelle 15 Vergleich der Bewertung der personalisierten und der neutralen Systeme

	gut	eher gut	teils/teils	eher schlecht	schlecht	Favorit
Personalisiert	1	8	7	1	3	11
Original	0	6	7	5	2	6
Neutral	2	4	6	6	2	3

Tabelle 16 vergleicht die Einstufungen der Systeme auf Basis von Tabelle 15. Die Mehrzahl der Probanden bevorzugt entweder das personalisierte System oder sie bewerten das personalisierte und das neutrale System gleich. Ein Viertel der Testpersonen bewerten direkt das neutrale besser als die personalisierten Systeme. Ausgehend von dieser subjektiven Bewertung zeigt sich, dass trotz der Bewertungen anhand des AttrakDiff-Fragebogens die personalisierten Systeme noch einen hohen Anteil als favorisierte Systeme haben bzw. mit den neutralen Systemen gleichgestellt werden.

Tabelle 16 *Probandenbasierter Vergleich der personalisierten und des neutralen Systeme*

	Anzahl
Personalisiert > Neutral	9
Personalisiert = Neutral	6
Personalisiert < Neutral	5

Die Auswertung der Bearbeitungszeiten für die einzelnen Aufgaben mit den verschiedenen Lernsystemen zeigt die kürzeste durchschnittliche Bearbeitungszeit für die personalisierten Lernsysteme mit 7,9 Minuten für drei Aufgaben (vgl. Kapitel 10.8.4). Das neutrale Lernsystem beansprucht die längste Bearbeitungszeit mit durchschnittlich 8,3 Minuten. Dabei ist aber insgesamt nur ein geringer Unterschied der Bearbeitungszeiten zwischen den einzelnen Lernsystemen zu verzeichnen. Ferner ist die Bearbeitungszeit in 50% der Tests mit den personalisierten Lernsystemen im direkten Vergleich der einzelnen Nutzer am schnellsten.

#### 5.2.4 Bewertung der Ergebnisse des zweiten Usability-Tests

Die Auswertung des AttrakDiff-Fragebogens und der subjektiven Bewertungen durch das anschließende Interview zeigen q-personaspezifische Unterschiede. Der größte Unterschied resultiert aus unterschiedlichen Strukturen der personalisierten und neutralen Systeme. Bei unterschiedlichen Präferenzen resultiert insgesamt eine bessere Bewertung für personalisierte Systeme. Deutliche Unterschiede zeigen sich im Gesamtvergleich der personalisierten und der jeweiligen neutralen Systeme. Daher wird für die zweite postulierte Hypothese  $H_1$  angenommen. In allen vier Kategorien werden für personalisierte netzartig und hierarchisch strukturierte Systeme im Vergleich zu ihren jeweiligen neutralen Systemen höhere Werte erzielt.

Bezogen auf die unterschiedliche Gestaltung und der zugehörigen Bewertungen (hedonische Qualität und Attraktivität) zeigen sich auch in diesen Kategorien deutlichen Unterschiede zwischen den neutralen und den personalisierten Systemen. Bei netzartig personalisierten Systemen werden insgesamt noch höhere Differenzen zu den Werten der neutralen Systeme erzielt. Dies kann daran liegen, dass Testpersonen die netzartige Struktur als wichtiger erachten und daher das personalisierte System im Vergleich zu den Testpersonen, die eine hierarchische Struktur präferierten, insgesamt auch höher bewerten. Dies zeigen auch schon die Ergebnisse der ersten Tests, die in Kapitel 4.3.2 beschrieben wurden. Personen, die eine hierarchische Struktur bevorzugen, erzielen aber ebenso mit einer netzartigen Struktur eine gute Performance. Daher liegt der Schluss nahe, dass für diese Testpersonen die Strukturierungsart nicht so essentiell ist wie bei der anderen Gruppe von Testpersonen, die eine netzartige Struktur bevorzugen. Insgesamt kann in diesem Usability-Test zugleich für die erste Hypothese  $H_1$  angenommen und  $H_0$  abgelehnt werden, da sich insgesamt höhere

Werte für die personalisierten Systemen im Vergleich zu den neutralen bezüglich der hedonischen Qualität gezeigt haben.

Dieser zweite Usability-Test sollte des Weiteren überprüfen, ob eine Übertragung der Q-Personas auf weitere Systeme des produktionstechnischen Bereichs möglich ist. Die Zuordnung von Nutzern zu den in Kapitel 4.3 entwickelten Q-Personas bei der Personalisierung eines anderen Systems als dem, zu dem die Q-Personas ursprünglich in Kapitel 4.3 entwickelt wurden, ließ sich ebenfalls in diesen Tests umsetzen. Die gute Bewertung der personalisierten Systeme beweist zusätzlich, dass eine Übertragung dieser Q-Personas innerhalb des produktionstechnischen Bereichs auf andere Systeme möglich ist. Dadurch ist der Nachweis der Allgemeingültigkeit dieser Q-Personas im produktionstechnischen Bereich erreicht.

### 5.3 Inhaltsübergreifende Auswertung der durchgeführten Usability-Tests

Eine inhaltlich übergreifende Bewertung der unterschiedlichen Lernsysteme aus den Kapiteln 5.1 und 5.2 ist in Abbildung 58 dargestellt. Eine Gegenüberstellung mit den originalen Systemen ist hier nicht möglich, da es sich bei den Gesamtdaten um zwei grundsätzlich verschiedene originale Systeme handelt, die unterschiedliche Funktionen betrachten. Die personalisierten und die neutralen Systeme können verglichen werden, da sie sich nur im Inhalt unterscheiden, aber Strukturierung und Gestaltung größtenteils identisch sind.

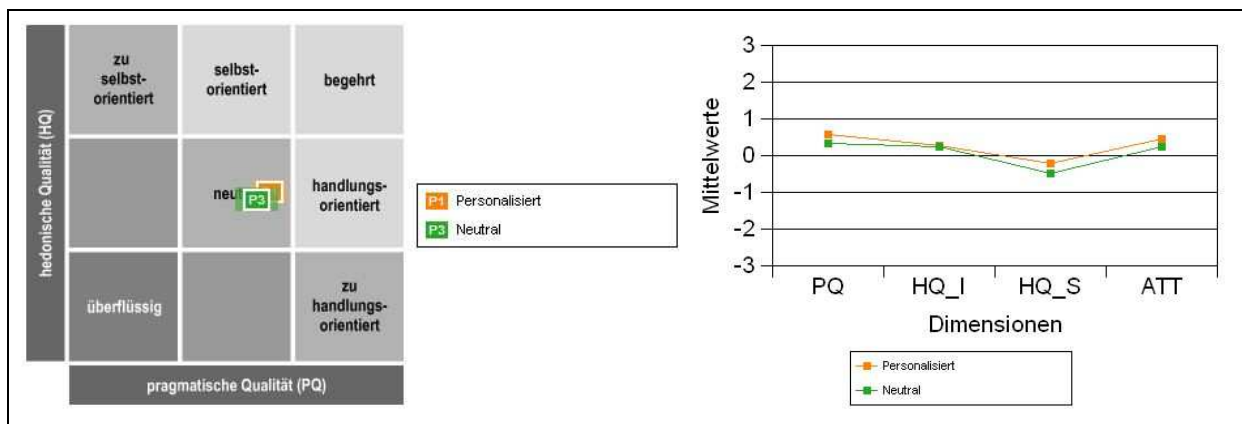


Abbildung 58 Gemeinsame Bewertung der personalisierten und neutralen Lernsysteme aus beiden Usability-Tests

Die Portfolio-Darstellung in Abbildung 58 weist leicht höhere Werte hinsichtlich der pragmatischen und der hedonischen Qualität für das personalisierte Lernsystem auf. Das Mittelwert-Diagramm zeigt für die Identifikation der hedonischen Qualität eine ähnliche Bewertung aller Systeme. Die übrigen Werte sind leicht höher für die personalisierten Lernsysteme.

Abbildung 59 zeigt die gemeinsame Bewertung, aufgeteilt in hierarchisch und netzartig strukturierte Lernsysteme. Die neutralen Lernsysteme sind in „Neutral I“ (neutrales System im ersten Usability-Test) und „Neutral II“ (neutrales System im zweiten Usability-Test) unterteilt, da beim ersten Usability-Test nur ein neutrales Lernsystem (hierarchisch strukturiert) getestet wurde, beim zweiten Usability-Test wurden jeweils gegensätzlich zu den personalisierten Lernsystemen neutrale Lernsysteme getestet. Es zeigt sich, dass „Neutral II“ deutlich schlechter abschneidet als die beiden personalisierten Lernsysteme. Daher hat die Strukturierungsart insgesamt einen großen Einfluss auf die Bewertung der Lernsysteme. „Neutral I“ wird höher bewertet als die hierarchisch strukturierten Lernsysteme. Dies zeigt, dass die Gestaltung keinen entscheidenden Einfluss auf die Bewertung hat. Netzartig strukturierte Lernsysteme erzielen in allen vier Kategorien die höchsten Werte: Probanden dieser Q-Personas favorisieren ihr Lernsystem deutlich gegenüber den neutralen Lernsystemen in beiden Usability-Tests. Für diese Probanden haben sich im zweiten Usability-Test keine Änderungen ergeben.

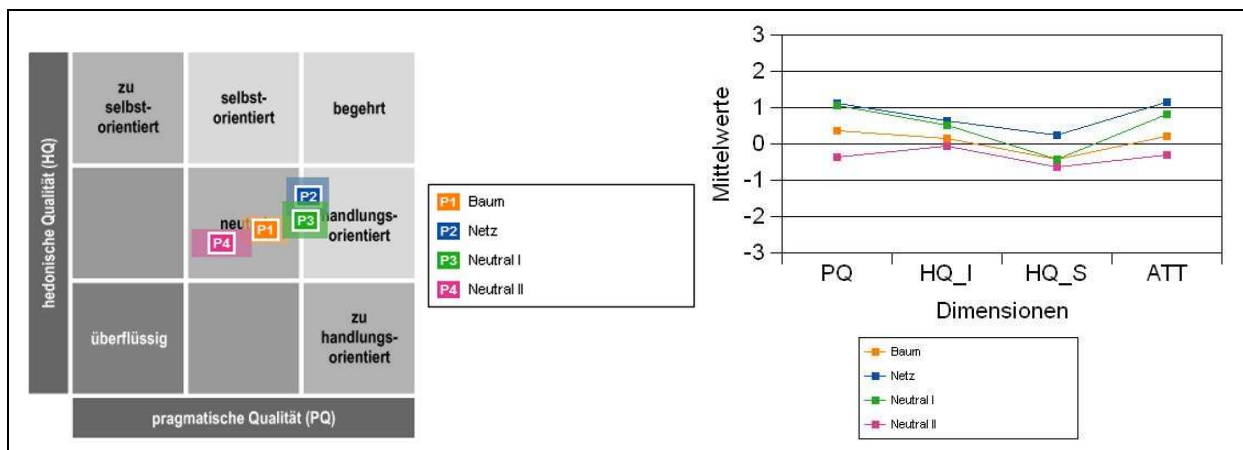


Abbildung 59 Bewertung unterteilt in Hierarchie und Netz, „Neutral I“ und „Neutral II“

Die subjektiven Bewertungen der Probanden für die unterschiedlichen Lernsysteme werden in Tabelle 17 in der Spalte „Favorit“ zusammengefasst dargestellt. Die weiteren Spalten und die Einschätzung des Umgangs mit den Lernsystemen oblagen der Testleitung, die die Anzahl der unnötigen Bewegungen und die Bearbeitungszeiten zu einer Bewertung zusammengefasst hat. Tabelle 17 zeigt, dass die personalisierten Systeme bevorzugt werden.

Tabelle 17 Vergleich der Bewertung der personalisierten und des neutralen Lernsystems

	gut	eher gut	teils/teils	eher schlecht	schlecht	Favorit
Personalisiert	8	12	16	1	3	21
Neutral	5	11	13	9	2	10

Tabelle 18 vergleicht die Einstufungen der Systeme auf Basis von Tabelle 17. Die Mehrzahl der Probanden bevorzugt entweder das personalisierte System oder sie bewerten das personalisierte und das neutrale System gleich, nur wenige das neutrale besser als die personalisierten Systeme, wie es auch schon bei den Einzelauswertungen des ersten Usability-Tests der Fall war.

Tabelle 18 Probandenbasierter Vergleich der personalisierten und des neutralen Systeme

	Anzahl
Personalisiert > Neutral	17
Personalisiert = Neutral	15
Personalisiert < Neutral	8

## 5.4 Bewertung der Auswirkungen des Personalisierungskonzeptes

An den ursprünglichen Q-Personabeschreibungen aus Kapitel 4.3.3 haben sich durch die Usability-Tests nur Änderungen für *ALICE* ergeben: Sie erhält nun eine hierarchische Strukturierungsart. Weitere Gestaltungsmerkmale wurden zwar im zweiten Usability-Test geändert, aber deren Vorteilhaftigkeit kann durch die zusätzlich geänderte Strukturierungsart nicht eindeutig nachgewiesen werden. Dass es an der geänderten Strukturierungsart liegt, dass die personalisierten Systeme bei *ALICE* im zweiten Usability-Test besser bewertet wurden, ergibt sich vor allem durch die Aussagen der Nutzer in den Interviews im Anschluss an die Usability-Tests und aufgrund der Bewertung der Aufgabenbearbeitung. Dies bedeutet aber auch eine Änderung an der Einordnungsmatrix (vgl. Kapitel 5.1.2) von *ALICE*, die beim Merkmal „Strukturierungsart“ nun, eindeutig durch den zweiten Usability-Test nachgewiesen, eine Präferenz für die hierarchische Strukturierungsart hat. In weiteren Tests müssen die offenen Gestaltungspräferenzen geklärt und eindeutig festgelegt werden. Dies gilt auch für die Q-Personas *BERTRAM* und *CLAIRE*, die bezüglich einiger Gestaltungsmerkmale keine eindeutige Präferenz aufweisen.

Durch die Usability-Tests wurde gezeigt, dass sich die Personalisierung positiv auf die Benutzung und den Umgang mit Systemen auswirkt. Nutzer bestätigen durch ihre Aussagen, dass sie im Allgemeinen mit den personalisierten Systemen „besser zurechtkommen“, die „Aufgaben einfacher bearbeiten können“ und einigen das personalisierte System „einfach besser gefällt“. Bestätigt werden diese subjektiven Aussagen der Teilnehmer durch die Einschätzung der Testleitung, die den Umgang der Teilnehmer mit den Systemen bei der Aufgabenbearbeitung aufgrund der Anzahl der unnötig verwendeten Pfade im System und somit aufgrund der Fehler bewertete. Anhand der Bearbeitungszeiten für die Testaufgaben in beiden Usability-Tests ließ sich ferner zeigen, dass die Bearbeitung mit den personalisierten Systemen entweder schneller oder zumindest keine großen Unterschiede zu den neutralen Systemen aufweist.



Deutliche Vorteile ergeben sich durch die Strukturierungsart, die sich als wichtigstes Personalisierungsmerkmal für technische Systeme herausstellt. Die Berücksichtigung dieser Präferenz ist ferner aufgrund der im Stand der Technik gezeigten verschiedenen mentalen Modelle zwischen Nutzern unumgänglich, um eine nutzerorientierte, persönliche Benutzungsoberfläche zu erstellen. Die Strukturierungsart ist eine grundlegende Eigenschaft einer Benutzungsoberfläche und beeinflusst den Umgang und die Bedienung essentiell. Die Attraktivität eines Systems, die den Gesamteindruck des Systems beschreibt, wurde in den Usability-Tests hoch bewertet, wenn die favorisierte Strukturierungsart des Probanden vorlag. Dagegen ist die Gestaltung zweitrangig, wie die Usability-Tests auch zeigten.

Es wurden unterschiedliche Personalisierungsmerkmale innerhalb des Personalisierungskonzeptes beschrieben, die zu einer verbesserten Nutzerorientierung von technischen Benutzungsoberflächen beitragen können. Zur effizienten Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen erfolgt im nächsten Kapitel die Integration dieser Personalisierungsmerkmale in den Ueware-Entwicklungsprozess nach [Böd07]. Die einzelnen Phasen des im Stand der Technik beschriebenen Prozesses werden aufgegriffen und die Anpassungen, Änderungen und Erweiterungen innerhalb der einzelnen Phasen durch die Personalisierung erläutert. Dadurch wird eine systematische und durchgängige Entwicklung von personalisierten technischen Benutzungsoberflächen für die Investitionsgüterindustrie erzielt.

## 6 Integration der Personalisierung in den Ueware-Entwicklungsprozess

Im Stand der Technik (vgl. Kapitel 2.2.2) wurden die einzelnen Entwicklungsphasen zur Generierung einer Benutzungsoberfläche ausführlich beschrieben. Die beiden beschriebenen Prozesse zur Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen unterschieden sich hauptsächlich durch die Strukturgestaltungsphase, die eine zusätzliche Entwicklungsphase in einem der Prozesse darstellt. In der Erforschung der Präferenzen hinsichtlich der Benutzungsoberflächengestaltung hat sich gezeigt, dass gerade im Bereich der Strukturgestaltung zwei gegensätzliche Positionen existieren. Diese Präferenz hat auch im vorherigen Kapitel enorme Auswirkungen auf die Attraktivität und die Qualität der Systeme gezeigt. Demzufolge wird in diesem Kapitel der Ansatz, der die Strukturgestaltung als wesentliches Element enthält, zu Grunde gelegt.

Im Folgenden wird die schrittweise Integration der Personalisierung in die einzelnen Phasen dieses Ueware-Entwicklungsprozesses beschrieben. Zunächst werden die einzelnen Änderungen aller Phasen im Überblick dargestellt, um dann die Änderungen der einzelnen Phasen detailliert zu erläutern. Diese Integration persönlicher Aspekte in die Benutzungsoberflächengestaltung hat, im vorherigen Kapitel dargestellt, deutliche Vorteile bezüglich der Fehlervermeidung und dem schnelleren, einfacheren Umgang mit technischen Benutzungsoberflächen gezeigt. Eine systematische Entwicklung von personalisierten technischen Benutzungsoberflächen führt somit zu einer Erhöhung der Nutzerorientierung und Steigerung der Bedieneffizienz.

### 6.1 Prozessintegration

Im Folgenden werden die Auswirkungen der Personalisierung auf den gesamten Ueware-Prozess zusammengefasst dargestellt. Sie werden zunächst phasenweise aufgezeigt, um am Ende dieses Kapitel die Auswirkungen der Personalisierung auf den Prozess insgesamt gegenüber zu stellen.

Für die **Analysephase** ergeben sich folgende Anpassungen und Erweiterungen:

- Erweiterung des Anforderungskatalogs durch Erhebung q-personaspezifischer Nutzereigenschaften, Gestaltungs- und Strukturierungspräferenzen,
- Erweiterung der Befragungsmethodik zur Erhebung der strukturellen Präferenzen,

- Auswertung der Datenerhebung für die Q-Personas,
- Erweiterung des Aufgabenmodells durch zusätzliche Attributierung der Aufgaben.

In der **Strukturgestaltungsphase** müssen nachfolgende Änderungen vollzogen werden:

- Erweiterung des Benutzungsmodells zur Erfassung der Strukturierungspräferenzen,
- Entwicklung möglicher unterschiedlicher Benutzungsmodelle auf Grundlage unterschiedlicher Strukturierungspräferenzen.

Für die **Gestaltungsphase** ergeben sich folgende Veränderungen:

- Berücksichtigung der unterschiedlichen q-personaspezifischen Gestaltungspräferenzen,
- Umsetzung der q-personaspezifischen Bedienstruktur,  
→ Ableitung der Anzahl zu entwickelnder, unterschiedlicher Benutzungsoberflächen.

Die Auswirkungen der Personalisierung auf die **Realisierung** beschränken sich auf:

- Entwicklung q-personabasierter, lauffähiger Benutzungsoberflächen.

Die Anpassungen der **Evaluierung** ergeben sich aus der:

- Berücksichtigung der Auswirkungen der Erweiterung der Analysephase.

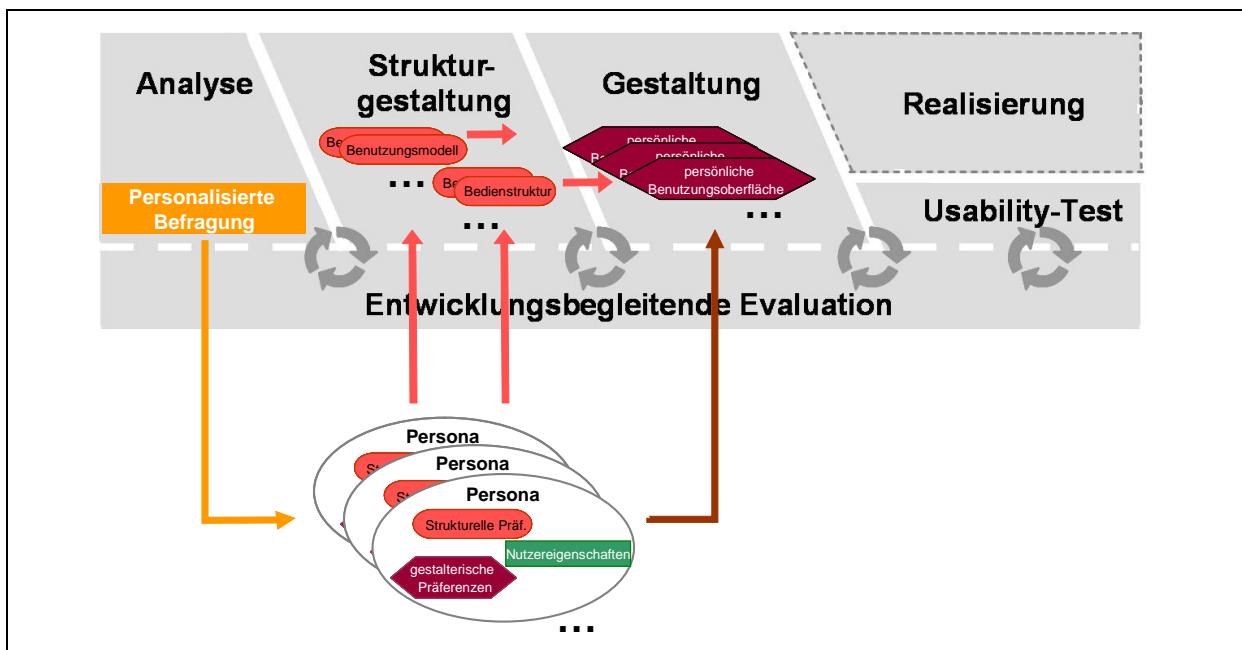


Abbildung 60 Erweiterung des Entwicklungsprozesses technischer Benutzungsoberflächen durch Personalisierung

Abbildung 60 verdeutlicht diese Anpassungen und Änderungen anhand des Ueware-Entwicklungsprozesses. Die Veränderungen der einzelnen Phasen durch die Personalisierung werden zusammen mit dem Ablauf der Entwicklung dargestellt.

Anhand der obigen phasenweisen Beschreibungen und von Abbildung 60 zeigt sich, dass die Auswirkungen der Personalisierung hauptsächlich in der Analysephase auftreten. In der Analysephase werden die Q-Personas erhoben, die die Änderungen der übrigen Phasen maßgeblich beeinflussen. Demzufolge sind die Erweiterungen in dieser Phase grundlegend für die weitere Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen. Im Folgenden werden daher die beschriebenen Anpassungen und Erweiterung detailliert, wiederum anhand der einzelnen Phasen, begründet und erläutert.

## 6.2 Analyse

Die Analysephase dient in erster Linie der Erforschung der Nutzeraufgaben, deren Bearbeitung mit Hilfe der zu entwickelnden Benutzungsoberfläche ermöglicht werden soll. Des Weiteren wird das Arbeitsumfeld der Nutzer betrachtet, um etwaige Anpassungen an der Benutzungsoberfläche durch das Umfeld vornehmen zu können. Zuvor werden Zielmärkte und spezifische Nutzer ausgewählt, die mit der Benutzungsoberfläche arbeiten. Zur Vorbereitung der Datengewinnung werden Befragungsmethoden ausgewählt. Dann erfolgt die Datenerhebung in der Phase der Durchführung. Nach der eigentlichen Befragung der Nutzer werden die Daten aggregiert und ausgewertet. Als Ergebnis der Analysephase entstehen unterschiedliche Aufgabenmodelle, welche die Aufgaben verschiedener Nutzer umfassend und detailliert beschreiben.

Die formale Erweiterung der Analyse liegt in der Integration der in Kapitel 4.3.1 beschriebenen Erhebungsmethodik. Die bisherige Methodik muss mit der Erhebungsmethodik für die Q-Personas verglichen werden, und es ist zu entscheiden, wie eine entsprechende Erweiterung gegebenenfalls zu erfolgen hat. Gleiches gilt für die Erweiterung der Datenquellen und des Anforderungskatalogs durch die Personalisierung in die bisher bestehenden.

Die bisherigen **Eingangsdaten** für die Analysephase (vgl. [Böd07]) ändern sich durch die Auswirkungen der Personalisierung nicht, da die Personalisierung erst innerhalb der Analyse beginnt. Änderungen entstehen nur in der Analysephase und wirken sich auf diese aus. Die bisherigen **Datenquellen** der Analysephase (Daten von, über und für Nutzer [Böd07]) können selbst durch die Änderungen der Personalisierung beibehalten werden und erfahren keine Erweiterung.

Im Rahmen der **Erhebungsmethoden** muss der in Kapitel 4.3.1 beschriebene Fragebogen in die Analyse integriert werden. Die Erhebungsmethodik „Fragebogen“ ist bereits in die bisherigen Erhebungsmethoden (vgl. Kapitel 2.3.2.1) integriert und erfordert keine

Erweiterung mehr. Zur Erhebung der strukturellen Präferenzen ist in Kapitel 4.3.1 die Prüfung zweier unterschiedlich strukturierter Benutzungsoberflächen mit anschließender Bewertung der Interaktion vorgesehen. Diese Überprüfung und der Systemtest als Erhebungsmethode müssen integriert werden; das anschließende Interview kann als Ergebnis der Bewertung der unterschiedlich strukturierten Systeme angesehen werden. Die Erhebungsmethodik „Interview“ ist bereits in die bisherigen Erhebungsmethoden (vgl. Kapitel 2.3.2.1) integriert und erfordert keine Erweiterung mehr.

Die Anpassungen der Analysephase durch das Personalisierungskonzept beschränken sich hauptsächlich auf die Änderungen am **Anforderungskatalog** und die Auswirkungen der zusätzlichen Kategorien und Daten auf die Datenerhebung. Es muss eine umfangreichere Datenerhebung stattfinden, die die spezifischen Besonderheiten der Personalisierung berücksichtigt. Die Änderungen am Anforderungskatalog werden im Folgenden beschrieben.

Die Erweiterung des Anforderungskatalogs erfolgt in drei unterschiedlichen Kategorien für die drei unterschiedlichen Personalisierungsdatengruppen Nutzereigenschaften, Gestaltungs- und Strukturierungspräferenzen (vgl. Kapitel 4.3.1). Zur Erhebung dieser wird eine vierte Kategorieebene (vgl. Tabelle 19) spezifiziert, die speziell durch den Detaillierungsgrad des Personalisierungskonzeptes entsteht. Die Personalisierungsdatengruppen werden in die Erweiterung der folgenden Kategorien (von Ebene eins zu Ebene drei) eingebettet:

- Produkteinsatz → organisatorische Einbettung → Zielgruppen → Unterteilung in Nutzergruppe und personaspezifische Nutzereigenschaften,
- Produktübersicht → Ueware →
  - Gestaltung → Unterteilung in Anforderung an die Gestaltung und Gestaltungspräferenzen,
  - Bedienkonzept → Unterteilung in Anforderung an Bedienkonzept und Strukturierungspräferenz.

Für die jeweiligen Unterteilungen der Kategorien entsteht eine neue Kategorieebene vier (vgl. Tabelle 19), die die allgemeinen Daten in q-personaspezifische Daten detailliert. In die neuen Kategorien „Nutzereigenschaft“, „Strukturierungspräferenz“ und „Gestaltungspräferenz“ werden spezifische Q-Personadaten aufgenommen, die bei der Auswertung zur Identifizierung der unter den Nutzern vorhandenen Q-Personas oder zur Erhebung weitere Q-Personas in anderen Bereichen als der Produktionsumgebung verwendet werden. Die Daten in den übrigen Kategorien wurden bisher und werden auch weiterhin zur generellen Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen verwendet.

Beispielsweise enthält die Kategorie „Zielgruppen“ bisher die Kategorie „Nutzergruppe“. Diese wird ergänzt um die Kategorie „Nutzereigenschaft“, die q-personaspezifischen Daten wie etwa den Beruf, die Technikzuneigung und die Vertrautheit mit technischen Grundlagen

enthält. So unterteilt sich die Kategorie „Bedienkonzept“ in „Anforderung an Bedienkonzept“ (zur Erfassung allgemeiner Daten) und in „Strukturierungspräferenz“ (zur Identifikation der vorliegenden Persona mit den in Kapitel 4.3.1 aufgeführten Daten). Die Kategorie „Gestaltung“ wird unterteilt in „Anforderung an die Gestaltung“ und „Gestaltungspräferenz“, die die in Kapitel 4.3.1 erläuterten Daten enthält.

*Tabelle 19 Erweiterung des Anforderungskatalogs durch die Personalisierung*

Kategorieebene 1	Kategorieebene 2	Kategorieebene 3	Kategorieebene 4
Zielbestimmung	Hintergründe & Ziele	Neu-/Weiterentwicklung	
		Einzelprodukt/Produktfamilie	
	Produktumfang	Muskriterien	
		Kann-/Wunschriterien	
Abgrenzungskriterien			
Produkteinsatz	Organisatorische Einbettung	Anwendungsbereiche	
		Zielgruppen	Nutzergruppe
			Nutzereigenschaft
		Organisatorische Betriebsbedingungen	
	Gesetze, Normen, Richtlinien		
Technische Einbettung			
Anwendungsfälle	Prozesse	Prozessschritte	
		Workflow	
	Standard- und Fehlerszenarien	Bediensituation	
		Aufgaben, Tätigkeiten/ Handlungen, Operationen	
		Abhängigkeiten	
Produktübersicht	Ueware	Hardware	
		Software	
		Bedienkonzept	Anforderung an Bedienkonzept
			Strukturierungspräferenz
		Gestaltung	Anforderung an Gestaltung
	Gestaltungspräferenzen		
Produktfunktionen	Funktionen		
	Funktionsdaten		
	Automatisierung		
Produktdaten	Umfang		
	Sicherheit		

Beim Einsatz des Analysetools useDATA während der Befragung werden die Kategorien und Fragen zur Erhebung der Q-Persona in die Stammdaten von useDATA eingefügt. Für zukünftige Projekte erscheinen sie direkt beim Anlegen einer neuen Datenbank neben den weiteren Kategorien und Fragen. Die spezifische Erweiterung der Daten in useDATA ist in Tabelle 20 dargestellt. Diese Erweiterungen sind zur Erhebung neuer Q-Personas in anderen Branchen als der Produktionstechnik angelegt. Sie beruhen auf den in Kapitel 4.2 dargestellten abstrakten Personalisierungsmerkmalen. Die in Kapitel 4.3.3 erhobenen Eigenschaften der entwickelten Q-Personas stellen daher eine Untermenge dieser Erweiterungen dar.

Tabelle 20 Erweiterung des Fragekatalogs des Analysetools useDATA zur Erhebung der Q-Persona

<b>Nutzereigenschaften</b>		
Demografie	Alter	
	Geschlecht	
	Schulabschluss	
	Beruf	
	Links-/Rechtshänder	
	privater Handy-Besitz	
	privater PC-Besitz	
Psychografie	mathematisch-strukturell	
	Kontrollüberzeugung	
	Extroversion	
Technografie	Technik-Nutzung	
	Technikinteresse	
	Vertrautheit theoretischer Grundlagen	
<b>Gestaltungspräferenzen</b>		
Farbe	Ton	Hintergrund
		Button
	Sättigung	Hintergrund
		Button
Button	Form	
	Darstellung	
Bilderarten		
Schriftarten		
Ziffern		
Anzeigen		
<b>Strukturierungspräferenzen</b>		
Navigationsartenfavorit		

Die dargestellten psychografischen Daten können nicht direkt während der Befragung erhoben werden. Zunächst muss eine Auswertung der für diese Daten vorgesehenen separaten Fragebögen erfolgen, um anschließend die Ergebnisse in useDATA zu übertragen.

Nach der Erhebung der Aufgaben werden diese in Aufgabenmodellen für unterschiedliche Nutzer strukturiert. Durch die Personalisierung erhalten die Aufgaben zusätzliche Verknüpfungsattribute, die die Verknüpfung einzelner Aufgaben zu anderen beinhalten, um in der nächsten Phase eine Netzstruktur abbilden zu können, falls sich eine netzartige Strukturierungspräferenz unter den erhobenen Q-Personas befindet: Aufgabe A enthält beispielsweise das Attribut „Verknüpfung zu Aufgabe C.3 (Das bedeutet, Aufgabe A kann direkt mit der 3. Unteraufgabe von Aufgabe C verbunden werden und umgekehrt.). Die beispielhaften Änderungen am Aufgabenmodell sind in Abbildung 61 dargestellt. Diese Attributierung ist notwendig, da durch die Personalisierung grundsätzlich zwei unterschiedliche Strukturierungspräferenzen der Q-Personas möglich sind: Netz und Hierarchie. Bei einer präferierten Netzstruktur ist das Verknüpfungsattribut wirksam; bei einer hierarchischen Struktur wirkt es sich nicht aus.

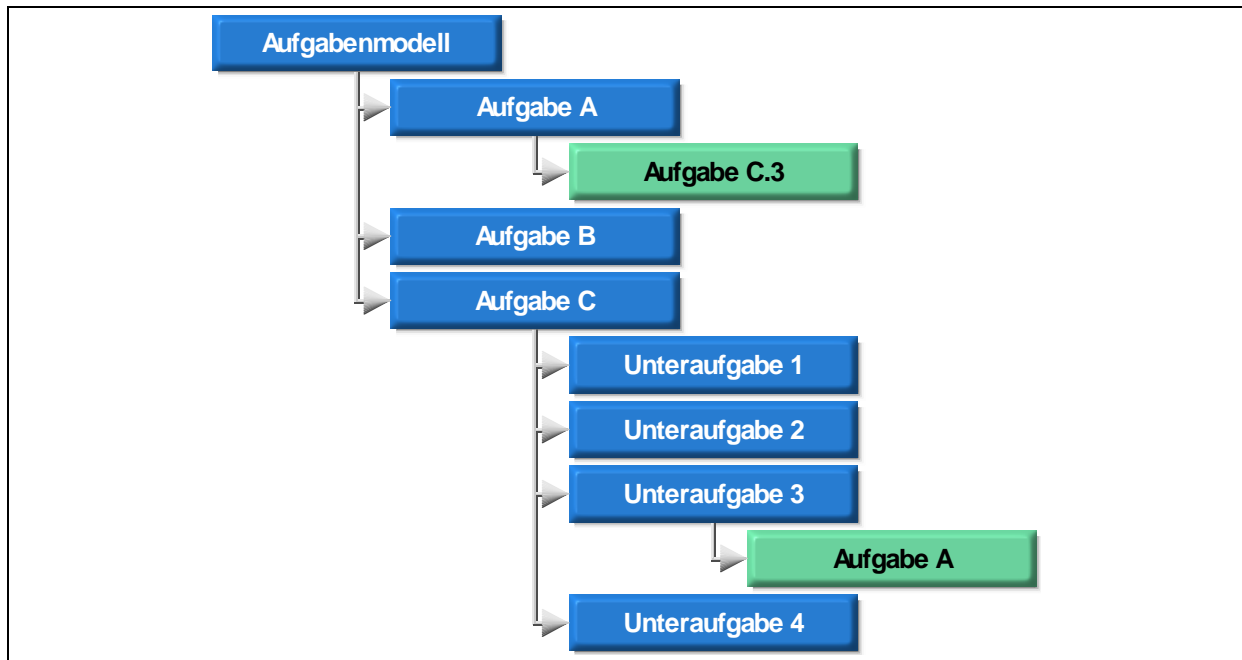


Abbildung 61 Erweiterung des Aufgabenmodells durch zusätzliche Attribute

Die Personalisierung erweitert die Analysephase durch die Erhebung der Q-Personas. Es muss bestimmt werden, welche der beschriebenen Q-Personas überhaupt bei den Nutzern der zu entwickelnden Benutzungsoberfläche vorliegen. In der Auswertung der Analyse werden Testpersonen durch Nutzereigenschaften, gestalterische und strukturelle Präferenzen den für die Produktionsumgebung entwickelten Q-Personas, die sich durch ihre Charakteristik auf die nächsten Phasen auswirken, zugeordnet. Es müssen nicht alle in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Q-Personas Nutzern zugeordnet werden können. Mindestens ergibt sich eine Q-Persona für alle Nutzer. Folglich würde nur eine Benutzungsoberfläche mit den spezifischen Präferenzen der zugeordneten Q-Persona entwickelt. Höchstens können für die Produktionsumgebung sechs verschiedene Q-Personas resultieren, die Nutzern zugeordnet werden. Bei anderen Branchen ergeben sich in der Analyse Daten, die die Grundlage zur Generierung von neuen Q-Personas bilden. Diese entstehen dann in der Auswertung der Analyse.

### 6.3 Strukturgestaltung

In der Strukturgestaltungsphase wird aufbauend auf den Aufgabenmodellen als Ergebnisse der Analysephase die neue Bedienstruktur entwickelt. Zunächst werden die Aufgabenmodelle harmonisiert. Dies erfordert einerseits einen Überblick der Haupt- und Unteraufgaben der zu entwickelnden Benutzungsoberfläche und die entsprechende Gewichtung dieser Aufgaben. Andererseits müssen Aufgaben, die nur bei einzelnen Nutzergruppen auftreten, auch diesen allein durch entsprechende nutzergruppenspezifische Attributierung zugeordnet werden. Durch die Harmonisierung entsteht das Benutzungsmodell [Reu03]. Es beschreibt Handlungen, Tätigkeiten und Operationen der Nutzer, bis diese nicht



mehr weiter zergliedert werden können. Nach der Erstellung des Benutzungsmodells wird auf dessen Grundlage die Bedienstruktur für die neu zu entwickelnde Benutzungsoberfläche erstellt. Die Entwicklung der Bedienstruktur bildet des Weiteren den Übergang zur Gestaltungsphase.

Der Aufbau des bisherigen Benutzungsmodells mit seinen Elementen und Attributen sowie der Aufbau der Benutzungsobjekte und elementaren Benutzungsobjekte werden ausführlich in [Reu03] beschrieben. Unterschiedliche Strukturen wie etwa netzartige oder hierarchische Anordnungen werden bisher im Benutzungsmodell nicht berücksichtigt.

Die Erweiterung dieser Phase durch die Personalisierung wird schon in der Analysephase durch die zusätzliche Attributierung der Aufgabenmodelle und die Erhebung der Q-Personas eingeleitet. Die Erweiterung des Benutzungsmodells erfolgt hinsichtlich der Art der Struktur, um im nächsten Schritt strukturelle Präferenzen der Q-Personas berücksichtigen zu können. Für ein einzelnes Benutzungsmodell kann sich nur eine der beiden in den Q-Personas beschriebenen strukturellen Präferenzen ergeben. Das Benutzungsmodell erhält daher ein weiteres Attribut „Struktur“ (vgl. Abbildung 62). Die in der Analyse erhobenen Q-Personas wirken sich neben den Aufgabenmodellen direkt auf die Benutzungsmodelle aus, indem sie die Ausprägung des Attributs „Struktur“ festlegen. Wie in Kapitel 4.2 gezeigt, existieren zwei unterschiedliche strukturelle Präferenzen, die als Ausprägungen des Attributes „Struktur“ fungieren: Netz und Hierarchie.

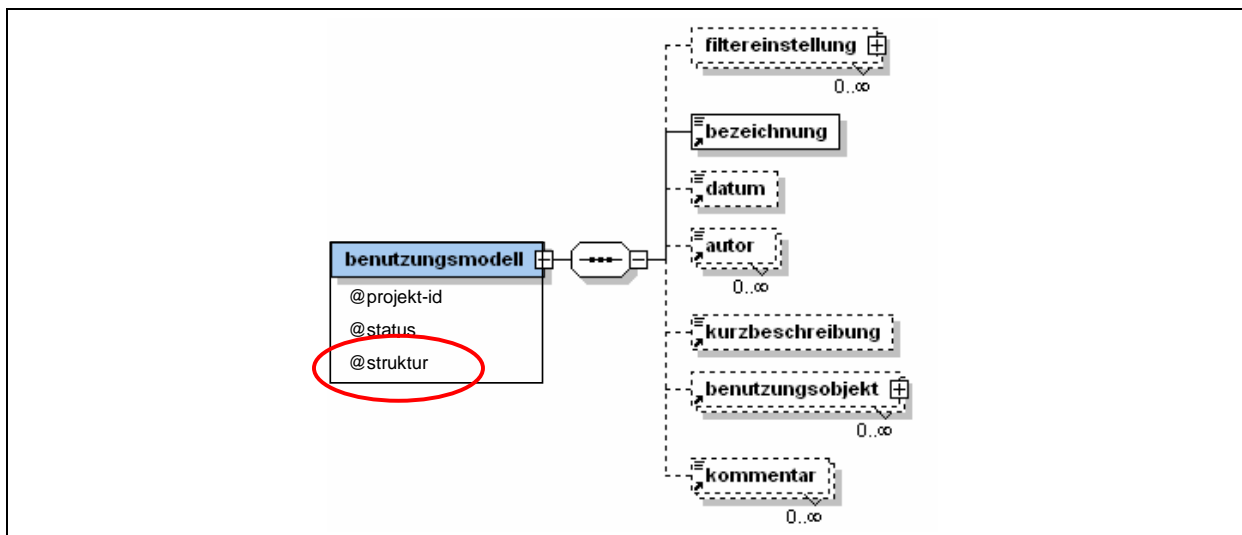


Abbildung 62 Erweiterung des Schemas des Benutzungsmodells durch die Personalisierung

Die jeweilige Ausprägung bestimmt, welche Struktur nach Vorlage der Attributierung des Aufgabenmodells der zukünftigen Benutzungsoberfläche zugrunde liegt und ob die Benutzungsobjekte verknüpft werden. Dies wäre bei der Ausprägung „Netz“ notwendig. Das führt dazu, dass durch die q-personaspezifischen Präferenzen zwei unterschiedliche

Benutzungsmodelle entstehen können, je nachdem, welche Q-Personas erhoben wurden. Diese Benutzungsmodelle unterscheiden sich ausschließlich durch die Ausprägung des Attributs „Struktur“. Dabei stellt das Benutzungsmodell mit einer hierarchischen Ausprägung des Attributs „Struktur“ einen Spezialfall des Benutzungsmodells mit einer netzartigen Ausprägung des Attributs „Struktur“ dar. Ein Netz beinhaltet mehrere Verknüpfungen zu einem Objekt, wogegen die Hierarchie nur eine Verknüpfung, die sich aus der hierarchischen Anordnung ableiten lässt, berücksichtigt. Daher kann ein als hierarchisch attributiertes Benutzungsmodell von einem netzartigen abgeleitet werden.

Einige Benutzungsobjekte und elementare Benutzungsobjekte erhalten auf Grundlage des Aufgabenmodells (vgl. Abbildung 61) ein weiteres Element „Verknüpfung“, welches als Ausprägungen die Verknüpfungen zu anderen Benutzungsobjekten bzw. zu elementaren Benutzungsobjekten beschreibt. Diese Verknüpfungen stellen eine eindeutige Beziehung zu einem weiteren Benutzungsobjekt bzw. einem elementarem Benutzungsobjekt her, indem die Bezeichnung der Objekte als Ausprägung der Verknüpfung verwendet wird. Die Veränderung am Schema des Benutzungsmodells und des beispielhaften elementaren Benutzungsobjektes „auslesen“ sind in Abbildung 63 und Abbildung 64 dargestellt.

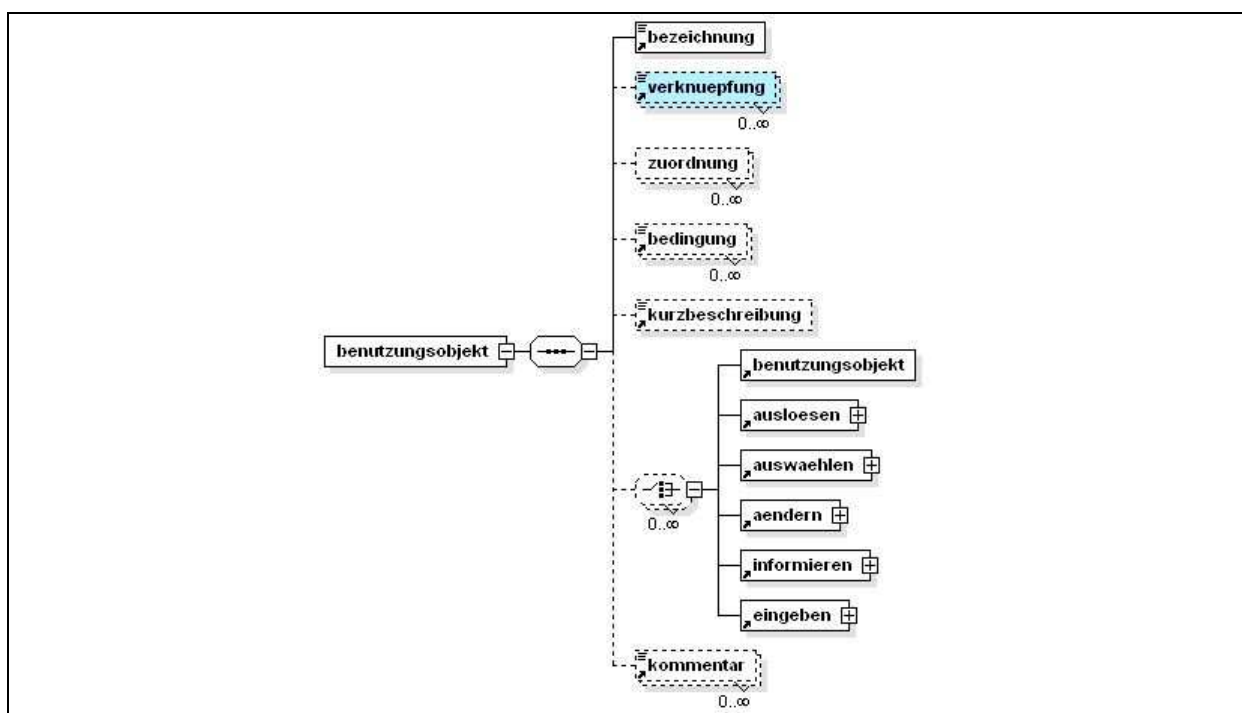


Abbildung 63 Erweiterung des Schemas des Benutzungsobjekts

Die Ausprägungen des Elements „Verknüpfung“ werden abhängig von der Ausprägung des Attributs „Struktur“ des Benutzungsmodells wirksam: Wenn das Attribut „Struktur“ des Benutzungsmodells die Ausprägung „Hierarchie“ enthält, dann werden die Verknüpfungselemente der BOs und eBOs deaktiviert. Wenn das Attribut „Struktur“ des Benutzungsmodells die Ausprägung „Netz“ enthält, dann werden die Verknüpfungselemente

der BOs und eBOs aktiviert. Jedes Benutzungsobjekt kann dabei mehrere Verknüpfungen insgesamt, aber nur eine zu einem spezifischen Benutzungsobjekt, enthalten. Die Verknüpfung der BOs und eBOs wird in der Gestaltungsphase in der betreffenden Struktur umgesetzt.

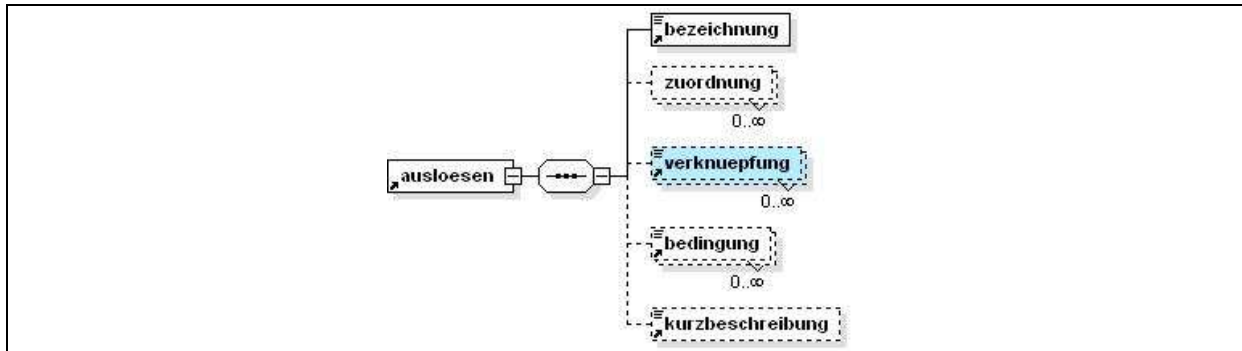


Abbildung 64 Erweiterung des Schemas des elementaren Benutzungsobjekts „ausloesen“

Im Benutzungsmodell sind bisher zur Berücksichtigung interpersoneller Unterschiede Nutzergruppen als Attribute integriert. Die Aufgabe und die Ausführung von Nutzergruppen wurden ausführlich in Kapitel 2.3.2.2 beschrieben. Die Unterscheidung von Nutzergruppen und den erhobenen Q-Personas, als Beispiel zur Umsetzung und Anwendung des Personalisierungskonzeptes für den Prozess der Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen, soll an dieser Stelle verdeutlicht werden. Die genannten Nutzergruppen wurden von [Muk04] definiert.

Die inhaltliche Unterscheidung liegt darin, dass Nutzergruppen sich ausschließlich auf die Erfassung der Aufgaben unterschiedlicher Nutzer beziehen. Q-Personas hingegen berücksichtigen keinerlei Aufgaben von Nutzern, die sie repräsentieren. Sie konzentrieren sich auf Nutzerpräferenzen hinsichtlich Gestaltung und Strukturierung von technischen Benutzungsoberflächen. Das bedeutet für die Strukturgestaltung, dass Nutzer einerseits einer bestimmten Nutzergruppe und andererseits einer bestimmten Q-Persona angehören (vgl. Tabelle 21).

Die Einordnung von Nutzern in Q-Personas als auch in Nutzergruppen ergänzt sich somit gegenseitig durch die unterschiedliche inhaltliche Fokussierung der Methoden. So zeichnet sich beispielsweise ein Nutzer durch die Zuordnung zu DONALD aus, weil er DONALDs Präferenzen hinsichtlich Strukturierung und Gestaltung teilt. Des Weiteren wird er aufgrund seiner Erfahrung, seiner Position und anhand seiner Aufgaben im Unternehmen beispielsweise in die Nutzergruppe „Experte“ eingestuft. So ergibt sich für ihn speziell die Nutzerbeschreibung 22, die sowohl seine persönlichen Präferenzen (vgl. Q-Personabeschreibung DONALD in Kapitel 4.3.3) hinsichtlich der Benutzungsoberflächen als auch seine Rolle und Aufgaben (vgl. Nutzergruppe Experte [Muk04]) mit der

Benutzungsoberfläche umfasst. Insgesamt ergeben sich in der Matrix 18 verschiedene Nutzerbeschreibungen, deren Aufgaben und/oder persönliche Präferenzen sich unterscheiden.

Tabelle 21 Nutzergruppen und Q-Personas

		Personas					
		ALICE	BERTRAM	CLAIRE	DONALD	EMIL	FRANZISKA
Nutzergruppen	Benutzer	Nutzerbeschreibung 1	Nutzerbeschreibung 2	Nutzerbeschreibung 3	Nutzerbeschreibung 4	Nutzerbeschreibung 5	Nutzerbeschreibung 6
	Service-techniker	Nutzerbeschreibung 7	Nutzerbeschreibung 8	Nutzerbeschreibung 9	Nutzerbeschreibung 10	Nutzerbeschreibung 11	Nutzerbeschreibung 12
	Experte	Nutzerbeschreibung 13	Nutzerbeschreibung 14	Nutzerbeschreibung 15	Nutzerbeschreibung 16	Nutzerbeschreibung 17	Nutzerbeschreibung 18

Diese Ergänzung der beiden Methoden führt zu einer zusätzlichen Erweiterung des Benutzungsmodells: Das Element „Zuordnung“ des Benutzungsmodells enthält bisher Nutzergruppe, Bedienort und Funktion [Reu03]. Da sich die Methoden Nutzergruppen und Q-Personas ergänzen, erfolgt hier eine Ergänzung um das Element „Q-Persona“ (vgl. Abbildung 65).

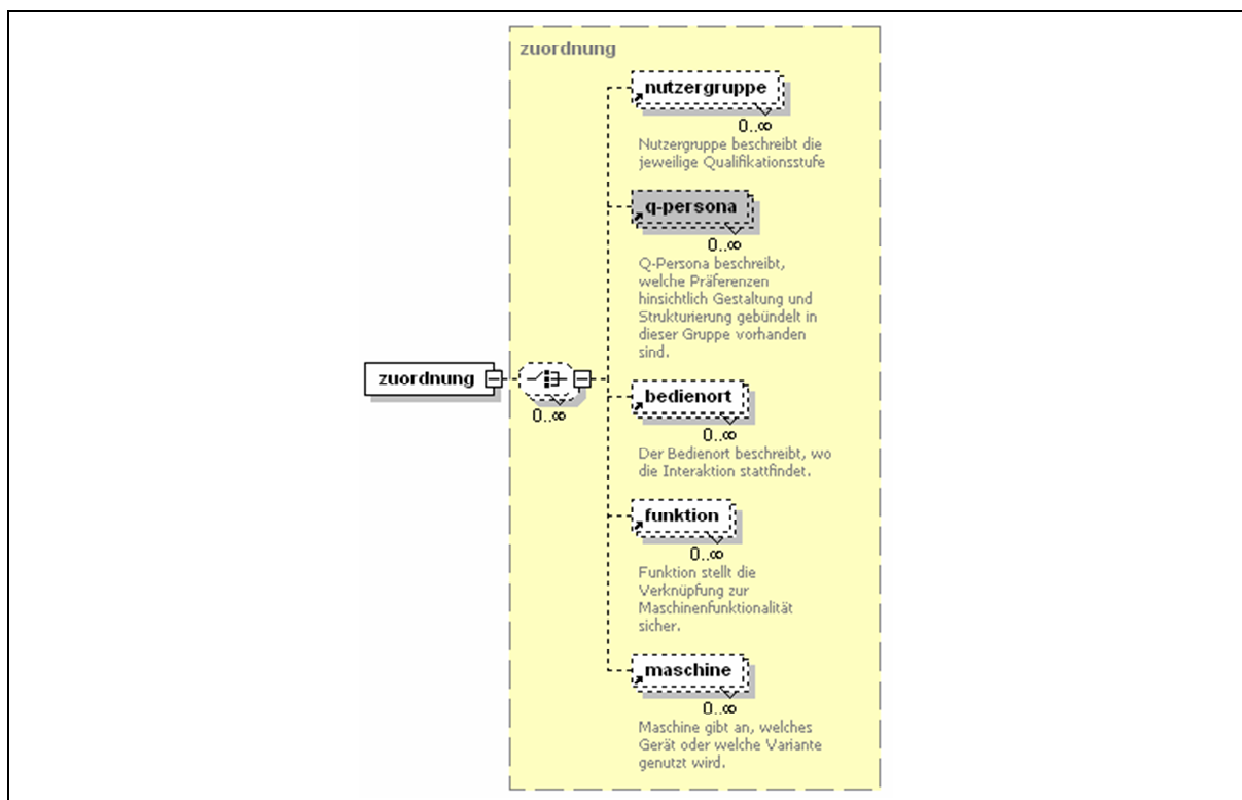


Abbildung 65 Erweiterung des Elementes „Zuordnung“ um „Q-Personas“ als Teil des Benutzungsmodells

Die Zuordnung des Elements „Q-Persona“ wirkt sich hauptsächlich in der Gestaltung aus, indem die Gestaltungspräferenzen dort berücksichtigt werden. Daher wäre eine Umsetzung der Q-Personas als Teil einer Wissensbasis, die dem Entwickler die entsprechende

Unterstützung bei der Gestaltung einzelner Systeme für spezifische Q-Personas bietet, denkbar. Die Strukturierungspräferenzen werden zusätzlich zu den Beschreibungen der Q-Personas gesondert als Attribut des Benutzungsmodells betrachtet. Das Attribut „Struktur“ wirkt sich direkt in der Strukturgestaltung auf die Darstellung und die weitere Aktivierung des Attributes „Verknüpfung“ aus. Durch die alleinige Bezeichnung der Q-Personas lassen sich diese Präferenzen nicht direkt ableiten und wären somit als Indikator der Strukturierungspräferenz nicht geeignet. Ferner existieren ebenso Q-Personas, die keine Strukturierungspräferenzen beinhalten (vgl. *EMIL*, Kapitel 4.3.3), was sich wiederum durch die Bezeichnung nicht erkennen lässt. Des Weiteren existieren für andere Branchen andere Q-Personas, was eine zusätzliche Schwierigkeit bei der alleinigen Nutzung der Bezeichnung zur Strukturierungserkennung mit sich bringen würde.

Die Erweiterungen des Benutzungsmodells und der Benutzungsobjekte wirken sich direkt auf die Bedienstruktur aus: Grundsätzlich entsteht jeweils eine andere Bedienstruktur, abhängig von der Unterschiedlichkeit der Strukturierungspräferenz der Q-Personas. Es bestehen maximal zwei unterschiedliche Ausprägungen in der Strukturierungspräferenz: „Netz“ oder „Hierarchie“.

## 6.4 Gestaltung

Die Gestaltungsphase unterteilt sich in Grob- und Feingestaltung. Bei der Grobgestaltung werden das allgemeine Layout, die Interaktionsart und die Navigation, die die Bedienstruktur aus der Strukturgestaltungsphase abbildet, festgelegt. Die Feingestaltung determiniert die spezifische Bildschirmaufteilung, die Farbwahl und die weitere Gestaltung für die Benutzungsoberfläche im Allgemeinen. Ferner werden zu verwendende Icons festgelegt und gestaltet.

Ausgehend von den Bedienstrukturen werden die spezifischen Präferenzen der einzelnen Q-Personas umgesetzt, wie sie in Kapitel 4.3.3 beschrieben wurden. Unterschiedliche Bedienstrukturen wirken sich in dieser Phase durch Strukturierungspräferenzen aus, indem entweder „Netz“ oder „Hierarchie“ umgesetzt werden. Sie haben Einfluss auf die Navigation der Benutzungsoberfläche und die direkte Verknüpfung einzelner Aufgaben durch beispielsweise Links oder Icons. Des Weiteren werden in dieser Phase die unterschiedlichen Gestaltungspräferenzen der in Kapitel 4.3.3 beschriebenen Q-Personas umgesetzt. Dies beinhaltet die Umsetzung der Präferenzen hinsichtlich Farb- und Formgestaltung, Sättigungsgrad und der bevorzugten Anzeigenart.

Für die Q-Personas entstehen ebenso viele unterschiedliche Benutzungsoberflächen, wie Q-Personas sich in diesen Gestaltungskriterien unterscheiden: Es resultieren maximal vier, weil vier Q-Personas (vgl. Kapitel 4.3.3) unterschiedliche Gestaltungspräferenzen für Benutzungsoberflächen in der Produktionsumgebung aufweisen. Somit ergeben sich

insgesamt, zusammen mit den unterschiedlichen Strukturierungspräferenzen, maximal vier verschiedene Benutzungsoberflächen (vgl. Abbildung 66): zwei unterschiedliche Strukturierungspräferenzen („Netz“ oder „Hierarchie“) und, darauf aufbauend, jeweils zwei unterschiedliche Q-Personas hinsichtlich der Gestaltungspräferenzen.

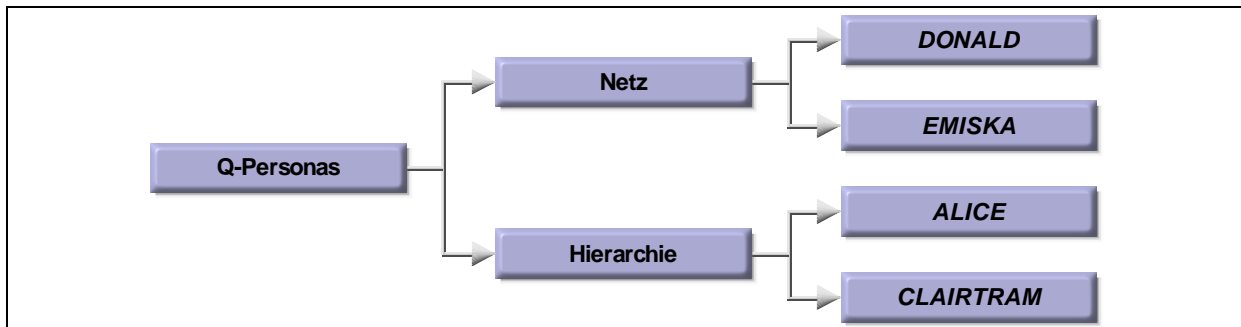


Abbildung 66 Maximal resultierende Benutzungsoberflächenanzahl durch Personalisierung

Für die beiden Q-Personas, die in den Bereichen Strukturierung und/oder Gestaltung keine Präferenzen aufweisen und kein weiteres Alleinstellungsmerkmal innerhalb der Präferenzen besitzen (vgl. Kapitel 4.3.3), werden andere Benutzungsoberflächen zur Verfügung gestellt:

- Q-Persona *BERTRAM* hat keine Gestaltungspräferenzen und ihm wird demzufolge die personalisierte Benutzungsoberfläche von Q-Persona *CLAIRE* zur Verfügung gestellt, da bei Q-Persona *CLAIRE* dieselbe Strukturierungspräferenz vorliegt und die Bewertungen der personalisierten Systeme in den Usability-Tests bei beiden Q-Personas gut ausfiel.
- Q-Persona *EMIL* weist weder Strukturierungs- noch Gestaltungspräferenzen auf. Im Usability-Test wurden die nicht vorhandenen Präferenzen nachgewiesen. Er erhält entgegen der getesteten personalisierten Benutzungsoberfläche von *FRANZISKA* die Benutzungsoberfläche von Q-Persona *DONALD*, weil bei diesen beiden hinsichtlich der Nutzereigenschaften eine größere Übereinstimmung vorliegt.

## 6.5 Realisierung

Ausgehend von den in der Gestaltung entwickelten Oberflächen ergibt sich in der Realisierungsphase die entsprechende Anzahl an personalisierten Benutzungsoberflächen, was zur gleichen Zeit die Änderung der Eingangsdaten für diese Phase darstellt. Diese bauen dabei auf einer nutzerorientierten, technischen Benutzungsoberfläche auf (vgl. Abbildung 67) und unterscheiden sich in den jeweiligen Ausprägungen der zugrunde liegenden Q-Persona. Für die Produktionsumgebung müssen maximal vier verschiedene Benutzungsoberflächen entwickelt werden, wenn alle Q-Personas befragten Nutzern zugeordnet werden können. Es müssen maximal zwei unterschiedliche Strukturen umgesetzt werden und, darauf aufbauend, maximal zwei unterschiedliche Gestaltungsarten.

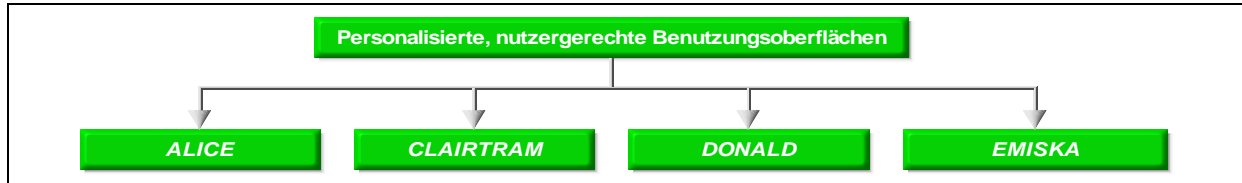


Abbildung 67 Entstehende Benutzungsoberflächen

## 6.6 Evaluierung im Prozess

Evaluierung ist die iterative Überprüfung der jeweiligen Ergebnisse der einzelnen Entwicklungsphasen technischer Benutzungsoberflächen durch weitere zu befragende Nutzer. Sowohl Zwischenschritte als auch Endergebnisse der Phasen werden überprüft. Die ersten Ergebnisse der Analysephase resultieren aus den ersten Befragungen; diese werden durch die weiteren Befragungen validiert und ggf. angepasst. In der Strukturgestaltung werden Strukturprototypen mit geeigneten Nutzern evaluiert. In der Gestaltungsphase können erste Aufgabenabläufe mit Nutzern getestet werden. In der Realisierung werden iterativ Nutzer eingebunden, um die bisherigen Realisierungsergebnisse zu verifizieren.

Die Evaluierung stellt eine Erweiterung der Analysephase dar [Böd07], indem sie im Entwicklungsprozess ständig darauf achtet, dass die erhobenen Analyseergebnisse sinngemäß berücksichtigt werden und bei Bedarf konkretisiert oder verändert werden. In den weiteren Phasen erfolgt durch die Evaluierung eine permanente Überprüfung der erbrachten Ergebnisse anhand von Nutzern. Es erfolgt ein steter Abgleich der erzielten Ergebnisse mit den Bedürfnissen der Nutzer. Demzufolge ist durch die Erweiterung der Analysephase außerdem eine Erweiterung der Evaluierung erfolgt. Für die Durchführung dieser Phase sind keine gesonderten Eingangsdaten notwendig, da in dieser Phase, wie zuvor beschrieben, lediglich bisherige Ergebnisse validiert werden.

Durch die einmalige Erhebung der Q-Persona mit ihren jeweiligen Präferenzen und die Umsetzung der personalisierten Benutzungsoberflächen anhand ihrer Vorgaben ist keine Evaluierung der q-persona-immanenten Daten möglich. Die Strukturierungs- und Gestaltungspräferenzen werden nicht angepasst. Im vorherigen Kapitel wurde im zweiten Usability-Test des Weiteren gezeigt, dass eine Übertragung der erhobenen Q-Personas auf inhaltlich unterschiedliche Lernsysteme in der Produktionsumgebung erfolgreich war.

## 6.7 Bewertung der Integration des Personalisierungskonzeptes in den Ueware-Entwicklungsprozess

Die Erweiterungen und Anpassungen erfolgen phasenweise. Grundlegend sind die Änderungen in der Analysephase, da hierdurch die Basis zur Erhebung der Q-Personas unter den befragten Nutzern geschaffen wird. Wie im vorherigen Kapitel gezeigt, erfolgen hier die umfangreichsten Änderungen. Die Änderungen der übrigen Phasen bauen zum

einen auf denen der Analysephase auf; zum anderen entstehen durch die jeweiligen Besonderheiten der einzelnen Phasen neue Erweiterungen und Anpassungen. Für die Analysephase lässt sich zusammenfassen, dass hier die wichtigsten Änderungen für die Integration der Personalisierung in den Ueware-Entwicklungsprozess vollzogen werden.

Die Integration der Personalisierung ist in den einzelnen Phasen erfolgreich gewesen und erlaubt nun eine standardisierte Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen für die Investitionsgüterindustrie. Die Berücksichtigung der spezifischen Änderungen und die Anwendung der beschriebenen Voraussetzungen in den einzelnen Phasen zur Entwicklung personalisierter Benutzungsoberflächen muss nun in die Praxis integriert werden. Erst eine häufige Anwendung in unterschiedlichen Bereichen und Nutzerbefragungen nach der ersten Eingewöhnphase mit den neuen personalisierten Benutzungsoberflächen können die dauerhaft vorteilhafte Nutzung und somit auch die Entwicklung personalisierter Benutzungsoberflächen bestätigen.

Durch die Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen werden spezifische Präferenzen einzelner Nutzer in neue Benutzungsoberflächen integriert. Die Benutzungsoberfläche wird für diese Nutzer verbessert. Dies führt aber gleichzeitig zu einer Verschlechterung der Benutzungsoberfläche für andere Nutzer, deren Präferenzen nicht berücksichtigt werden. Zudem könnten für diese Nutzer möglicherweise auch konträre Eigenschaften der Benutzungsoberfläche umgesetzt werden [Nor05]. Durch die Berücksichtigung von Q-Personas bei der Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen werden jedoch verschiedene Präferenzen unterschiedlicher Nutzer durch unterschiedliche Q-Personas umgesetzt. Es ist möglich, allen Nutzern einer Benutzungsoberfläche ihre präferierte Benutzungsoberfläche zur Verfügung zu stellen und durch die Personalisierung Vorteile für alle Nutzer zu erzielen.

Aus der Erweiterung der Modelle lassen sich durch einmalige Anwendung eines einzelnen Prozesses mehrere personalisierte technische Benutzungsoberflächen generieren. Auf diesem Weg entstehen durch die einzelnen Phasen personalisierte Benutzungsoberflächen. Die Erweiterung der einzelnen Phasen ermöglicht die standardisierte Entwicklung personalisierter technischer Systeme durch spezifische, aber im Grunde genommen geringfügige Erweiterungen und Anpassungen. Der zusätzliche Aufwand zur Entwicklung von personalisierten technischen Benutzungsoberflächen im Gegensatz zu einer aufgabenorientierten Benutzungsoberfläche, die aus den Modellerweiterungen generiert werden können, ist daher vergleichsweise gering. Es können viele Synergien zur Entwicklung der personalisierten technischen Benutzungsoberflächen genutzt werden, während früher eine allgemeine Benutzungsoberfläche hätte entwickelt werden sollen.



## 7 Bewertung und Ausblick

### 7.1 Bewertung

Zur Erhöhung der Nutzerorientierung und Steigerung der Effizienz der Nutzung und der Usability dient die Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen aufgrund von q-personaspezifischen strukturellen und gestalterischen Präferenzen. Ein weiterer Schritt zur effizienten Erstellung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen liefert die Integration der Personalisierung in den Ueware-Entwicklungsprozess. Demzufolge entsteht eine durchgängige und standardisierte Vorgehensweise zur Entwicklung von personalisierten technischen Benutzungsoberflächen, die Entwicklern eine Grundlage zur Gestaltung personalisierter Benutzungsoberflächen für die Produktionstechnik liefert.

Das im Rahmen dieser Arbeit beschriebene Personalisierungskonzept besteht aus einer theoretischen Basis, die sich aus bestehenden Nutzerpräferenzen und -eigenschaften ableitet. Diese Präferenzen und Eigenschaften berücksichtigen die für die Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen relevanten Merkmale. Aufgrund dieser Basis ist eine Anpassung an unterschiedliche Branchen und Bereiche möglich, die im Allgemeinen eine Schnittmenge der theoretischen Grundlagen darstellen. Exemplarisch wurde dies anhand der Produktionsumgebung gezeigt. Q-Personas, als Verkörperung der unterschiedlichen nutzerspezifischen Merkmale der Produktionsumgebung, wurden durch Nutzerbefragungen und eine anschließende Ergebnisanalyse entwickelt. Die Problematik hierbei zeigt sich in der Ergebnisanalyse zur Bestimmung der Q-Personas: Eine treffsichere Auswahl aller q-personaspezifischen Merkmale, die für den Bereich der Produktionsumgebung charakteristisch sind, resultiert nicht ausschließlich aufgrund der Befragungen. Vielmehr müssen weitere Merkmale, die für die Benutzungsoberflächengestaltung unerlässlich sind, integriert werden, auch wenn sich für diese keine signifikanten Ergebnisse durch die Nutzerbefragungen ergeben. Daher sind weiterhin Usability-Experten notwendig, um diese Merkmale zur Generierung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen zu identifizieren.

Die Ergebnisse der anschließenden Usability-Tests zeigen die erhöhte Effizienz der Nutzung und die Steigerung der Usability personalisierter technischer Systeme: Mit diesen wird eine vergleichsweise geringere Fehlerquote erzielt und die Aufgaben können schneller bearbeitet werden. Dies resultiert neben Gestaltungsunterschieden vor allem aus der unterschiedlichen Strukturierung, wie der Vergleich zwischen dem ersten und zweiten Usability-Test belegt. In einigen Fällen wird durch die Berücksichtigung nutzerspezifischer Gestaltungspräferenzen

höhere Zufriedenheit und Gefallen an der Interaktion der personalisierten Benutzungsoberfläche erreicht, was sich durch eine höhere Attraktivität der Systeme in der Gegenüberstellung beider Usability-Tests bei Veränderung der Gestaltung zeigt.

Die Usability-Tests wurden anhand von Hilfesystemen, unter Verwendung von Lernsystemen für die Testpersonen, durchgeführt. Benutzungsoberflächen sind im Allgemeinen komplexer aufgebaut, schwieriger zu handhaben und zu verstehen. Daher wurden für diese initialen Präferenzuntersuchungen Lernsysteme ausgewählt, um die Existenz der Präferenzen und die Auswirkungen der Personalisierung zu überprüfen. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf technische Benutzungsoberflächen im eigentlichen Sinn muss überprüft werden. Die verwendeten Merkmale zur Erhebung der strukturellen und gestalterischen Präferenzen von Nutzern sind ebenso bei klassischen Benutzungsoberflächen vorhanden. Jedoch sind bei klassischen Benutzungsoberflächen die Ziele der Verwendung und der Umgang mit der Benutzungsoberfläche im Gegensatz zu einem Lernsystem unterschiedlich. Die Usability-Tests in diesen Bereichen sollten daher mit erfahrenen Nutzern der jeweiligen Benutzungsoberflächen getestet werden, die die personalisierten und neutralen Oberflächen vergleichen. Nur so kann sichergestellt werden, dass die Ziele und der Umgang zwischen neutralen und personalisierten Systemen dieselben sind und allein die Unterschiedlichkeit in Gestaltung und Strukturierung bewertet wird.

Zur Abrundung des vorgestellten Personalisierungskonzeptes muss eine Überprüfung der Änderung der Wünsche bei längerer und häufiger Nutzung des personalisierten Systems stattfinden. Probanden müssen zu der Nutzung, dem Umgang und ihrer Zufriedenheit mit ihren jeweiligen personalisierten Systemen befragt werden, nachdem sie die personalisierten Systeme über einen längeren Zeitraum regelmäßig genutzt haben. Nur so kann das Personalisierungskonzept erfolgreich werden, wenn sich eingestellte Gewohnheiten bei der Nutzung und deren Usability überprüft werden. Dies betrifft vor allem die Strukturierung des personalisierten Systems.

Ferner sollten die unterschiedlichen Personalisierungsarten (vgl. Kapitel 2.4.1) miteinander verglichen werden. Für dieses Personalisierungskonzept wurde eine starre Personalisierung gewählt. Dieses sollte mit den beiden anderen veränderlichen Systemarten (adaptiv und adaptierbar) in der Nutzung technischer Benutzungsoberflächen verglichen werden [Fin04], um die genauen Vorteile der einzelnen Personalisierungsarten zu evaluieren und dem Nutzer eine bestmögliche Usability durch Personalisierung oder auch eine Kombination unterschiedlicher Personalisierungsarten anzubieten.

Die Integration der Personalisierung in den Ueware-Entwicklungsprozess stellt eine durchgängige und standardisierte Vorgehensweise zur Erstellung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen sicher. Für die einzelnen Phasen erfolgten Anpassungen und Erweiterungen um persönliche, nutzerspezifische Präferenzen. Vor allem die Anpassungen der Analysephase bereiten die Grundlage zur Entwicklung personalisierter

Benutzungsoberflächen: Es wurden notwendige Personalisierungsdaten integriert, um deren Ausprägungen in der Analyse zu erheben und als Ergebnis branchenspezifische Q-Personas zu liefern. Es erfolgt eine effiziente Entwicklung personalisierter Benutzungsoberflächen: Sie resultiert aus der Integration der Personalisierung in den Ueware-Entwicklungsprozess, der durch diese Anpassungen überhaupt erst zu personalisierten Benutzungsoberflächen im Gegensatz zu einer nutzerorientierten führt. Entwickler werden dazu in allen spezifischen Prozessphasen durch unterschiedlichste Hilfsmittel zur Erstellung dieser personalisierten Benutzungsoberflächen unterstützt. Die Effizienz ergibt sich aus den Synergien der Erweiterung des Entwicklungsprozesses: Die Anpassungen und Veränderungen der einzelnen Phasen zur Erstellung personalisierter Benutzungsoberflächen sind im Vergleich zum Aufwand des gesamten Entwicklungsprozesses sehr gering. Eine Mehrfachanwendung des ursprünglichen Ueware-Entwicklungsprozesses nach [Böd07] würde bei einer Teilung der Nutzer in präferenzorientierte Gruppen zu personalisierten technischen Benutzungsoberflächen für die jeweiligen Gruppen führen. Jedoch resultieren aus der einmaligen Anwendung des angepassten Ueware-Entwicklungsprozesses direkt mehrere personalisierte technische Benutzungsoberflächen.

## 7.2 Ausblick

Für die Produktionsumgebung können maximal vier unterschiedliche Benutzungsoberflächen entstehen (vgl. Kapitel 6.4). Der Umfang der Diversifikation zwischen den Benutzungsoberflächen, abgesehen von den Strukturierungspräferenzen, ist gering; die Änderungen zwischen den Systemen erfordern nur marginalen Entwicklungsaufwand. Des Weiteren bleibt die Gestaltung mit den spezifischen Merkmalen konstant. Nur der Inhalt passt sich an. So ist ein Style Guide für q-personaspezifischen Benutzungsoberflächen ein erster Schritt zur Umsetzung einer automatisierten Entwicklung personalisierter technischer Benutzungsoberflächen. Der Personalisierungsaufwand könnte durch eine automatisierte Generierung q-personaspezifischen Benutzungsoberflächen weiter reduziert werden. Personalisierte Benutzungsoberflächen auf der Grundlage eines neutralen Systems könnten Nutzern auf einfache Weise verfügbar gemacht werden. Die Grundlage hierfür bietet die in Kapitel 6.2 erläuterte Erweiterung des Analysetools useDATA, welche die q-personaspezifischen Daten sammelt und speichert. Die Daten, welche Q-Persona jeweils existiert, sind demzufolge während des Entwicklungsprozesses schon erhoben worden. Eine weitere Voraussetzung zur automatisierten Generierung ist die zentrale Speicherung der q-personaspezifischen Präferenzen in einer Wissensbasis, die Teil der Entwicklung einer Werkzeugkette für den Benutzungsoberflächengestaltungsprozess ist [Thi06b]. Zusammen mit den Analysedaten über die vorhandenen Q-Personas erfolgen in der Gestaltungsphase demgemäß Empfehlungen zur Entwicklung q-personaspezifischer Benutzungsoberflächen.

Aufgrund der Komplexität und der zunehmenden Informationsdichte und -vielfalt wird in Zukunft eine alleinige Personalisierung von technischen Benutzungsoberflächen nicht mehr ausreichen, um Nutzern übersichtlich gewünschte Informationen zur Verfügung zu stellen. Arbeitsaufgaben und die darauf ausgerichtete Interaktion von Nutzern mit Benutzungsoberflächen sind ebenfalls vom Umfeld und von äußeren Bedingungen geprägt. Die Mensch-Maschine-Interaktion wird von drei unterschiedlichen Bereichen beeinflusst: Vom Kontext, vom Interaktionsort und von der Persönlichkeit des Nutzers [Thi06a]:

- Der Kontext besteht aus Umweltfaktoren wie Wetter, Klima, Uhrzeit, Arbeitsschicht,
- Interaktionsort ist nicht unbedingt als ein physikalischer Raum zu verstehen, sondern beispielsweise eine Produktionsstrasse, ein Maschinenpark oder nur eine einzelne Maschine,
- Persönlichkeit umfasst insbesondere persönliche Eigenschaften, Präferenzen, die in erster Linie nichts mit der beruflichen Tätigkeit zu tun haben.

Zur optimalen Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen müssen alle drei Bereiche berücksichtigt und eine Anpassung an alle drei muss ermöglicht werden. Dies ist nur mit der Generierung einer Benutzungsoberfläche zur Laufzeit möglich und unter keinen Umständen mit statischen Benutzungsoberflächen umsetzbar. Die Berücksichtigung der Persönlichkeit von Nutzern wurde durch das vorgestellte Personalisierungskonzept umgesetzt. Durch die beiden zusätzlichen Aspekte Kontext und Interaktionsort verändert sich der Nutzungskontext mit der Zeit in relativ kurzen Abständen. Das statische Personalisierungskonzept kann in die Echtzeit-Generierung von Benutzungsoberflächen integriert werden. Weiterhin muss eine Berücksichtigung der vorhandenen Hardware zur Umsetzung der Benutzungsoberfläche durch den Interaktionsort und die Umgebungsbedingungen, die durch den Kontext definiert werden, stattfinden.

Zukünftige Forschungen und Entwicklungen, vor allem in den Bereichen Sprachein- und -ausgabe und die Integration neuer Medien, könnten zusätzlich weitere Implikationen für die Personalisierung technischer Benutzungsoberflächen geben. Weiterhin könnte die Integration zusätzlicher persönlicher Daten wie etwa körperliche Merkmale zur personalisierten Darstellung der Benutzungsoberfläche zur Steigerung des Personalisierungsgrades und zur Erhöhung der Nutzerorientierung führen. Dazu müssen aber zusätzliche Nutzertests durchgeführt werden, um diese Steigerung des Personalisierungsgrads in das erläuterte Personalisierungskonzept zu integrieren. Diese Nutzereigenschaften ergänzen im Gegensatz zu den bisherigen Nutzereigenschaften die Anforderungen an die Benutzungsoberflächengestaltung.

## 8 Zusammenfassung

Zur Entwicklung von technischen Benutzungsoberflächen in der Investitionsgüterindustrie ist ein systematischer und durchgängiger Prozess essentiell, der in den einzelnen Prozessphasen besonders eine Nutzerorientierung unterstützt. Dieser Prozess bereitet bisher die Grundlage, um generell nutzerorientierte Benutzungsoberflächen zu entwickeln. Aus diesem Prozess resultiert eine Benutzungsoberfläche, welche spezielle Aufgaben unterschiedlicher Nutzer berücksichtigt. Es entsteht eine Benutzungsoberfläche für viele Nutzer. Die Unterschiedlichkeit der Nutzer findet keine explizite Umsetzung durch persönliche Präferenzen. Durch die steigende Informationsflut werden Nutzer aber in Zukunft überfordert werden. Daher kann bei Berücksichtigung dieser Präferenzen eine höhere Nutzerorientierung, eine Steigerung der Usability und eine Erhöhung der Bedieneffizienz von Nutzern erzielt werden.

Zur Erreichung dieser Ziele ist eine umfassende Darstellung dieser Präferenzen notwendig. Sie unterteilen sich einerseits in Nutzereigenschaften, die zur Charakterisierung der Nutzer und Vereinfachung der nutzerspezifischen Datenerfassung dienen. Andererseits werden Präferenzen bezüglich der Entwicklung technischer Benutzungsoberflächen erhoben, um personalisierte Benutzungsoberflächen zu generieren. Diese allgemeine Darstellung muss in einzelnen Branchen konkretisiert werden. Diese Konkretisierung wird meist durch eine Untermenge der allgemeinen Darstellung umgesetzt. Für die Produktionsumgebung zeigt sich zum einen, dass sehr unterschiedliche Präferenzen hinsichtlich der Gestaltungsmerkmale existieren. Daher bestehen in dieser Branche nur vereinzelt Zusammenhänge zwischen Gestaltungsmerkmalen und weiteren Nutzereigenschaften. Zum anderen korrelieren die strukturellen Nutzerpräferenzen mit vielen verschiedenen Nutzereigenschaften. Auf Basis dieser Personalisierungsmerkmale entstehen Q-Personas nach [Coo99] für die Produktionsumgebung, die in sich homogene, aber untereinander heterogene Personalisierungsmerkmalsausprägungen aufweisen. Nutzer in der Produktionsumgebung können aufgrund der Beschreibungen der Q-Personas diesen zugeordnet werden. Eine Eigenschafts- und Präferenzmatrix dient dabei als Hilfsmittel zum Vergleich der Nutzercharakterisierung mit signifikanten Q-Personamerkmale. Die Q-Personabeschreibungen bilden die Grundlage zur Entwicklung personalisierte Systeme.

Diese Systeme dienen zum einen der Überprüfung der Auswirkungen der Personalisierung technischer Systeme auf die Benutzung. Zum anderen werden sie zur Überprüfung der Übertragbarkeit der entwickelten Q-Personas auf andere produktionstechnische Systeme als diejenigen, anhand derer die Q-Personas entwickelt wurden, verwendet. Die erste

Untersuchung hierzu zeigt die Möglichkeit einer einfachen und schnellen Zuordnung von Nutzern zu Q-Personas. Die Ergebnisse beider Untersuchungen bestätigen deutliche Vorteile von personalisierten Systemen gegenüber neutralen, die hauptsächlich durch die Strukturierung erreicht werden. Diese zeigen sich in einer schnellen Aufgabebearbeitung, weniger Fehlern, einer gesteigerten Zufriedenheit und einem erhöhten Wohlbefinden von Nutzern im Umgang mit ihrem personalisierten System. Die Gestaltung wirkt sich vergleichsweise gering auf die Bewertung aus. Die zweite Untersuchung berücksichtigt andere Systeminhalte. Dadurch zeigt sich die Übertragbarkeit der Personalisierung, indem eine problemlose Kompatibilität der entwickelten Q-Personas für dieses System möglich ist.

Zur systematischen und effizienten Entwicklung von personalisierten technischen Benutzungsoberflächen ist eine Verbindung der Personalisierung mit dem Ueware-Entwicklungsprozess unumgänglich. Alle Prozessphasen erfahren unterschiedliche Anpassungen, Erweiterungen und Änderungen. In der Analysephase ist eine Erweiterung des Anforderungskatalogs zur Erfassung der auftretenden Q-Personas notwendig. Die Auswertung in der Analysephase umfasst zusätzlich die Überprüfung, welche Q-Personas sich unter den Nutzern befinden. Als Ergebnis entstehen q-personabasierte Aufgabenmodelle. Die Strukturgestaltungsphase erfordert eine Erweiterung hinsichtlich der Attributierung der strukturierten Handlungen, Tätigkeiten und Operationen. Die generell gewünschte Strukturierungsart wird definiert. Verknüpfungen zwischen den einzelnen Objekten werden anhand der Aufgabenmodelle der Analysephase festgelegt. In der Gestaltungsphase werden aufgrund der in der Analysephase erhobenen Q-Personas unterschiedlich personalisierte Benutzungsoberflächen entwickelt, die die in der Strukturgestaltungsphase entwickelte Struktur und ihre neue Attributierung umsetzen. Durch diese marginalen Erweiterung und Änderungen am Ueware-Entwicklungsprozess entstehen auf effiziente Weise statt einer ursprünglichen nutzerorientierten Benutzungsoberfläche mehrere personalisierte Benutzungsoberflächen.

## 9 Literaturverzeichnis

- [Bac06] Backhaus, K.: Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung. Berlin: Springer, 2006.
- [Bal88] Balzert, H.; Ackermann, D.: Einführung in die Software-Ergonomie. Berlin [u.a.]: de Gruyter, 1988.
- [Bay02] Bay, S.; Ziefle, M.: How Instructions Influence Novice Users' Interaction with Mobile Phones, in: Khalid, H.M.; Helander, M.G.; Yeo, A.W.: Work on Computing Systems 2004. Kuala Lumpur: Damai Science, 2002, S. 388-393.
- [Bei04] Beier, G.: Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik. Berlin: dissertation.de, 2004.
- [Blo00] Blom, J.: Personalization; CHI 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA: ACM Press, 2000, S. 313-314.
- [Blo02a] Blom, J.: Psychological aspects of personalised user interfaces; Dissertation; University of York, England, 2002.
- [Boc06] Bock, C.; Görlich, D.; Zuehlke, D.: Using Domain-Specific Languages in the Design of HMLs; UML/ModelS 2006, Genua, Italien, October 1-6, 2006.
- [Bod90] Bodendorf, F.: Computer in der fachlichen und universitären Ausbildung. München: Oldenbourg Industrieverlag, 1990.
- [Boe81] Boehm, B. W.: Software Engineering Economics. London: Prentice-Hall International, 1981.
- [Bom04] Bomsdorf, B.; Szwillus, G.: Rollen- und aufgabenbasierte Webmodellierung; Mensch & Computer 2004: Allgegenwärtige Interaktion, Oldenbourg Verlag, München, 2004, S. 115-126.
- [Bor93] Borkeuau, P.; Ostendorf, F.: NEO-Fünf-Faktoren Inventar. Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie, 1993.
- [Bor02] Bortz, J.; Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin [u.a.]: Springer, 2002.
- [Böd07] Bödcher, Alexander: Methodische Nutzungskontext-Analyse als Grundlage eines strukturierten USEWARE-Engineering-Prozesses; Dissertation, Fortschritt-Berichte pak 14, Technische Universität Kaiserslautern; 2007.

- [But03] Butter, C.: Personalisierung eines Wartungs-Management-Systems; Diplomarbeit, Universität Koblenz; 2003.
- [Car83] Card, S. K.; Moran, T. P.; Newell, A.: The psychology of human-computer interaction. Hillsdale, N.J. u.a: Erlbaum, 1983.
- [Ceg06] Cegarra, J.; Hoc, J.-M.: Cognitives Styles as an explanation of experts? Individual differences: A case study in computer-assisted troubleshooting diagnosis. International journal of human-computer studies, 64/2006, S. 123-136.
- [Cha94] Charwat, H.J.: Lexikon der Mensch-Maschine-Kommunikation. München: Oldenbourg, 1994.
- [Che96] Chen, C.; Rada R.: Interacting with Hypertext: A Meta-Analysis of Experimental Studies. Human-Computer Interaction. 11 (2), 1996, S. 125-156.
- [Coo03] Cooper, A.; Reimann, R.: About face 2.0. Indianapolis, Ind: Wiley, 2003.
- [Coo99] Cooper, A.: The inmates are running the asylum. Indianapolis, Ind: SAMS, 2003.
- [Cou05] Courage, C.; Baxter, K.: Understanding your users. Amsterdam [u.a.]: Morgan Kaufmann, 2005.
- [Cur98] Curl, S.S.; Olfman, L.; Satzinger, J.W.: An Investigation of the Roles of individual differences and user interfaces on database usability. Database, Winter, 29(1), 1998, S. 50-65.
- [Dah96] Dahlbäck, N.; Höök, K.; Sjölander, M.: Spatial Cognition in the mind and in the world; Eighteenth annual Meeting of the Cognitive Science Society; 12.-15. July, San Diego, USA, 1996.
- [Dil96] Dillon, A. & Watson, C.: User analysis in HCI. The historical lesson from individual differences research. International Journal of Human-Computer studies, 45/1996, (6), S. 619-637.
- [Dut94] Dutke, S.: Mentale Modelle. Konstrukte des Wissens und Verstehens. Göttingen [u.a.]: Verl. für Angewandte Psychologie, 1994.
- [Ehr07] Ehrmann, M.: Beitrag zur Effizienzsteigerung bei der Programmierung flexibler, roboterbasierter Montagezellen; Dissertation, Fortschritt-Berichte pak 15, Technische Universität Kaiserslautern; 2007.
- [Fin04] Findlater, L; McGrenere, J.: A comparison of static, adaptive and adaptable menus; CHI 2004, Wien, Österreich, 24.-29. April, 2004.
- [Fin98] Fink, J.; Kobsa, A.; Nill, A.: Adaptable and Adaptive Information Provision for all Users, Including Disabled and Elderly People. The Review of Hypermedia and Multimedia. Band 4, 1998, S. 163-188.



- [Fli95] Flick, U.: Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag, 1995.
- [For02] Ford, N.; Wilson, T. D.; Foster, A.; Ellis, D.: Information Seeking and Mediated Searching. Part 4. Cognitive Styles in Information Seeking. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 53/2002, (9), S. 728-735.
- [For85] Ford, N.: Styles and strategies for processing information. Implications for professional education. Education for Information, 3(2), 1985, S. 115-132.
- [Gör07] Görlich, D.; Breiner, K.: Useware modelling for ambient intelligent production environments. Workshop: Model-Driven Development of Advanced User Interfaces, MoDELS 2007, Nashville, 2007
- [Hac00] Hacker, W.: Cognitive modelling of design problem solving; Proceedings of the 14th triennial congress of the International Ergonomics Association and the 44th annual meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, 30. July – 04. August, San Diego, California, USA, 2000.
- [Has03] Hassenzahl, M., Burmester, M., Koller, F.: AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität; Mensch & Computer 2003. Interaktion in Bewegung, B.G. Teubner, Stuttgart, 2003. S. 187-196.
- [Has03a] Hassenzahl, M.: The thing and I: Understanding the relationship between user and product, in: Blythe, M.; Monk, A.F.; Overbeeke, K.; Wright, P.C.: Funology: From usability to enjoyment. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003, S. 31-42.
- [Hat00] Hatscher, M.: Joy of Use; Diplomarbeit, Universität Osnabrück; Osnabrück, 2000.
- [Her05] Herczeg, M.: Software-Ergonomie. München [u.a.]: Oldenbourg, 2005.
- [Her06] Herczeg, M.: Interaktionsdesign. München [u.a.]: Oldenbourg, 2006.
- [Her94] Herczeg, M.: Software-Ergonomie. Bonn [u.a.]: Addison-Wesley, 1994.
- [Hin04] Hinz, M.; Fiala, Z.; Wehner, F.: Personalization-Based Optimization of Web Interfaces for Mobile Devices, Berlin [ua]: Springer Verlag, 2004, S. 204-215.
- [Hol04] Holling, H.; Preckel, F.; Vock, M.: Intelligenzdiagnostik. Göttingen: Hogrefe, 2004.
- [Hor67] Horn, J.L.; Cattell, R.B.: Refinement and test of the theory of fluid and crystallised ability intelligences. Journal of Educational Psychology, 57/1967, S. 253-270.
- [Hor83] Horn, W.: Leistungsprüfsystem (LPS). Handanweisung für die Durchführung, Auswertung und Interpretation, Göttingen: Hogrefe Verlag für Psychologie, 1983.
- [Hor90] Horton, W.: Designing and Writing online documentation. New York: John Wiley & Sons, 1990.

- [Hor06] Hornberger, S.: Individualisierung als ermöglichte und verordnete Selbstorganisation und ihre Anforderungen an die arbeitswissenschaftliche Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitsbedingungen. Zeitschrift der Arbeitswissenschaft, 60/2006, (2), S. 85-95.
- [Hüg99] Hügli, S; Keller, L., Seewer, R.: Button, Bild, Wort; Seminararbeit. Universität Bern; Bern, 1999.
- [Joh95] Johnson-Laird, P. N.: Mental models. Cambridge [u.a.]: Harvard Univ. Press, 1995.
- [Jon93] Jonassen, D. H.; Grabowski, B.: Individual differences and instruction. New York: Allen & Bacon, 1993.
- [Kar02] Karsvall, A.: Personality Preferences in Graphical Interface Design; Proceedings of the second Nordic conference on Human-computer interaction, ACM Press, 2002, S. 217-218.
- [Kar03] Karat, C.; Brodie, C.; Karat, J.; Vergo, J.; Alpert, S.R.: Personalizing the user experience on ibm.com. IBM Systems Journal, 42/2003, (4), S. 686-701.
- [Kob07] Kobsa, A.: Privacy-enhanced personalization. Communications. ACM, New York; August 2007, S. 24-33.
- [Klu01] Klußmann, N.: Lexikon der Kommunikations- und Informationstechnik. Heidelberg: Hüthig, 2001.
- [Kul04] Kulak, D.; Guiney, E.: Use cases. Boston, MA: Addison-Wesley, 2004.
- [Lam02] Lamberts, H.: Case Study: A PDA example of user centred design. In: Paternó (Hrg.): Mobil HCI 2002, Berlin, Heidelberg: Springer, 2002, S. 329-333.
- [Lau01] Laugwitz, B.: Experimentelle Untersuchung von Regeln der Ästhetik von Farbkombinationen und von Effekten auf den Benutzer bei ihrer Anwendung im Benutzungsoberflächendesign; Dissertation; Universität Mannheim; dissertation.de Mannheim, 2001.
- [Luc98] Luczak, H.: Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer Verlag, 1998.
- [Muk04] Mukasa, K. S.: Applicability of visualization techniques for machine user in the PAA; 9th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine-Systems, 7.- 9. September, Atlanta, Georgia, USA, 2004.
- [Muk07] Mukasa, K. S.: Modellbasierte Generierung prototypischer Bedienschnittstellen; Dissertation, Fortschritt-Berichte pak 12, Technische Universität Kaiserslautern; Kaiserslautern, 2007.
- [Mül04] Müller, U.: Kundenbindung im E-Commerce: Personalisierung als Instrument des Customer Relationship Marketing. Oldenburg: Deutscher Universitätsverlag, 2004.

- [Nie93] Nielsen, J.: Usability Engineering. Academic Press, 1993.
- [Nie00] Nielsen, J.: Erfolg des Einfachen. München: Markt+Technik, 2000.
- [Nor83] Norman, D.: Some observations on Mental models, in: Gentner, Dedre; Stevens, Albert L.: Mental Models. Hillsdale, NJ [u.a.]: Lawrence Erlbaum, 1983, S. 348.
- [Nor86] Norman, D. A.; Draper, S. W.: User centred system design. Hillsdale, N.J. [u.a.]: Erlbaum, 1986.
- [Nor89] Norman, D. A.: Dinge des Alltags. Frankfurt/Main [u.a.]: Campus-Verl, 1989.
- [Nor05] Norman, D.A.: Human-centred design considered harmful. Interactions. ACM, New York; July, August 2005, S. 14-19.
- [Opp94] Oppermann, R.; Simm, H.: Adaptability. in: Oppermann, R.: Adaptive user support. Ergonomic design of manually and automatically adaptable software. New Jersey: Lawrence Erlbaum and Associates, 1994.
- [Pal00] Palmquist, R.; Kim, K.: Cognitive Style and On-Line Database Search Experience as Predictors of Web Search Performance. Journal of the American Society for Information Science, 51/2000, (6), S. 558-566.
- [Pas73] Pask, G. & Scott, B. C. E.: A system of exhibiting learning strategies and regulating uncertainty. International Journal of Man Machine Studies, 5/1973, S. 17-52.
- [Pas76] Pask, G.: Styles and strategies of learning. British Journal of Educational Psychology, 46/1976, S. 128-148.
- [Pep93] Peppers, D.; Rogers, M.: The one to one future. Building relationships one customer at a time, New York: Currency Doubleday, 1993.
- [Pot84] Potosnak, K. M.: Choice of Interface Modes by Empirical Groupings of Computer Users, in: Shackel, B.: Human-Computer Interaction. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., 1985, S. 27-32.
- [Pre99] Preim, B.: Entwicklung interaktiver Systeme. Berlin: Springer, 1999.
- [Ras86] Rasmussen, J.: Information processing and human-machine interaction. New York, N.Y. [u.a.]: North-Holland, 1986.
- [Rau98] Raufaste, E., Eyrolle, H. & Mariné, E.: Pertinence generation in radiological diagnosis spreading activation and the nature of expertise. Cognitive Science, 22/1998, (4), S. 517-546.
- [Reu03] Reuther, A.: useML - systematische Entwicklung von Maschinenbediensystemen mit XML. Dissertation, Fortschritt-Berichte pak 8, Technische Universität Kaiserslautern, 2003.

- [Rie06] Riemer, K.; Brüggemann, F.: Personalisation of eSearch Services; 19th Bled eConference eValues, June 5 – 7, Bled, Slovenia, 2006.
- [Rit01] Ritz, T.: Personalized Information Services, University of Kent at Canterbury, Kent, United Kingdom: Electronic publishing 2001, S. 48-59.
- [Rös02] Röse, K.: Methodik zur Gestaltung interkultureller Mensch-Maschine-Systeme in der Produktionstechnik, Dissertation, Fortschritt-Berichte pak 5, Universität Kaiserslautern; 2002.
- [Rös06] Röse, K.; Ziegeler, D.: Mehrwert und Qualität durch prozessbegleitende Evaluation. Automatisierungstechnische Praxis, 03/2006, München: Oldenbourg Industrieverlag, 2006, S. 62-67.
- [Sch03] Schuler, G.: Bodytypes. Kilchberg: SmartBooks Publishing AG, 2003.
- [Sch74] Schlawke, W.; Rühl, G.; Weil, R.: Qualität des Lebens am Arbeitsplatz. Köln: Dt. Inst.-Verlag, 1974.
- [Sch97] Schneider, H.-J.: Lexikon Informatik und Datenverarbeitung. München [u.a.]: Oldenbourg, 1997.
- [Shn05] Shneiderman, B.: Designing the user interface. Boston: Addison-Wesley, 2005.
- [Spa92] Spada, H. : Lehrbuch allgemeine Psychologie, Bern: Huber, 1992.
- [Sun05] Sundström, P.; Stahl, A.; Höök, K.: A user-centred approach to affective Interaction, in: Tao, J.; Tan, T.; Picard, R.W.: ACII 2005. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005, S. 931-938.
- [Swe04] Swertz, C.: Didaktisches Design. Bielefeld: Bertelsmann, 2004.
- [Tay04] Taylor, W.A.: Computer-mediated knowledge sharing and individual user differences: an exploratory study. European Journal of Information System Society, 13/2004, (1), S. 52-64.
- [Thi06] Thiels, N.: Der Nutzer bestimmt die Richtung. IEE, 03/2006, S. 30-34.
- [Thi06a] Thiels, N.; Ehrmann, M.; Zuehlke, D.: Model-based development of user-centred control systems in ambient intelligent production environments; The 9th IFAC Symposium on Automated Systems Based on Human Skill and Knowledge, 22.-24. Mai, Nancy/Frankreich, 2006.
- [Thi06b] Thiels, N.; Görlich, D.: Eine Werkzeugkette zur systematischen Unterstützung der Ueware-Entwicklung; 36. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik; INFORMATIK 2006 – Informatik für Menschen! 2. - 6. Oktober, Dresden, 2006.
- [Thi07] Thiels, N.; Zuehlke, D.: Personalisation of user interfaces by elevating individual differences; Ergonomic Society; Annual Conference of Ergonomic Society 2007,

- Nottingham, England, Taylor & Francis, 2007, S. 266-271.
- [Thi07a] Thiels, N.; Maxeiner, T.; Roese, K.: Structural user preferences of interfaces and time orientation; Human-Computer-Interaction, 22.-27. Juli, Beijing, China, 2007.
- [Thi07b] Thiels, N.; Roese, K.: Personalisation of user interfaces concerning individual differences that focus on the structuring and the design of user interfaces; IFAC on Analysis Design and Evaluation of Human-Machine Systems, 4.-6. September, Seoul, Korea, 2007.
- [Thi07c] Thiels, N., Meixner, G.: MMI – der Gestaltungs-Aspekt In: Computer& AUTOMATION, 9/2007. Mindelheim, WEKA Fachzeitschriften-Verlag GmbH, S. 48-51.
- [Wan02] Wandmacher, J.: Einführung in die psychologische Methodenlehre. Heidelberg [u.a.]: Spektrum, Akad. Verl, 2002.
- [Wan93] Wandmacher, J.: Software-Ergonomie. Berlin [u.a.]: de Gruyter, 1993.
- [Wec64] Wechsler, D.: Die Messung der Intelligenz Erwachsener. Bern: Hans Huber, 1964.
- [Woy97] Woywod, A.: Verfeinerung von Expertisesystemen durch Benutzermodellierung. Frankfurt am Main. Lang, 1997.
- [Zha04] Zhang, Y.; Goonetilleke, R. S.: Time orientation and multitasking; 9th IFAC Symposium on Analysis, Design and Evaluation of Human-Machine-Systems, 7.- 9. September, Atlanta, Georgia, USA, 2004.
- [Zie88] Ziegler, J. : Aufgabenanalyse und Funktionsentwurf, in: Balzert, Helmut; Ackermann, David: Einführung in die Software-Ergonomie. Berlin [u.a.]: de Gruyter, 1988, S. 231-253.
- [Zie06] Ziefle, M.; Bay, S.: How to overcome disorientation on mobile phone menus: A comparison of two different types of navigation aids. Human-Computer-Interaction, (21) 2006, S. 393-433.
- [Zin06] Zink, K. J.; Thul, M. J.: Software-Ergonomie; Vorlesungsskript, Technische Universität Kaiserslautern; 2006.
- [Züh02] Zühlke, D.: USEWARE – Herausforderung der Zukunft. In: Automatisierungstechnische Praxis (atp), 9/2002, S.73 -78
- [Züh04] Zühlke, D.: Useware-Engineering für technische Systeme. Berlin [u.a.]: Springer, 2004.

## Webseiten

- [Bar05] Barker, I.: What is information architecture? [http://www.steptwo.com.au/papers/kmc\\_whatinfoarch/](http://www.steptwo.com.au/papers/kmc_whatinfoarch/), 31.08.2006.

- [Blo02] Blomkvist, S.: The User as a personality. A Reflection in the theoretical and practical use of personas in HCI design; <http://www.it.uu.se/research/publications/reports/2006-049/2006-049-nc.pdf>, 14.08.2007
- [Eng02] Engelbach, W.; van Hoof, A.: Aufgaben- und rollenangepasste Konzeption idealer Informationsstrategien, [http://prebis.informatik.uni-leipzig.de/opencms/export/download/prebis/ABISWorkshop\\_10\\_02\\_Engelbach.pdf](http://prebis.informatik.uni-leipzig.de/opencms/export/download/prebis/ABISWorkshop_10_02_Engelbach.pdf), 18.07.2005.
- [Goo06] Goodwin, K.: Getting from Research to Personas, [http://www.cooper.com/content/insights/newsletters/2002\\_11/getting\\_from\\_research\\_to\\_personas.asp](http://www.cooper.com/content/insights/newsletters/2002_11/getting_from_research_to_personas.asp), 17.08.2006.
- [Has03b] Hassenzahl, M.; Burmester, M.; Koller, F.: online-Version des AttrakDiff-Fragebogens, <http://www.attrakdiff.de/>, 16.07.2007.
- [Hea06] Head, A.J.: Personas, <http://infotoday.com/online/jul03/head.shtml>, 17.08.2006.
- [Kob93] Kobsa, A.; Koenemann, J.; Pohl, W.: Personalised hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships, <http://www.ics.uci.edu/~kobsa/papers/2001-KER-kobsa.pdf>, 18.09.2006.
- [Nie02] Nielsen, J.: Site Map Usability, <http://www.useit.com/alertbox/20020106.html>, 29.11.2006.
- [Ste04] Stephens, M.: Persona Power. 03/2004 [http://www.ddj.com/article/printableArticle.jhtml?articleID=184415105&dept\\_url=/architect/](http://www.ddj.com/article/printableArticle.jhtml?articleID=184415105&dept_url=/architect/), 06.08.2007.

## Studien- und Diplomarbeiten

- [Chr05] Christmann, S.: Usability - Studie zur ergonomischen, lernförderlichen Gestaltung von Tastaturen nach EN ISO 9241 Teil 11 bei Personenauthentifizierungssystemen; Studienarbeit, Technische Universität Kaiserslautern; 2005.
- [Max07] Maxeiner, T.: Ermittlung personenspezifischer Präferenzen bei der Informationspräsentation und deren Auswirkungen auf die Nutzbarkeit grafischer Bedienoberflächen; Studienarbeit, Technische Universität Kaiserslautern; 2007.
- [Mot05] Motsch, A.: Kriterien für ein Bedürfniszentriertes Design am Beispiel eines Infotainmentsystems, Studienarbeit, Technische Universität Kaiserslautern, 2005.
- [Tsc06] Tschirner, C.: Untersuchung von Personalisierungsansätzen; Studienarbeit, Technische Universität Kaiserslautern; 2006.

## Normen und Richtlinien

- [DIN 9241-11] DIN EN ISO 9241 – Teil 11.1999: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten an Bildschirmgeräten; Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit; Leitsätze. Berlin: 2006.

- [DIN 9241-110] EN ISO 9241-Teil 110. 2006: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Grundsätze der Dialoggestaltung. Berlin: 2006.
- [DIN 9241-410] ISO 9241-410: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Gestaltungskriterien für physikalische Eingabegeräte. Berlin: 2006. [DIN 13407] DIN EN ISO 13407: Benutzerorientierte Gestaltung interaktiver Systeme. Berlin: 2000.
- [DIN13407] DIN EN ISO 13407: Benutzer-orientierte Gestaltung interaktiver Systeme. Berlin: 2000.
- [DIN 14915] DIN EN ISO 14915-2: Software-Ergonomie für Multimedia Benutzungsschnittstellen. Berlin: 2003.
- [DIN 16518] DIN 16518: Klassifikation der Schriften. Berlin: 1964.
- [DIN 29241] DIN EN 29241-3/A1: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten Teil 3: Anforderungen an visuelle Anzeigen. Berlin: 2002.
- [DIN 66234-2] DIN 66234-2: Wahrnehmbarkeit von Zeichen auf Bildschirmen. Berlin: 1983.
- [VDI 3850-1] VDI/VDE-Richtlinie 3850-Blatt 1. Nutzergerechte Gestaltung von Bediensystemen für Maschinen. Berlin: 2000.

## 10 Anhang

### 10.1 Arten von Fragebögen

Beispiel 1: Multiple choice (Mehrfachauswahl)

Welche Funktionen Ihres Handys haben Sie schon einmal privat verwendet? Bitte wählen Sie alle zutreffenden aus.

- Telefonieren
- SMS
- Wecker
- Terminkalender
- MMS
- Keine der genannten

Beispiel 2: Rating scale (Beurteilungsskala)

Wie oft nutzen Sie Ihr Handy?

- Täglich
- Mehrmals pro Woche
- Mehrmals pro Monat
- Mehrmals im Jahr
- Nie

Beispiel 3: Ranking scale (Rangfolge)

Wie würden Sie Ihre Handynutzung bewerten?

Überhaupt nicht zufrieden- stellend							Sehr zufrieden- stellend
1	2	3	4	5	6	7	



## 10.2 Eingesetzte Fragebögen

### 10.2.1 Fragebogen zu Nutzereigenschaften

A Demographische Angaben	
1. Bitte geben Sie ihr Alter an.	<input type="text"/> Jahre
2. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
3. Bitte kreuzen Sie Ihren höchsten Schul- bzw. Hochschulabschluss an.	<input type="checkbox"/> Hauptschulabschluss <input type="checkbox"/> Vordiplom <input type="checkbox"/> Realschulabschluss <input type="checkbox"/> Diplom <input type="checkbox"/> Abitur <input type="checkbox"/> Bachelor <input type="checkbox"/> Master
4. Welchen Beruf üben Sie zur Zeit aus?	<input type="checkbox"/> Ich bin Student / Studentin <input type="checkbox"/> Ich bin wissenschaftlicher Mitarbeiter / wissenschaftliche Mitarbeiterin <input type="checkbox"/> Ich bin technischer Angestellter
5. Ich besitze ein Handy.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
6. Ich besitze einen privaten PC.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Abbildung 68 Fragebogen I (demographische Daten)

<b>B Technik- Nutzung</b>						
Bitte geben Sie bei den folgenden Aussagen an, inwiefern diese auf Sie zutreffen:						
	täglich	wöchentlich	monatlich	nie		
1. Den PC nutze ich beruflich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
2. Den PC nutze ich privat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3. Das Internet nutze ich beruflich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4. Das Internet nutze ich privat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Stimmt gar nicht	Stimmt meistens nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt eher	Stimmt meistens	Stimmt absolut
5. Ich interessiere mich für Technik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich arbeite gerne mit technischen Geräten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich kenne Video- und PC-Spiele.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ich spiele in der Freizeit häufig Video- und PC-Spiele.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Mein Handy hat zu viele Funktionen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ich nutze alle Funktionen meines Handys.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Bei Problemen mit einer Software nutze ich die Hilfefunktion des Systems.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Bei Problemen mit einer Software frage ich einen Freund / Kollegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Bei Problemen mit einer Software recherchiere ich im Internet (z.B. in Foren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 69 Fragebogen II (Technik-Nutzung)

### C Umgang mit Technik

Im Folgenden geht es um Ihren Umgang mit technischen Problemen.

Mit "technischen Problemen" sind hier Schwierigkeiten im Umgang mit den verschiedensten Geräten aus dem Alltag und Beruf gemeint, z.B. bei der:

- Programmierung eines Videorecorders
- Arbeit mit dem Computer
- Bedienung einer Mikrowelle
- Aufstellung von Selbstmontagemöbeln
- Bedienung von Wasserhähnen in öffentlichen Toiletten
- Fahrkartenkauf an Automaten

	Stimmt gar nicht	Stimmt meistens nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt eher	Stimmt meistens	Stimmt absolut
1. Ich kann ziemlich viele der technischen Probleme, mit denen ich konfrontiert werde, alleine lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Technische Geräte sind oft undurchschaubar und schwer zu beherrschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Es macht mir richtig Spaß, ein technisches Problem zu knacken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Weil ich mit bisherigen technischen Problemen gut zurecht gekommen bin, blicke ich auch künftigen optimistisch entgegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich fühle mich technischen Geräten gegenüber so hilflos, dass ich lieber die Finger davon lasse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Auch wenn Widerstände auftreten, bearbeite ich ein technisches Problem weiter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Wenn ich ein technisches Problem löse, so geschieht das meistens durch Glück.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Die meisten technischen Probleme sind so kompliziert, dass es wenig Sinn macht, sich mit ihnen auseinanderzusetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 70 Fragebogen III ( Kontrollüberzeugung [Bei04])

<b>D Umgang mit Personen</b>		
Im Folgenden geht es um Ihre individuellen Präferenzen im Umgang mit Personen.		
Bitte beantworten Sie jede Frage, indem Sie "Ja" oder "Nein" ankreuzen. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten und keine Fangfragen. Antworten Sie schnell, und verlieren Sie so wenig Zeit wie möglich bei den einzelnen Fragen.		
	Ja	Nein
1. Sind Sie sehr gesprächig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Sind Sie ziemlich lebhaft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Lassen Sie sich auf einer lebhaften Party gerne gehen und amüsieren sich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Machen Sie gerne neue Bekanntschaften?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Halten Sie sich bei geselligen Zusammenkünften lieber im Hintergrund?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ergreifen Sie gewöhnlich die Initiative, wenn Sie neue Bekanntschaften machen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Sind Sie meist schweigsam, wenn Sie mit anderen Leuten zusammen sind?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Gelingt es Ihnen leicht, Leben in eine langweilige Party zu bringen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Sind Sie gern unter Leuten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Können Sie eine Party in Schwung bringen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Haben Sie gerne Geschäftigkeit und Trubel um sich herum?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Halten andere Sie für sehr lebhaft?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 71 Fragebogen IV (Extroversion/Introversion [Bor93])

## 10.2.2 Fragebogen gestalterische Präferenzen

**A Allgemeine Gestaltung (z.B. Home-PC, Haushaltsgeräte)**

0 Welchen Button würden Sie am liebsten drücken?

1                       2                       3                       4

1 Welche Darstellungsart bevorzugen Sie in einer technischen Anleitung?

1                       2                       3

2 Mit welcher der Uhren arbeiten Sie lieber?

1                       2

3 Welche Hintergrundfüllung bevorzugen Sie bei Ihrem Home-PC?

1                       2                       3

4 Welchen Button bevorzugen Sie als Interaktionselement?

1                       2

5 Bevorzugen Sie bei Küchen- bzw. Personenwaagen eine analoge oder digitale Anzeige?

1                       2

6 Welche Form der Grafik bevorzugen Sie in einer Bedienungsanleitung?

1                       2                       3

7 Welche Buttonform bevorzugen Sie als Interaktionselement?

1                       2                       3

8 Welche Schriftart bevorzugen Sie für einen Fließtext?

1                       2                       3

4                       5

Abbildung 72 Fragebogen V (Gestaltungspräferenzen)

**B Gestaltung technischer Geräte (z.B. Werkzeugmaschine, Prüfanlagen, Messgeräte)**

9 Wenn Sie ein Hilfesystem benutzen, um eine Frage zu beantworten, benutzen Sie vorzugsweise den Inhalt, den Index oder die Suche?

- 1                       2                       3

10 Welche Darstellungsart bevorzugen Sie bei der Darstellung von technischen Elementen?

- 1                       2                       3

11 Welche Buttonform bevorzugen Sie als Interaktionselement in einem technischen System?

- 1                       2                       3

12 Was ist Ihre Lieblingsfarbe?

Meine Lieblingsfarbe ist: \_\_\_\_\_

13 Welche Farbe(n) bevorzugen Sie bei Weiter-Buttons in einem technischen System?  
Bei dieser Frage ist eine Mehrfachnennung möglich!

- 1                       2                       3

- 4                       5                       6

- andere, und zwar: \_\_\_\_\_

14 Welche Darstellungsart bevorzugen Sie in einem Hilfesystem?

- 1                       2                       3

15 Bevorzugen Sie einen digitalen oder analogen Tachometer?

- 1                       2

17 Welche Hintergrundfarbe spricht Sie für ein technisches System an?  
Bei dieser Frage ist eine Mehrfachnennung möglich!

- 1                       2                       3

- 4                       5                       6

- 7                       8

- andere, und zwar: \_\_\_\_\_

Abbildung 73 Fragebogen VI (Gestaltungspräferenzen)

18 Bevorzugen Sie bei der Navigation in einem System eine Sitemap, einen Strukturbaum oder ein Netz?

1                       2                       3

19 Welche Darstellungsart bevorzugen Sie in einem Hilfesystem?

1                       2                       3

20 Welchen Farbsättigung bevorzugen Sie bei Buttons in einem technischen System?

1                       2                       3

21 Mit welcher der Uhren möchten Sie am liebsten arbeiten?

1                       2

22 Welchen Button würden Sie am liebsten drücken?

1                       2                       3                       4

Abbildung 74 Fragebogen VII (Gestaltungspräferenzen)




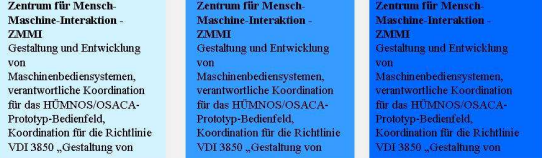
<p>Frage A0:</p> <p>1                      2                      3                      4</p> 	<p>Frage A1:</p> <p>1                      2                      3</p>  <p>Skizze                      Bild                      Foto</p>
<p>Frage A2:</p> <p>1                      2</p> 	<p>Frage A3:</p> <p>1                      2                      3</p>  <p>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, verantwortliche Koordination für das HUMNOS/OSACA-Prototyp-Bedienfeld, Koordination für die Richtlinie VDI 3850 „Gestaltung von</p> <p>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, verantwortliche Koordination für das HUMNOS/OSACA-Prototyp-Bedienfeld, Koordination für die Richtlinie VDI 3850 „Gestaltung von</p> <p>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, verantwortliche Koordination für das HUMNOS/OSACA-Prototyp-Bedienfeld, Koordination für die Richtlinie VDI 3850 „Gestaltung von</p>

Abbildung 75 Bilder zum Gestaltungsfragebogen I (Frage 0 bis 3)



Abbildung 76 Bilder zum Gestaltungsfragebogen II (Frage 4 bis 7)

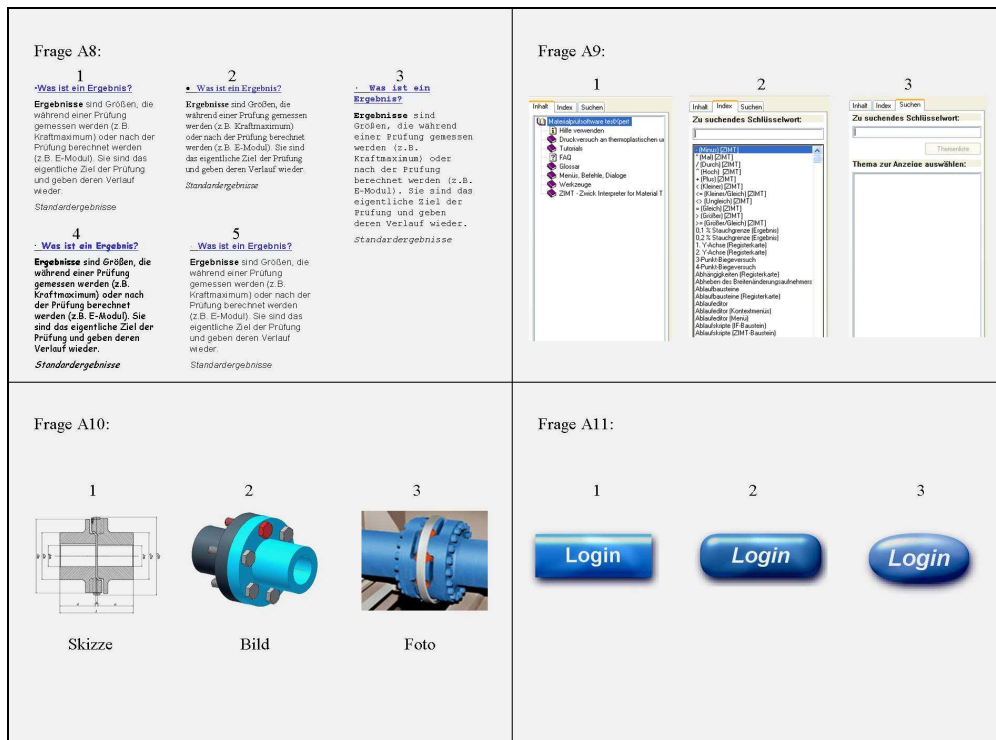


Abbildung 77 Bilder zum Gestaltungsfragebogen III (Frage 8 bis 11)





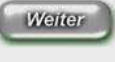


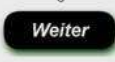





<p>Frage A13:</p> <p>1  2  3 </p> <p>4  5  6 </p>	<p>Frage A14:</p> <p>1  2  3 </p>
<p>Frage A15:</p> <p>1  2 </p>	<p>Frage A17-1:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>

Abbildung 78 Bilder zum Gestaltungsfragebogen IV (Frage 13 bis 17-1)

<p>Frage A17-2:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>	<p>Frage A17-3:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>
<p>Frage A17-4:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>	<p>Frage A17-5:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>

Abbildung 79 Bilder zum Gestaltungsfragebogen V (Frage 17-2 bis 17-5)

<p>Frage A17-6:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>	<p>Frage A17-7:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>
<p>Frage A17-8:</p> <p>Der Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) ist Teil des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern. Die TU Kaiserslautern liegt im Südwesten Deutschlands und hat eine gute infrastrukturelle Anbindung zu den meisten Industriestandorten innerhalb und außerhalb des Landes (Flughafen Frankfurt 100 km, Paris 400 km, Stuttgart 200 km). Sie ist eine ausgesprochen technisch und naturwissenschaftlich orientierte Campus-Universität und wird zur Zeit von ca. 9000 Studenten besucht.</p> <p>Unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke arbeiten am pak durchschnittlich 10 wissenschaftliche Mitarbeiter und weitere Angestellte in den folgenden Gebieten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion - ZMMI</b> Gestaltung und Entwicklung von Maschinenbediensystemen, ...</li> </ul>	<p>Frage A18:</p> 

Abbildung 80 Bilder zum Gestaltungsfragebogen VI (Frage 17-6 bis 18)




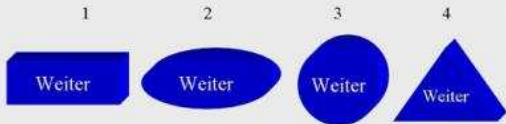
<p>Frage A19:</p> 	<p>Frage A20:</p> 
<p>Frage A21:</p> 	<p>Frage A22:</p> 

Abbildung 81 Bilder zum Gestaltungsfragebogen VII (Frage 19-22)

### 10.2.3 Aufgabenkatalog für Systemstests

- 1 An einer Zugprobe werden unterschiedliche Längen gemessen. Navigieren Sie sich durch das System, um die Erklärung der folgenden Längen zu finden:

Lt

LE

Lc

L0

Vermeiden Sie dabei die Suchfunktion.

- 2 Es existieren unterschiedliche Wegmesssysteme, um die zuvor kennen gelernten Längen zu erfassen. Im System finden Sie Informationen zu Wegmesssystemen, die besonders bei Werkstoffen mit mittlerer und großer Dehnung geeignet sind. Ermitteln Sie 3 von 5 geeigneten Verfahren.
- 3 Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems über den Versuchsablauf einer Zugprüfung. Navigieren Sie dafür durch das System. Geben Sie anschließend mündlich wieder, wie Sie vorgegangen sind und was Sie an Informationen gefunden haben.  
Hinweis: Sie sollten während der Suche im System ihre Vorgehensweise laut äußern bzw. beschreiben. Daran werden Sie vom Versuchsleiter auch regelmäßig erinnert.
- 4 Bei einem Zugversuch durchläuft die Zugprobe unterschiedliche Phasen. Finden Sie mit Hilfe des Systems die unterschiedlichen Phasen heraus. Geben Sie anschließend die jeweiligen Bedeutungen wieder.
- 5 Wie ist die Dehnung definiert? Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems. Navigieren Sie dafür ohne Verwendung der Suchfunktion durch das System und beschreiben Sie ihre Vorgehensweise. Geben Sie im Anschluss daran kurz mit eigenen Worten wieder, was die Dehnung ist.
- 6 Nachdem Sie nun die Dehnung kennen gelernt haben, erläutern Sie bitte die drei unterschiedlichen Arten von Dehnungen. Navigieren Sie dafür durch das System.
- 7 Was ist ein E-Modul? Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems. Navigieren Sie dafür ohne Verwendung der Suchfunktion durch das System und beschreiben Sie ihre Vorgehensweise. Geben Sie im Anschluss daran kurz mit eigenen Worten wieder, was ein E-Modul ist.
- 8 Sie wissen nun, was ein E-Modul ist. Versuchen Sie bitte herauszufinden, welche unterschiedlichen Arten der E-Modul-Ermittlung es gibt. Nutzen Sie dafür das vorliegende System und äußern Sie ihre Gedanken bzw. Vorgehensweise laut.

## 10.2.4 Systemtest-Bogen

A Systemtest-Bogen						
1/2 System	<input type="checkbox"/>	Netz	<input type="checkbox"/>	Strukturbaum	<input type="checkbox"/>	Suche
	<input type="checkbox"/>	Sitemap	<input type="checkbox"/>	Originalsystem		
Vorgehensweise:						
Probleme:						
		nein	eher nein	teils/teils	eher ja	ja
Verärgerung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enttäuschung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
unsicheres/wirres Klicken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		schlecht	eher schlecht	teils/teils	eher gut	gut
A1 Performance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2 Performance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 82 Systemtest-Bogen zur Erfassung der Performance

## 10.2.5 Interview- / Teach-Back-Bogen

A Fragen zur Hilfesystem-Nutzung					
	Gar nicht	Ein bisschen	Mittelmäßig	Ziemlich gut	Sehr gut
1. Ich bin mit den theoretischen Grundlagen zu Zugprüfversuchen vertraut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich kenne mich mit einer Zugprüfmaschine aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Mit welchen der Systeme konnten Sie am besten arbeiten?

Netz                       Strukturbaum                       Suche  
 Sitemap                       Originalsystem

Warum?

4. Sind bei der Nutzung des Hilfesystems Probleme / Schwachstellen aufgetreten?  
(Wo, welche Aufgabe, welches System...)

5. Hat Ihnen eine Aufgabe besondere Probleme bereitet?  
(Aufgaben-Nr, System...)

6. Wenn Sie das Hilfesystem nicht unter diesen Versuchsbedingungen sondern privat / beruflich genutzt hätten, hätten Sie die Suche zwischenzeitlich abgebrochen?

Ja                       Nein

Falls ja - liegt am System oder am Text?

7. Nennen Sie 3 Aspekte, die Sie verbessern würden.  
(Welches System, ....)

8. Beschreiben Sie bitte einmal in eigenen Worten den Ablauf der Zugprüfung.

Probe      eher Probe                      teils teils                      eher Maschine                      Maschine

Abbildung 83 Interview- und Teach-Back-Bogen

## 10.3 Versuchsplan und Systembewertung

Tabelle 22 Permutationsplan aus Aufgaben-Systemstruktur-Kombination

Aufgabe	System-Struktur	Aufgabe	System-Struktur
Aufgabe 1	Netz	Aufgabe 1	Sitemap
Aufgabe 2	Netz	Aufgabe 2	Sitemap
Aufgabe 3	Sitemap	Aufgabe 3	Baum
Aufgabe 4	Sitemap	Aufgabe 4	Baum
Aufgabe 5	Baum	Aufgabe 5	Original-System
Aufgabe 6	Baum	Aufgabe 6	Original-System
Aufgabe 7	Original-System	Aufgabe 7	Netz
Aufgabe 8	Original-System	Aufgabe 8	Netz
Anzahl	10	Anzahl	9
Aufgabe	System-Struktur	Aufgabe	System-Struktur
Aufgabe 1	Baum	Aufgabe 1	Original-System
Aufgabe 2	Baum	Aufgabe 2	Original-System
Aufgabe 3	Original-System	Aufgabe 3	Netz
Aufgabe 4	Original-System	Aufgabe 4	Netz
Aufgabe 5	Netz	Aufgabe 5	Sitemap
Aufgabe 6	Netz	Aufgabe 6	Sitemap
Aufgabe 7	Sitemap	Aufgabe 7	Baum
Aufgabe 8	Sitemap	Aufgabe 8	Baum
Anzahl	9	Anzahl	10

Mithilfe dieses Permutationsplans, dargestellt in Tabelle 22, wurde gewährleistet, dass nur zwei bzw. drei<sup>1</sup> Personen der gleichen Berufs- und Geschlechtergruppe (z.B. nur zwei weibliche Studenten, drei männliche Techniker etc.) die acht Aufgaben mit der gleichen Aufgaben-Systemstruktur-Kombination bearbeiteten.



Abbildung 84 Bewertungsskala der Performance bei der Bearbeitung einer Aufgabe

Anhand des Bewertungsschemas wurde gewährleistet, dass die Beurteilung der Performance bei jeder Aufgabe und jedem Teilnehmer vergleichbar ist:

1. Performance: schlecht  
Der Proband findet die Seite(n) der Lösung nicht.
2. Performance: eher schlecht

<sup>1</sup> Da an der Untersuchung zehn männliche Techniker und nur vier Reihenfolge-Blöcke zur Verfügung standen, wurden in dieser Gruppe zwei Aufgaben-Systemstruktur-Kombinationen von jeweils drei Probanden bearbeitet.

Der Proband findet die Seite(n) nach langer Suche durch Zufall.

3. Performance: mittel

Der Proband findet die Seite nach längerer Suche, wobei er bis zum Schluss zielgerichtet arbeitet und bei jedem Klick begründen kann, in welchem Zusammenhang die Lösung in diesem Verzeichnis zu finden sein könnte.

4. Performance: eher gut

Der Proband klickt zielgerichtet und findet die Seite nach maximal 3 falschen Klicks.

5. Performance: gut

Der Proband findet die Seite(n) mit der Lösung auf direktem Weg bzw. mit maximal 2 falschen Klicks.

## 10.4 Korrelationen zwischen unabhängigen Variablen

Tabelle 23 Korrelationstabelle unabhängiger Variablen

		Interesse_Technik	Arbeite_ger_n_techn.Geräten	Extroversion
Interesse_Technik	Korrelationskoeffizient	1	0,611	0,130
	Signifikanz (2-seitig)	.	0,000	0,350
	N	38	38	37
Arbeite_ger_n_techn.Geräten	Korrelationskoeffizient	0,611	1	-0,098
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	.	0,476
	N	38	38	37
Wortflüssigkeit	Korrelationskoeffizient	0,176	0,334	-0,066
	Signifikanz (2-seitig)	0,200	0,014	0,580
	N	38	38	37
Erkennen des Wesentlichen	Korrelationskoeffizient	0,257	0,295	0,183
	Signifikanz (2-seitig)	0,060	0,029	0,124
	N	38	38	37
Schlussfolgerndes Denken	Korrelationskoeffizient	0,289	0,118	0,121
	Signifikanz (2-seitig)	0,039	0,396	0,322
	N	37	37	36
Räumliches Vorstellungsvermögen (Aufgabe 8)	Korrelationskoeffizient	0,444	0,254	0,105
	Signifikanz (2-seitig)	0,002	0,076	0,406
	N	37	37	36
Räumliches Vorstellungsvermögen (Aufgabe 9)	Korrelationskoeffizient	0,177	-0,057	0,27
	Signifikanz (2-seitig)	0,200	0,679	0,024
	N	38	38	37

## 10.5 Regressionsanalyse

### 10.5.1 Performance als abhängige Variable

#### Zusammenhänge zwischen Hierarchie- und Netzperformance

Modellzusammenfassung					
Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	
1	,347(a)	0,121	0,096	0,94834	

a. Einflußvariablen : (Konstante), SummeA10

ANOVA(b)						
Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	4,441	1	4,441	4,938	0,033(a)
	Residuen	32,376	36	0,899		
	Gesamt	36,817	37			

a. Einflußvariablen : (Konstante), SummeA10  
b. Abhängige Variable: Hierarchie\_MWPerformance

Koeffizienten(a)						
Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	2,558	0,515		4,963	0,000
	SummeA10	0,037	0,017	0,347	2,222	0,033

a. Abhängige Variable: Hierarchie\_MWPerformance

Abbildung 85 Ergebnis der Regression zur Performance der Hierarchie

Modellzusammenfassung					
Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	
1	,585(a)	0,342	0,304	1,23769	

a. Einflußvariablen : (Konstante), SummeA7, A2\_Vertraulichkeit\_Zugmaschine

ANOVA(b)						
Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	27,827	2	13,913	9,083	0,001(a)
	Residuen	53,615	35	1,532		
	Gesamt	81,442	37			

a. Einflußvariablen : (Konstante), SummeA7, A2\_Vertraulichkeit\_Zugmaschine  
b. Abhängige Variable: Netz\_MWPerformance

Koeffizienten(a)						
Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	0,610	0,885		0,689	0,495
	A2_Vertraulichkeit_Zugmaschine	0,467	0,135	0,476	3,453	0,001
	SummeA7	0,086	0,040	0,293	2,127	0,041

a. Abhängige Variable: Netz\_MWPerformance

Abbildung 86 Ergebnis der Regression zur Performance des Netzes



## 10.5.2 Bewertung als abhängige Variable

### Zusammenhänge zwischen Hierarchie- und Netzbewertung

Modellzusammenfassung					
Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	
1	,474(a)	0,224	0,202	1,035	

a. Einflußvariablen : (Konstante), SummeA10

ANOVA(b)						
Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	10,840	1	10,840	10,122	0,003(a)
	Residuen	37,484	35	1,071		
	Gesamt	48,324	36			

a. Einflußvariablen : (Konstante), SummeA10  
b. Abhängige Variable: A3\_Hierarchie\_Wertung

Koeffizienten(a)						
Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	3,574	0,563		6,343	0,000
	SummeA10	-0,058	0,018	-0,474	-3,181	0,003

a. Abhängige Variable: A3\_Hierarchie\_Wertung

Abbildung 87 Ergebnis der Regression zur Bewertung der Hierarchie

Modellzusammenfassung					
Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	
1	,621(a)	0,385	0,329	0,925	

a. Einflußvariablen : (Konstante), Netz\_MWPerformance, B12\_Kollegen\_fragen, SummeA10

ANOVA(b)						
Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
1	Regression	17,676	3	5,892	6,891	0,001(a)
	Residuen	28,216	33	0,855		
	Gesamt	45,892	36			

a. Einflußvariablen : (Konstante), Netz\_MWPerformance, B12\_Kollegen\_fragen, SummeA10  
b. Abhängige Variable: A3\_Netz\_Wertung

Koeffizienten(a)						
Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	3,649	0,872		4,186	0,000
	B12_Kollegen_fragen	-0,308	0,153	-0,276	-2,008	0,053
	SummeA10	0,060	0,017	0,505	3,499	0,001
	Netz_MWPerformance	-0,282	0,109	-0,375	-2,591	0,014

a. Abhängige Variable: A3\_Netz\_Wertung

Abbildung 88 Ergebnis der Regression zur Bewertung des Netzes

## 10.6 Ergebnis der Persona-Analyse

Für die Q-Persona-Analyse wurde eine hierarchische Clusteranalyse ausgewählt. Die Wahl des Fusionierungsalgorithmuses fiel im ersten Schritt auf das Single-Linkage-Verfahren zur Identifikation von sog. Ausreißern. Nachdem solche Ausreißer aus dieser Untersuchung herausgenommen wurden, wurde der Ward-Algorithmus verwendet.

Aufgrund der notwendigen Variablen-Reduktion für Clusteranalysen fanden für eine Variable mit zwei Ausprägungen (z.B. Präferenz für einen 3D- oder 2D-Button) nur eine Ersatzvariable (z.B. „3D-Button-Präferenz“, 1 bedeutet „ja“, 0 bedeutet „nein, 2D-Button-Präferenz“), bzw. für eine Variable mit drei Ausprägungen zwei Ersatzvariablen Verwendung. Die Clusteranalyse wurde somit anhand der folgenden Variablen vorgenommen:

- Unabhängige Variablen
  - Beruf; Variablen: „Student (Ersatz)“, „Ingenieur (Ersatz)“
  - Intelligenztest-Ergebnisse für die Aufgaben 3 und 4 (schlussfolgerndes Denken), 5 (Wortflüssigkeit) und 7 bis 10 (technische Begabung); Variablen: „Summe A3 und A4“, „Summe A5“, „Summe A7 bis A10“
  - Vertrautheit mit den theoretischen Grundlagen zu Zugprüfversuchen
  - „Technikzuneigung“
- Abhängige Variablen (Gestaltungspräferenzen)
  - Buttonform-Präferenz rechteckig, oval oder rund; Variablen: „2D-Button: rechteckig (Ersatz)“, „2D-Button: oval (Ersatz)“
  - Analoge oder digitale Uhr; Variable: „analoge Uhr (Ersatz)“
  - Farbliche Präferenz für Buttons: auch gerne farbig oder lieber nur neutrale Farben (schwarz, grau, weiß); Variable: „Buttons: farbig (Ersatz)“
  - Farbliche Präferenz für den Bildschirmhintergrund: auch gerne farbig oder lieber nur neutrale Farben (grau, weiß); Variable: „Hintergrund: farbig (Ersatz)“
  - Präferenz für die Hintergrundsättigung: leicht oder mittel; Variable: „Hintergrundsättigung: leicht (Ersatz)“
- Abhängige Variablen (Strukturierungspräferenzen-Bewertungen)
  - Netz-Bewertung
  - Hierarchie-Bewertung

Bei der Clusteranalyse zeigte das Dendrogramm des Single-Linkage-Verfahrens (vgl. Abbildung 89) zunächst, dass sich insbesondere die Antworten eines Probanden (Nr. 12) in den Ausprägungen zu den oben genannten Variablen stark von denen der anderen

Probanden unterschieden. Für die weitere Clusteranalyse wurde dieser Proband aus den Daten herausgenommen.

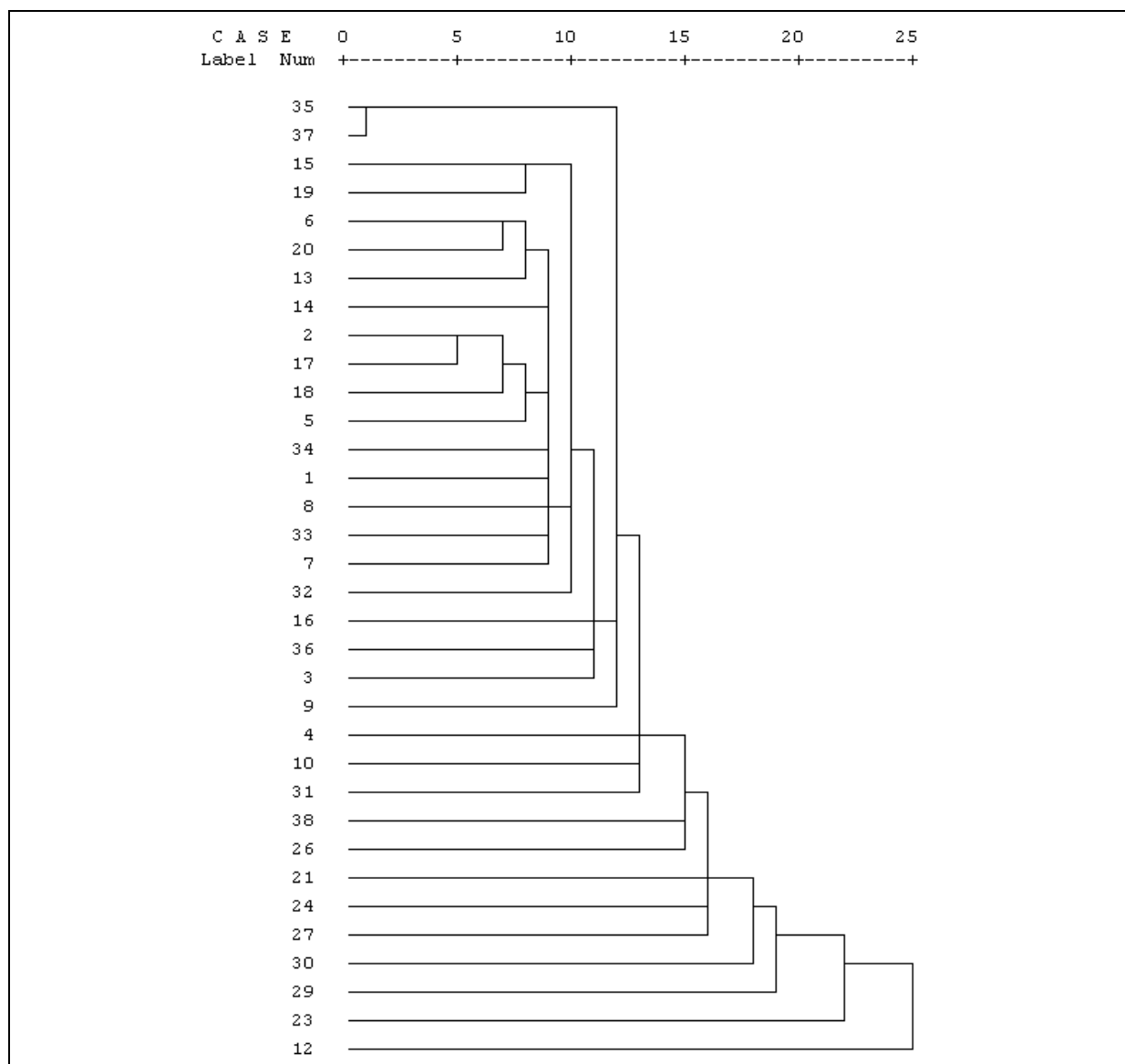


Abbildung 89 Dendrogramm zum Single-Linkage-Algorithmus

Nachfolgend wurde ein Dendrogramm mit dem Ward-Linkage-Verfahren hergestellt (vgl. Abbildung 90), indem die Fusionierungssystematik der Cluster im Zeitablauf erkennbar wird. Anhand dessen wurde die Anzahl der Cluster, die fortan Berücksichtigung finden sollten, festgelegt und die 6-Clusterlösung präferiert.

Der Unterschied zwischen Cluster und Q-Personas liegt darin, dass Q-Personas die Eigenschaften der personalisierten Benutzungsoberflächen beschreiben. Eine rein statistische Clusteranalyse, die Cluster als Ergebnisse liefert, hätte hingegen bei der Vorauswahl der Variablen keine Variablen zugelassen, die sich in den Vortests als nicht signifikant erwiesen hätten. Für Q-Personas sind diese zusätzlichen Variablen jedoch

charakterisierend, weil Entscheidungen bei der Gestaltung von technischen Benutzungsoberflächen über die Ausprägungen dieser Variablen getroffen werden müssen. Daher sind diese auch als Unterscheidungsmerkmal für die Q-Personas in die Clusteranalyse eingeflossen. Die Ergebnisse dieser Analyse sind statistisch gesehen Cluster, jedoch im eigentlichen Sinn Q-Personas, um den Unterschied der Variablenauswahl und des Ziels der Clusteranalyse, nämlich die Beschreibung personalisierter Benutzungsoberflächen, zu verdeutlichen. Daher wird in der statistischen Sichtweise die Bezeichnung „Cluster“ verwendet, jedoch in der Arbeit und weiteren Verarbeitung der Ergebnisse die Bezeichnung „Q-Personas“.

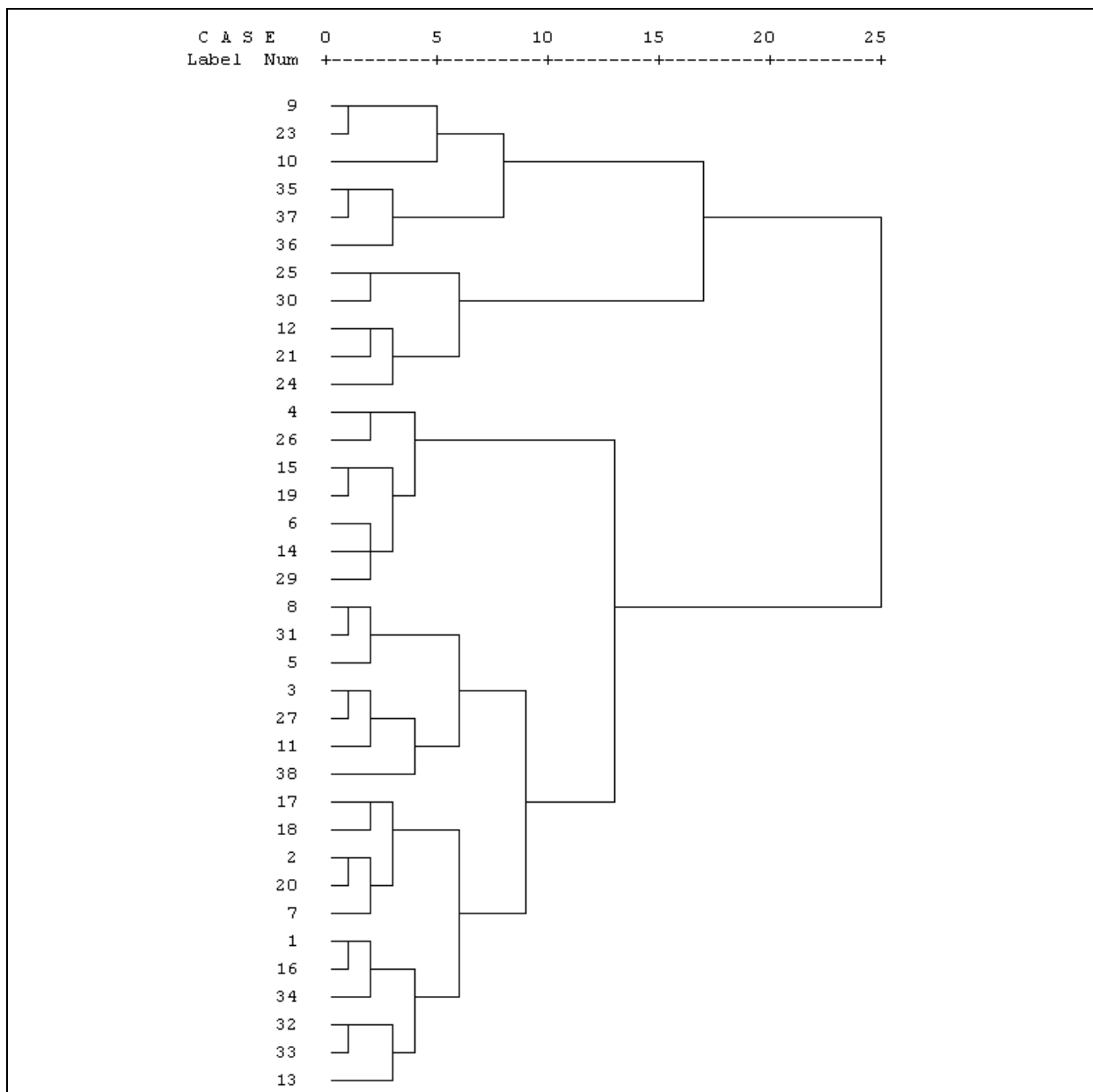


Abbildung 90 Dendrogramm zum Ward-Algorithmus

Abbildung 91 bis Abbildung 94 zeigen für die verwendeten Variablen jeweils Mittelwerte und Standardabweichungen der einzelnen Cluster. Es muss angeführt werden, dass der Absolutwert dieser Mittelwerte in diesen Abbildungen nur im Verhältnis zu den anderen Clustern interpretiert werden darf. Es handelt sich hierbei um standardisierte Mittelwerte, die mit der Standardabweichung gewichtet wurden.

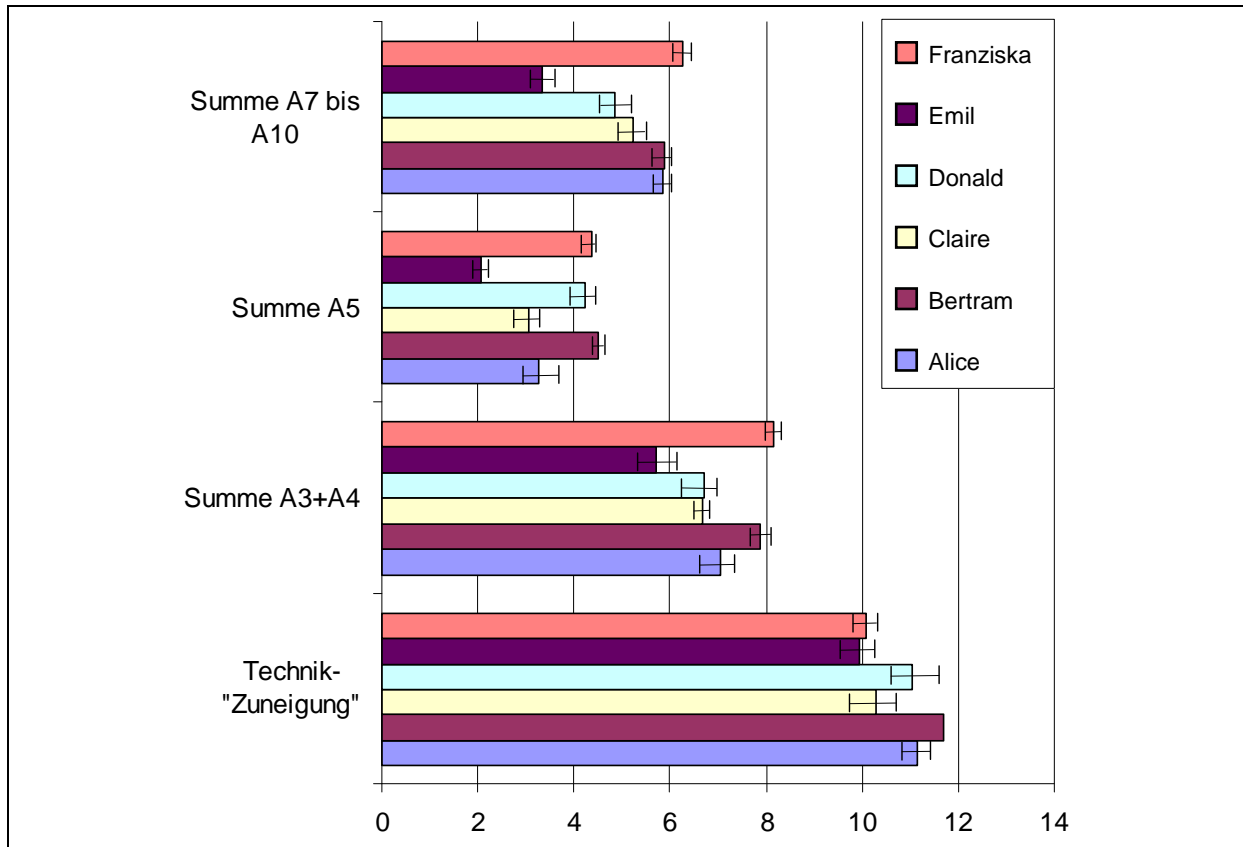


Abbildung 91 Mittelwerte und Standardabweichungen I [Max07]

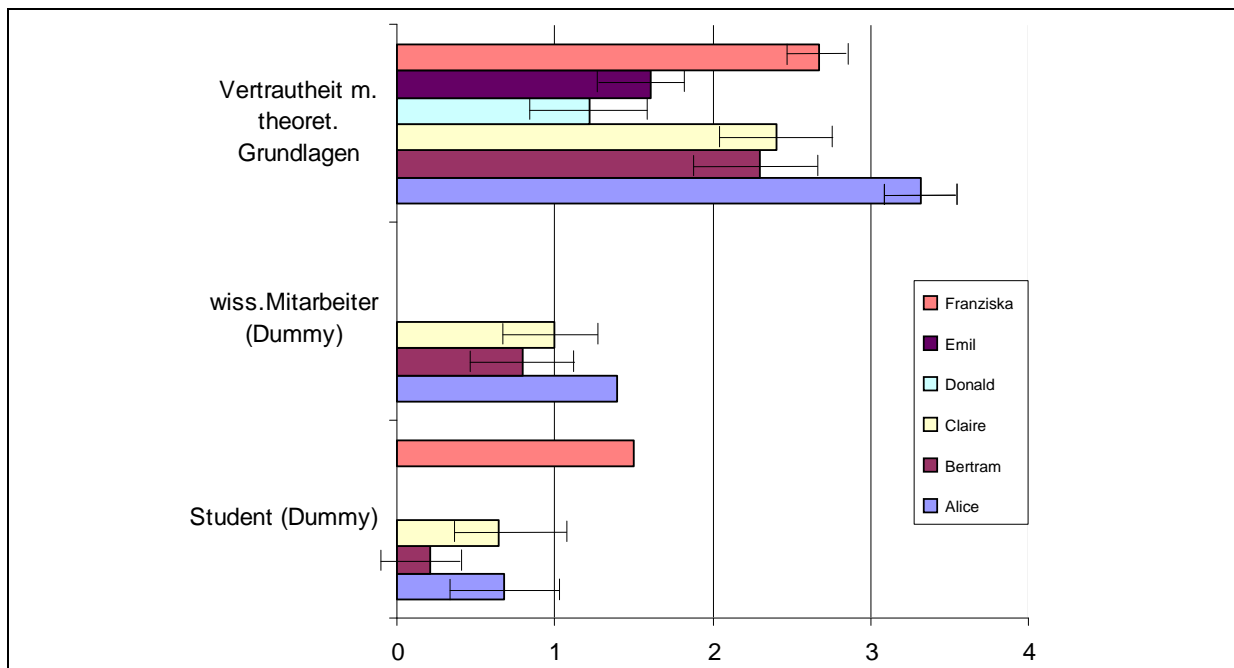


Abbildung 92 Mittelwerte und Standardabweichungen II [Max07]

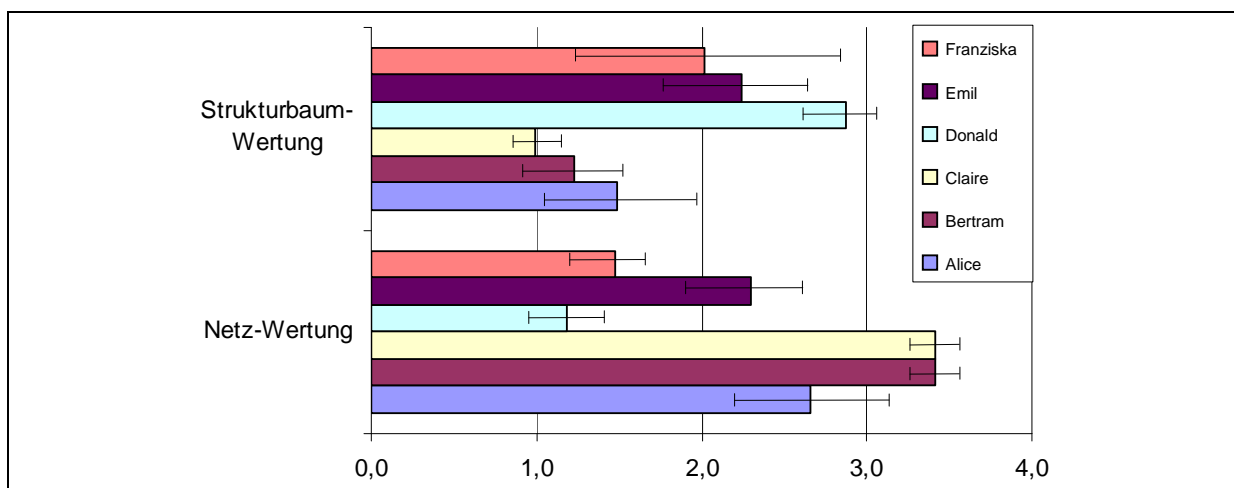


Abbildung 93 Mittelwerte und Standardabweichungen III [Max07]

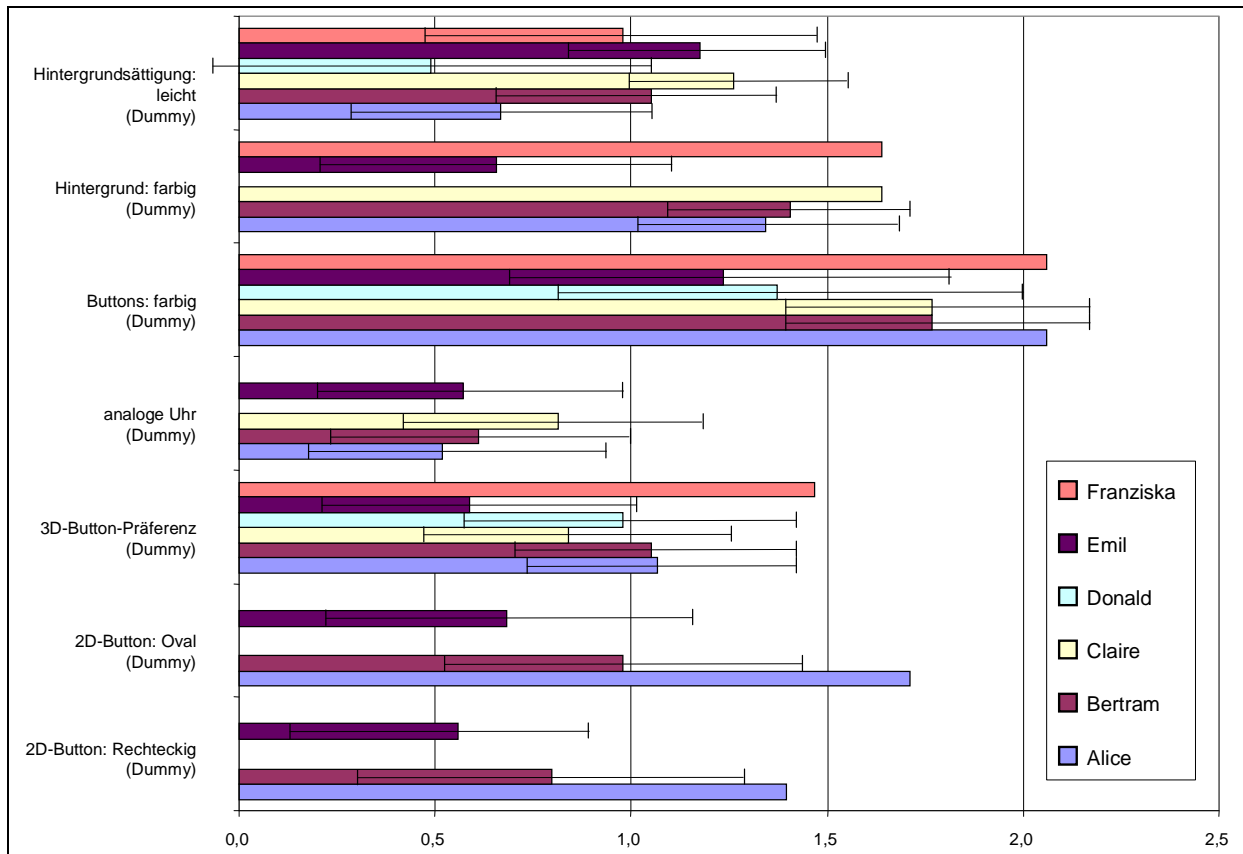


Abbildung 94 Mittelwerte und Standardabweichungen IV [Max07]

## 10.7 Usability-Test I

### 10.7.1 Fragebögen zur Einordnung

**0 Demographische Angaben**

1. Bitte geben Sie ihr Alter an.  Jahre

2. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

männlich  weiblich

3. Bitte kreuzen Sie Ihren höchsten Schul- bzw. Hochschulabschluss an.

Hauptschulabschluss  Vordiplom

Realschulabschluss  Diplom

Abitur  Bachelor

Master

4. Welchen Beruf üben Sie zur Zeit aus?

Ich bin Student / Studentin

Ich bin wissenschaftlicher Mitarbeiter / wissenschaftliche Mitarbeiterin

Ich bin technischer Angestellter

5. Ich besitze ein Handy.

ja  nein

6. Ich besitze einen privaten PC.

ja  nein

Abbildung 95 Fragebogen zu demographischen Angaben

**B Techniknutzung**

Bitte geben Sie bei den folgenden Aussagen an, inwiefern diese auf Sie zutreffen:

	täglich	wöchentlich	monatlich	nie
1. Den PC nutze ich beruflich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Den PC nutze ich privat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Das Internet nutze ich beruflich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Das Internet nutze ich privat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 96 Fragebogen zur Techniknutzung I



	Stimmt gar nicht	Stimmt meistens nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt eher	Stimmt meistens	Stimmt absolut
5. Ich interessiere mich für Technik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich arbeite gerne mit technischen Geräten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich kenne Video- und PC-Spiele.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ich spiele in der Freizeit häufig Video- und PC-Spiele.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Mein Handy hat zu viele Funktionen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ich nutze alle Funktionen meines Handys.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Bei Problemen mit einer Software nutze ich die Hilfefunktion des Systems.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Bei Problemen mit einer Software frage ich einen Freund / Kollegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Bei Problemen mit einer Software recherchiere ich im Internet (z.B. in Foren)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 97 Fragebogen zur Techniknutzung II

**A Allgemeine Gestaltung (z.B. Home-PC, Haushaltsgeräte)**

1 Mit welcher der Uhren arbeiten Sie lieber?

1  2

2 Welche Hintergrundstättigung bevorzugen Sie bei Ihrem Home-PC?

1  2  3

3 Welchen Button bevorzugen Sie als Interaktionselement?

1  2

4 Bevorzugen Sie bei Küchen- bzw. Personenwaagen eine analoge oder digitale Anzeige?

1  2

5 Welche Buttonform bevorzugen Sie als Interaktionselement?

1  2  3

6 Bevorzugen Sie bei der Navigation in einem System einen Strukturbaum oder ein Netz?

1  2

Abbildung 98 Fragebogen zu gestaltungsspezifischen Präferenzen allgemein

**C Gestaltung technischer Geräte (z.B. Werkzeugmaschine, Prüfanlagen, Messgeräte)**

1 Welche Buttonform bevorzugen Sie als Interaktionselement in einem technischen System?

1                       2                       3

2 Welche Farbe(n) bevorzugen Sie bei Weiter-Buttons in einem technischen System?  
Bei dieser Frage ist eine Mehrfachnennung möglich!

1                       2                       3

4                       5                       6

andere, und zwar: \_\_\_\_\_

3 Bevorzugen Sie einen digitalen oder analogen Tachometer?

1                       2

4 Welche Hintergrundfarbe spricht Sie für ein technisches System an?  
Bei dieser Frage ist eine Mehrfachnennung möglich!

1                       2                       3

4                       5                       6

7                       8

andere, und zwar: \_\_\_\_\_

6 Welchen Farbsättigung bevorzugen Sie bei Buttons in einem technischen System?

1                       2                       3

Abbildung 99 Fragebogen zu gestaltungsspezifischen Präferenzen technischer Geräte

Im Folgenden geht es um Ihren Umgang mit technischen Problemen.

Mit "technischen Problemen" sind hier Schwierigkeiten im Umgang mit den verschiedensten Geräten aus dem Alltag und Beruf gemeint, z.B. bei der:

- Programmierung eines Videorecorders
- Arbeit mit dem Computer
- Bedienung einer Mikrowelle
- Aufstellung von Selbstmontagemöbeln
- Bedienung von Wasserhähnen in öffentlichen Toiletten
- Fahrkartenauf an Automaten

	Stimmt gar nicht	Stimmt meistens nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt eher	Stimmt meistens	Stimmt absolut
1. Ich kann ziemlich viele der technischen Probleme, mit denen ich konfrontiert werde, alleine lösen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Technische Geräte sind oft undurchschaubar und schwer zu beherrschen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Es macht mir richtig Spaß, ein technisches Problem zu knacken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Weil ich mit bisherigen technischen Problemen gut zurecht gekommen bin, blicke ich auch künftigen optimistisch entgegen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich fühle mich technischen Geräten gegenüber so hilflos, dass ich lieber die Finger davon lasse.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Auch wenn Widerstände auftreten, bearbeite ich ein technisches Problem weiter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Wenn ich ein technisches Problem löse, so geschieht das meistens durch Glück.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Die meisten technischen Probleme sind so kompliziert, dass es wenig Sinn macht, sich mit ihnen auseinanderzusetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 100 Fragebogen zur Ermittlung der Kontrollüberzeugung

Die Fragen zum Systempräferenztest lauteten:

1. Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems über den Versuchsablauf einer Zugprüfung. Navigieren Sie dafür durch das System. Geben Sie anschließend mündlich wieder, wie Sie vorgegangen sind und was Sie an Informationen gefunden haben.  
Hinweis: Sie sollten während der Suche im System ihre Vorgehensweise laut äußern bzw. beschreiben. Daran werden Sie vom Versuchsleiter auch regelmäßig erinnert.
2. Versuchen Sie bitte herauszufinden, welche unterschiedlichen Arten der E-Modul-Ermittlung es gibt. Nutzen Sie dafür das vorliegende System und äußern Sie ihre Gedanken bzw. Vorgehensweise laut.

**A Fragen zur Hilfesystem-Nutzung**

	Gar nicht	Ein bisschen	Mittelmäßig	Ziemlich gut	Sehr gut
1. Ich bin mit den theoretischen Grundlagen zu Zugprüfversuchen vertraut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich kenne mich mit einer Zugprüfmaschine aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Mit welchen der Systeme konnten Sie am besten arbeiten?

neutrales System     
  personalisiertes System     
  originales System

Warum?

4. Sind bei der Nutzung des Hilfesystems Probleme / Schwachstellen aufgetreten?

(Wo, welche Aufgabe, welches System...)

5. Hat Ihnen eine Aufgabe besondere Probleme bereitet?  
(Aufgaben-Nr, System...)

6. Wenn Sie das Hilfesystem nicht unter diesen Versuchsbedingungen, sondern privat / beruflich genutzt hätten, hätten Sie die Suche zwischenzeitlich abgebrochen?

Ja                     
  Nein

Falls ja - liegt am System oder am Text?

7. Nennen Sie 3 Aspekte, die Sie verbessern würden.  
(Welches System, ....)

Abbildung 101 Interview zum Systempräferenztest

### 10.7.2 Unabhängige Bewertung der Lernsysteme

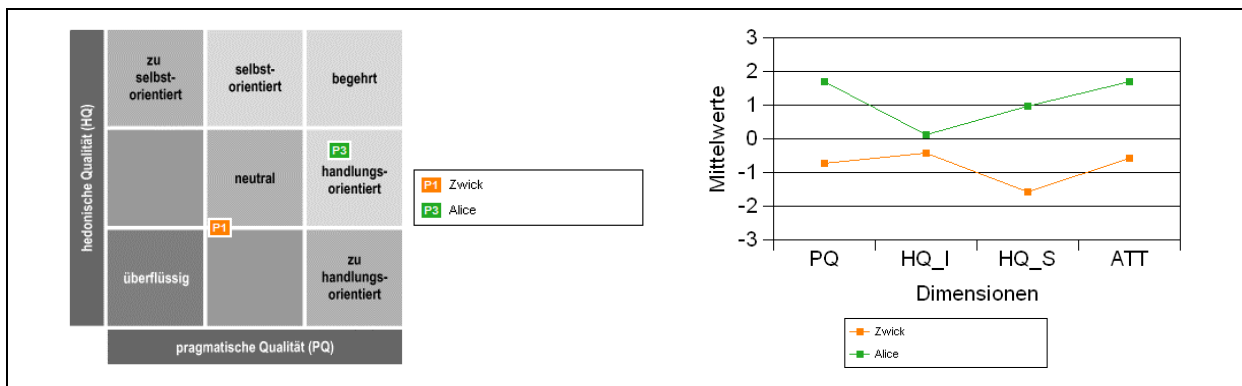


Abbildung 102 Portfolio und Mittelwertdiagramm der Bewertung des Originalsystems und des Lernsystems für ALICE

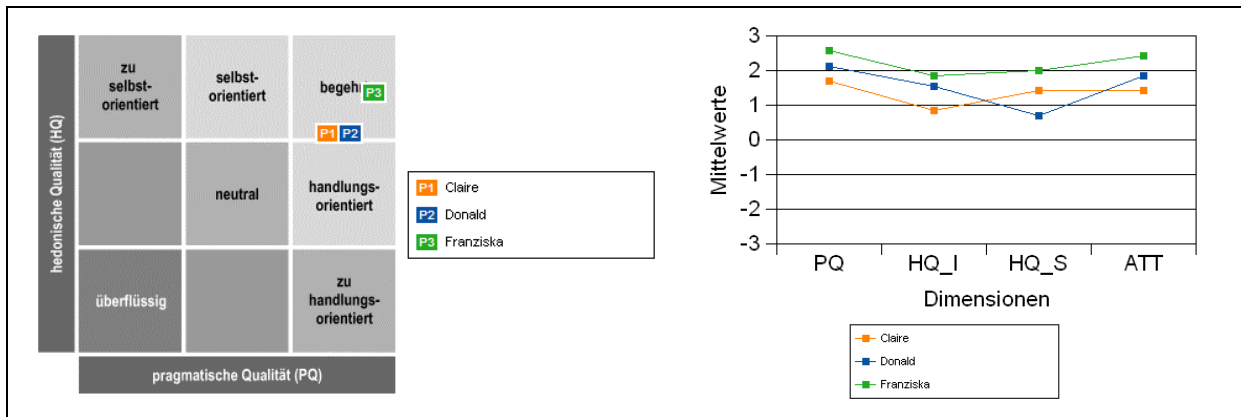


Abbildung 103 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung der Lernsysteme für CLAIRE, DONALD und FRANZISKA

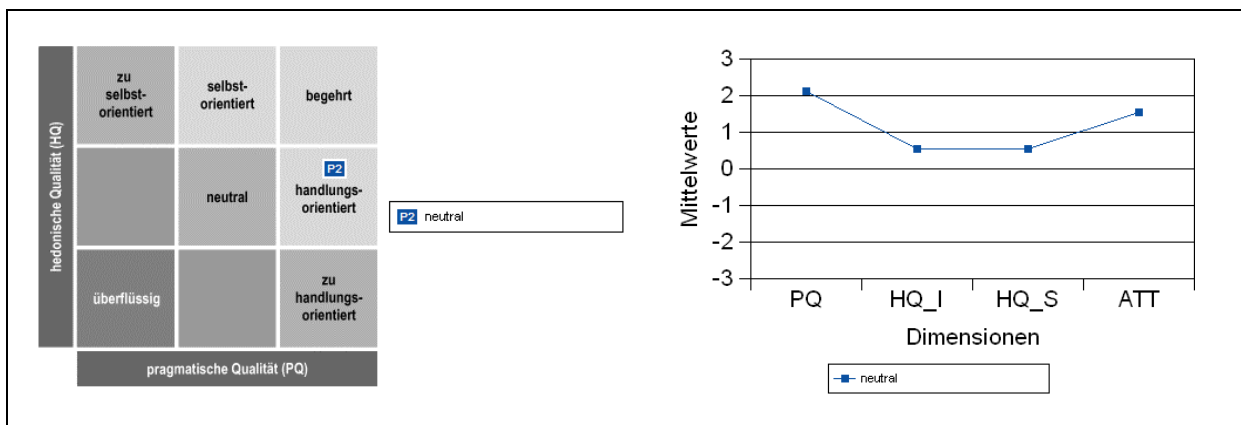


Abbildung 104 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des neutralen Lernsystems

### 10.7.3 Aufgaben zum ersten Usability-Test

Schauen Sie sich im Hilfesystem den Ablauf einer Zugprüfung per Video an.

1. An einer Zugprobe werden unterschiedliche Längen gemessen. Navigieren Sie sich durch das System, um die Erklärung der folgenden Längen zu finden:
  - Lt
  - LE
  - Lc
  - L0

Vermeiden Sie dabei die Suchfunktion.

2. Es existieren unterschiedliche Wegmesssysteme, um die zuvor kennen gelernten Längen zu erfassen. Im System finden Sie Informationen zu Wegmesssystemen, die

besonders bei Werkstoffen mit mittlerer und großer Dehnung geeignet sind. Ermitteln Sie 3 von 5 geeigneten Verfahren.

3. Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems über den Aufbau eines Kraftaufnehmers. Aus welchen Einzelteilen besteht er und wie erfolgt die Kraftmessung? Navigieren Sie dafür durch das System. Geben Sie anschließend mündlich wieder, wie Sie vorgegangen sind und was Sie an Informationen gefunden haben. Hinweis: Sie sollten während der Suche im System ihre Vorgehensweise laut äußern bzw. beschreiben. Daran werden Sie vom Versuchsleiter auch regelmäßig erinnert.
4. Während einem Zugversuch durchläuft die Zugprobe unterschiedliche Phasen. Finden Sie mit Hilfe des Systems die unterschiedlichen Phasen heraus. Geben Sie anschließend die jeweiligen Bedeutungen wieder.
5. Wie ist die Dehnung definiert? Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems. Navigieren Sie dafür ohne Verwendung der Suchfunktion durch das System und beschreiben Sie ihre Vorgehensweise. Geben Sie im Anschluss daran kurz mit eigenen Worten wieder, was die Dehnung ist.
6. Nachdem Sie nun die Dehnung kennen gelernt haben, erläutern Sie bitte die drei unterschiedlichen Arten von Dehnungen. Navigieren Sie dafür durch das System.
7. Was beschreibt die werkstofftechnische Kenngröße „Elastizitätsmodul“? Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems. Navigieren Sie dafür ohne Verwendung der Suchfunktion durch das System und beschreiben Sie ihre Vorgehensweise. Geben Sie im Anschluss daran kurz mit eigenen Worten wieder, was ein Elastizitätsmodul ist.
8. Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems, welche mechanischen Probenhalter zur Fixierung des zu prüfenden Gegenstandes das System vorschlägt und welche Vorteile dabei jeweils bestehen. Beschreiben Sie dabei mit eigenen Worten vier der sechs möglichen Varianten.
9. Anhand der Ergebnisse werden die geprüften Proben in einer Probenliste abgelegt. Die unterschiedlichen Proben werden in der Probenliste mit verschiedenen Zeichen und Farben gekennzeichnet. Finden Sie heraus, welche unterschiedlichen Kennzeichen existieren und was sie bedeuten. Nutzen Sie dafür das vorliegende System und äußern Sie ihre Gedanken bzw. Vorgehensweise laut.

Die Fragen zur Bewertung der jeweiligen Systeme, abgesehen vom AttrakDiff-Fragebogen, am Ende des jeweiligen Lernsystemstests lauteten:

- Was hat Ihnen an diesem System gefallen?
- Was hat Ihnen an diesem System nicht gefallen?

- Würden sie etwas verändern? Wenn ja, was?

### 10.7.4 Permutationsplan

Block 1				Block 3			
Original	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Original	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9
Personalisiert	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Neutral	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3
Neutral	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Personalisiert	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6
Persona- verteilung	1 x Emil 1 x Franziska	1 x Alice 1 x Franziska	1 x Bertram	Persona- verteilung	2 x Claire	2 x Bertram	1 x Alice 1 x Bertram
Block 2				Block 4			
Neutral	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Personalisiert	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9
Original	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Original	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3
Personalisiert	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Neutral	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6
Persona- verteilung	1 x Claire 1 x Donald	1 x Claire 1 x Emil	1 x Emil	Persona- verteilung	2 x Bertram	1 x Bertram	1 x Bertram

Abbildung 105 Permutationsplan zur Darstellung der bearbeiteten Aufgaben mit den jeweiligen Systemen

### 10.7.5 Interview zur Lernsystembewertung

**A Fragen zur Hilfesystem-Nutzung**

	Gar nicht	Ein bisschen	Mittelmäßig	Ziemlich gut	Sehr gut
1. Ich bin mit den theoretischen Grundlagen zu Zugprüfversuchen vertraut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich kenne mich mit einer Zugprüfmaschine aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Mit welchen der Systeme konnten Sie am besten arbeiten?

neutrales System       personalisiertes System       originales System

Warum?

4. Sind bei der Nutzung des Hilfesystems Probleme / Schwachstellen aufgetreten?

(Wo, welche Aufgabe, welches System...)

5. Hat Ihnen eine Aufgabe besondere Probleme bereitet?  
(Aufgaben-Nr, System...)

6. Wenn Sie das Hilfesystem nicht unter diesen Versuchsbedingungen, sondern privat / beruflich genutzt hätten, hätten Sie die Suche zwischenzeitlich abgebrochen?

Ja       Nein

Falls ja - liegt am System oder am Text?

7. Nennen Sie 3 Aspekte, die Sie verbessern würden.  
(Welches System, ...)

Abbildung 106 Interview zur abschließenden Lernsystembewertung

### 10.7.6 Personaspezifische Auswertung des KUT-Fragebogens

Tabelle 24 Kreuztabelle und  $\chi^2$  für Personas und KUT-Werte

		KUT-Werte			Gesamt
		gering	hoch	mittel	
Alice	Anzahl	0	1	1	2
	Erwartete Anzahl	0,5	0,6	0,9	2
Bertram	Anzahl	1	4	4	9
	Erwartete Anzahl	2,25	2,7	4,05	9
Claire	Anzahl	2	1	1	4
	Erwartete Anzahl	1	1,2	1,8	4
Donald	Anzahl	0	0	1	1
	Erwartete Anzahl	0,25	0,3	0,45	1
Emil	Anzahl	2	0	0	2
	Erwartete Anzahl	0,5	0,6	0,9	2
Franziska	Anzahl	0	0	2	2
	Erwartete Anzahl	0,5	0,6	0,9	2
Gesamt	Anzahl	5	6	9	20
	Erwartete Anzahl	5	6	9	20



Durch die hohe Irrtumswahrscheinlichkeit von 22% wurden keine weiteren statistischen Auswertungen mehr gemacht. Es muss zusätzlich kritisch angemerkt werden, dass innerhalb der Kreuztabelle hauptsächlich Erwartungswerte kleiner 5 vorhanden sind, wodurch der  $\chi^2$ -Unabhängigkeitstest infrage gestellt ist. Eine Berechnung mithilfe des exakten Tests nach Fisher und Yates ist aber hier aufgrund einer 3 x 3 (und nicht 2 x 2) Matrix nicht möglich.

### 10.7.7 Personenspezifische Auswertung des AttrakDiff-Fragebogens

Tabelle 25 Anzahl der getesteten Personen pro Persona

Personas	Anzahl
Alice	2
Bertram	8
Claire	4
Donald	1
Emil	3
Franziska	2

Abbildung 107 bis Abbildung 112 zeigen die Portfolios der Bewertungen für die personalisierten Systeme der einzelnen Personas sowie die Mittelwertdiagramme für die vier verschiedenen Kategorien Attraktivität, pragmatische Qualität sowie hedonische Qualität hinsichtlich Identifikation und Stimulation.

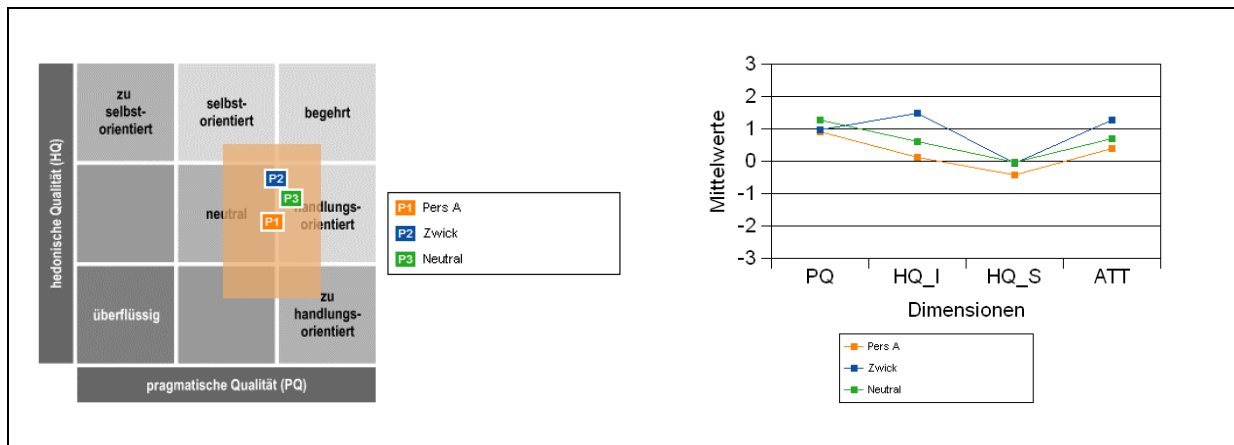


Abbildung 107 Portfolio und Mittelwertdiagramm der Bewertung des Lernsystem für ALICE

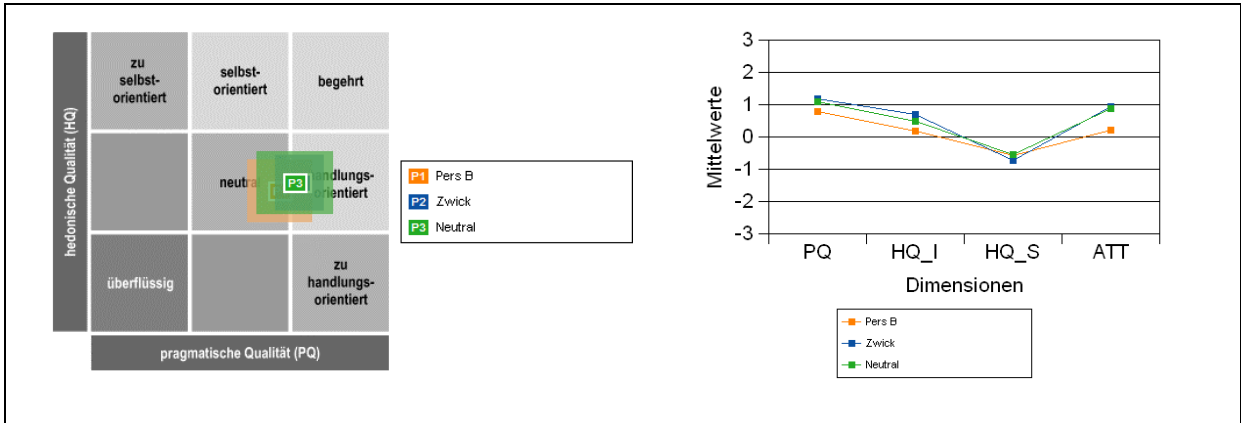


Abbildung 108 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für BERTRAM

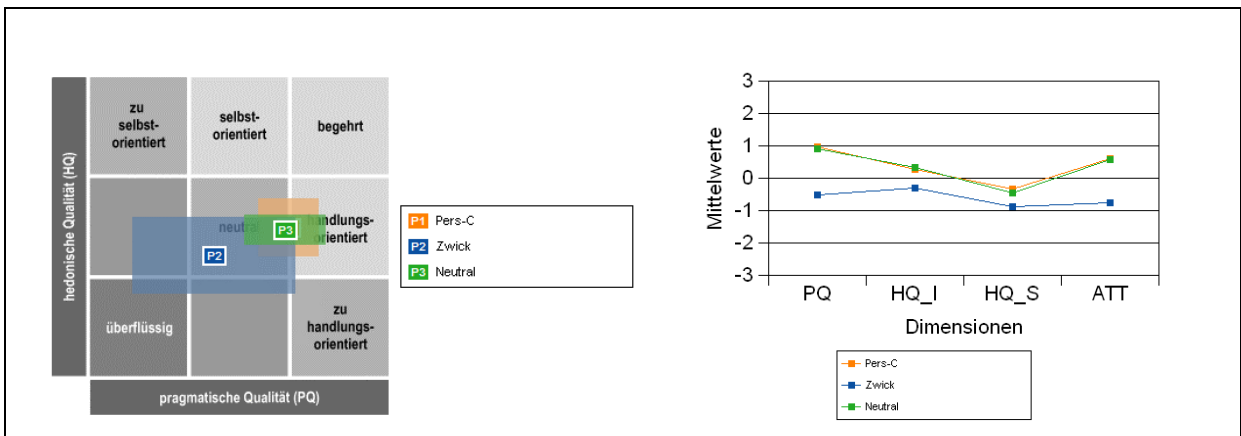


Abbildung 109 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für CLAIRE

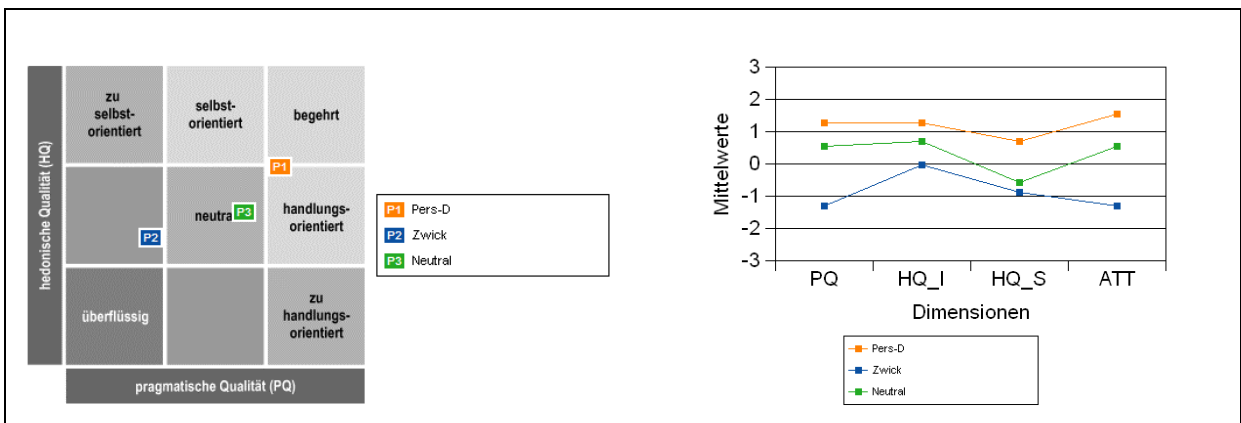


Abbildung 110 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für DONALD

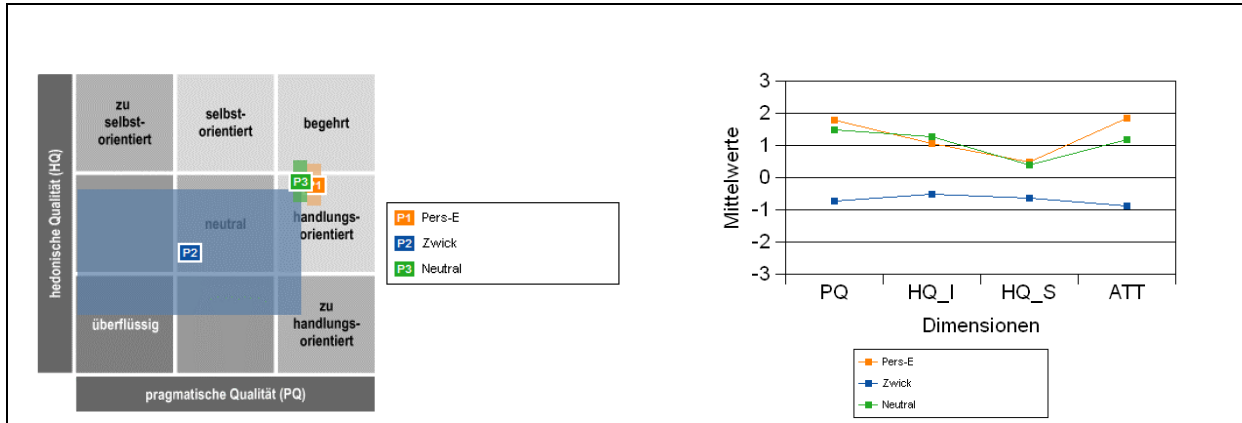


Abbildung 111 Portfolio und Mittelwertdiagramm der Bewertung des Lernsystems für EMIL

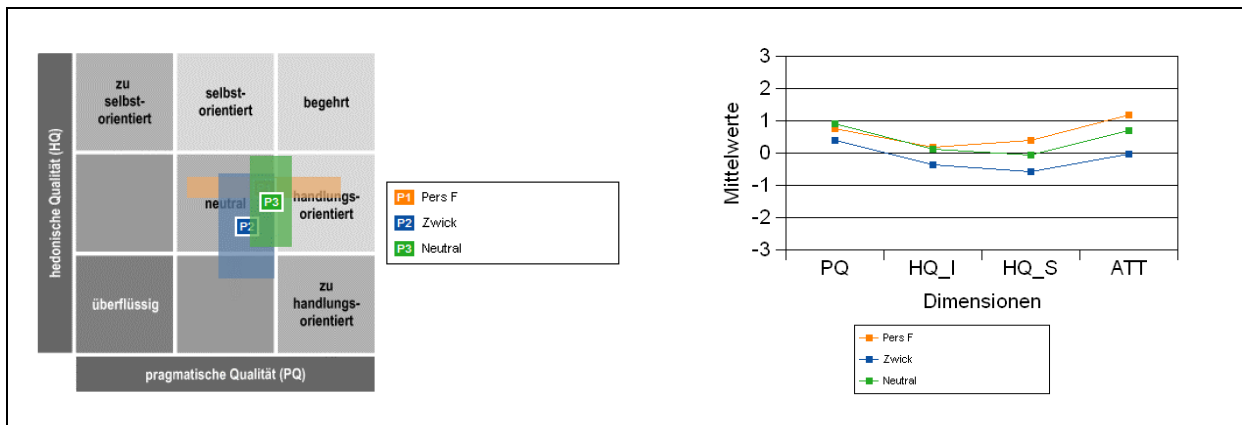


Abbildung 112 Portfolio und Mittelwertdiagramm der Bewertung des Lernsystems für FRANZISKA

Tabelle 26 Bearbeitungszeiten für drei Aufgaben mit den verschiedenen Lernsystemen

	Originalsystem	Neutrales Lernsystem	Personalisierte Lernsysteme
Summe (h)	2:46:13	1:57:00	2:00:52
Durchschnitt (min)	08:12	05:51	06:03
Nutzeranzahl der schnellsten Bearbeitung	8	7	5

## 10.8 Usability-Test II

### 10.8.1 Aufgaben zum zweiten Usability-Test

Schauen Sie sich im Hilfesystem den Ablauf eines beispielhaften Messprogramms an.

1. Informieren Sie sich über die Vorgehensweise zur Ausrichtung der Probe. Vermeiden Sie dabei die Suchfunktion.
2. Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems über den Aufbau des Zentrier- und Kipptisches. Navigieren Sie dafür durch das System. Geben Sie anschließend mündlich wieder, wie Sie vorgegangen sind und was Sie an Informationen gefunden haben.  
Hinweis: Sie sollten während der Suche im System ihre Vorgehensweise laut äußern bzw. beschreiben. Daran werden Sie vom Versuchsleiter auch regelmäßig erinnert.
3. Es existieren unterschiedliche Betriebsarten, um das zuvor kennen gelernten Messprogramm auszuführen. Im System finden Sie Informationen zu den Betriebsarten, die geeignet sind. Ermitteln Sie 3 geeignete Verfahren.
4. Wie ist die Rundheit definiert? Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems. Navigieren Sie dafür ohne Verwendung der Suchfunktion durch das System und beschreiben Sie ihre Vorgehensweise. Geben Sie im Anschluss daran kurz mit eigenen Worten wieder, wie Rundheit definiert wird.
5. Bei einer Messung können unterschiedliche Tastsysteme verwendet werden. Finden Sie mit Hilfe des Systems heraus, wie neue Tastsysteme definiert werden. Geben Sie anschließend die Bestandteile eines Tastsystems wieder.
6. Nachdem Sie nun das Tastsystem kennen gelernt haben, erläutern Sie bitte unterschiedliche Antastrichtungen. Navigieren Sie dafür durch das System.
7. Wie können Hilfsachsen positioniert werden? Navigieren Sie dafür ohne Verwendung der Suchfunktion durch das System und beschreiben Sie ihre Vorgehensweise. Geben Sie im Anschluss daran kurz mit eigenen Worten wieder, was zur Positionierung des Tasters eingestellt werden muss.
8. Informieren Sie sich mit Hilfe des Systems über „Filter- und Auswertungseinstellungen“ zur Bereinigung der Ergebnisse. Beschreiben Sie anschließend in eigenen Worten, welche Einstellung vorgenommen werden müssen.
9. Zur Darstellung der Ergebnisse werden Protokolle generiert. Vom Hersteller wird ein Protokollkopf vorgegeben, der unterschiedliche Daten enthält. Informieren Sie sich über die unterschiedlichen Daten. Nutzen Sie dafür das vorliegende System und äußern Sie ihre Gedanken bzw. Vorgehensweise laut.

## 10.8.2 Permutationsplan

Block 1				Block 3			
Original	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Original	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9
Personalisiert	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Neutral	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3
Neutral	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Personalisiert	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6
Persona- verteilung	1xBertram 1xEmil	2xAlice	1xAlice	Persona- verteilung	1 x Bertram	1 x Claire 1 x Franziska	1 x Alice 1 x Claire
Block 2				Block 4			
Neutral	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Personalisiert	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9
Personalisiert	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Original	Aufgaben 4-6	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3
Original	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6	Neutral	Aufgaben 7-9	Aufgaben 1-3	Aufgaben 4-6
Persona- verteilung	1 x Bertram 1 x Claire	1 x Alice 1 x Bertram 1 x Emil	1 x Alice	Persona- verteilung	1 x Bertram	1 x Claire	1 x Bertram 1 x Claire

Abbildung 113 Permutationsplan zur Darstellung der bearbeiteten Aufgaben mit den jeweiligen Systemen

### 10.8.3 Interview zur Lernsystembewertung

A Fragen zur Hilfesystem-Nutzung					
	Gar nicht	Ein bisschen	Mittelmäßig	Ziemlich gut	Sehr gut
1. Ich bin mit den theoretischen Grundlagen zu Zugprüfversuchen vertraut.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich kenne mich mit einer Zugprüfmaschine aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Mit welchen der Systeme konnten Sie am besten arbeiten?

neutrales System       personalisiertes System       originales System

Warum?

4. Sind bei der Nutzung des Hilfesystems Probleme / Schwachstellen aufgetreten?

(Wo, welche Aufgabe, welches System...)

5. Hat Ihnen eine Aufgabe besondere Probleme bereitet?

(Aufgaben-Nr, System...)

6. Wenn Sie das Hilfesystem nicht unter diesen Versuchsbedingungen, sondern privat / beruflich genutzt hätten, hätten Sie die Suche zwischenzeitlich abgebrochen?

Ja       Nein

Falls ja - liegt am System oder am Text?

7. Nennen Sie 3 Aspekte, die Sie verbessern würden.

(Welches System, ....)

Abbildung 114 Interview zur Lernsystembewertung

### 10.8.4 Personaspezifische Auswertung des AttrakDiff-Fragebogens

Tabelle 27 Anzahl der getesteten Personen pro Persona

Personas	Anzahl
Alice	6
Bertram	6
Claire	5
Donald	0
Emil	2
Franziska	1

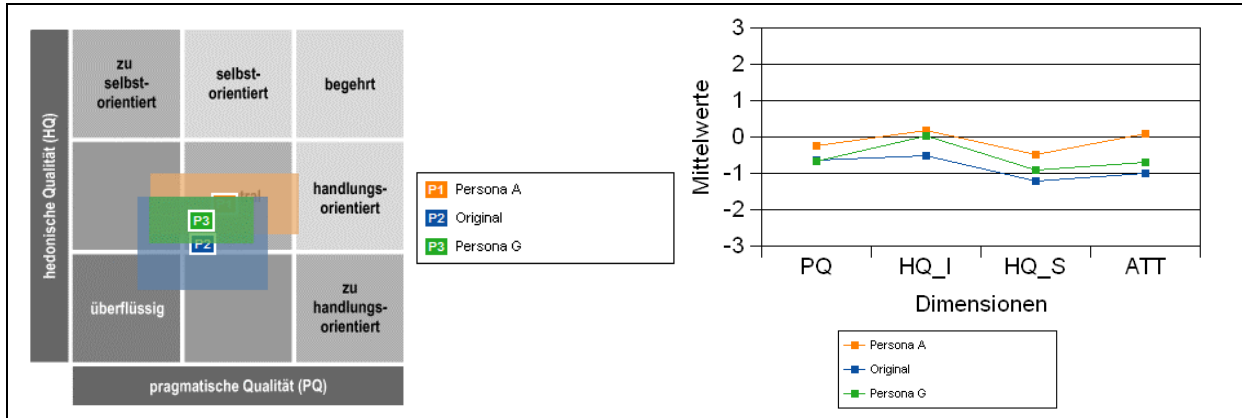


Abbildung 115 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für ALICE und des neutralen Lernsystems

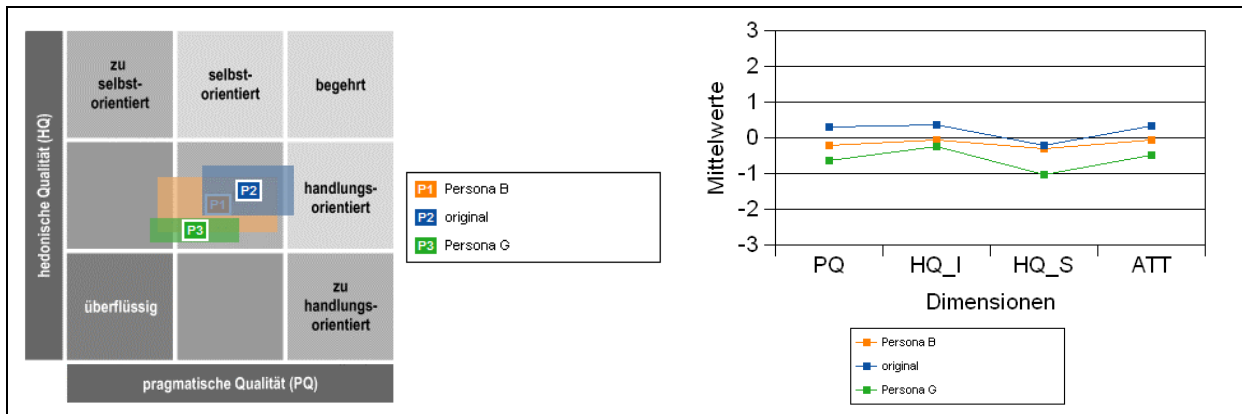


Abbildung 116 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für BERTRAM und des neutralen Lernsystems

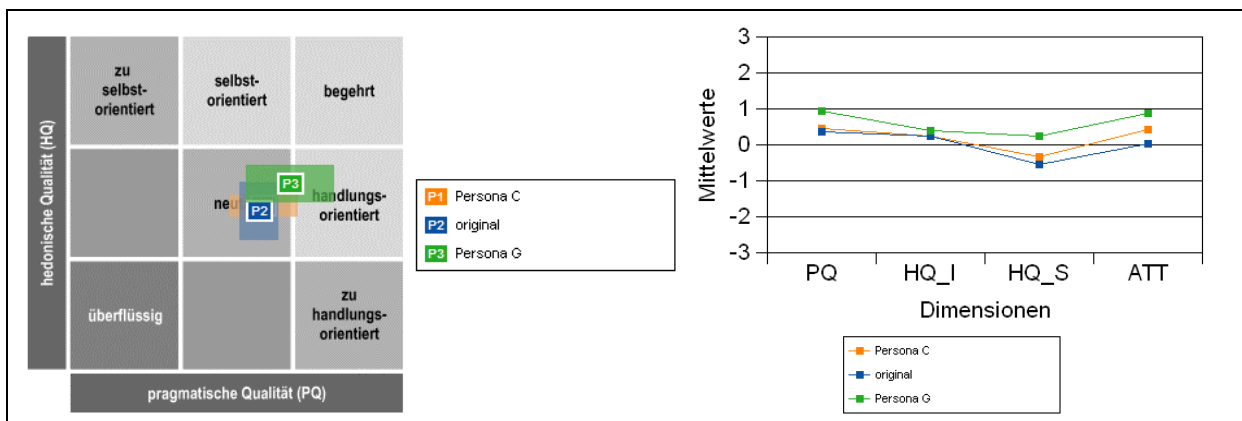


Abbildung 117 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für CLAIRE und des neutralen Lernsystems

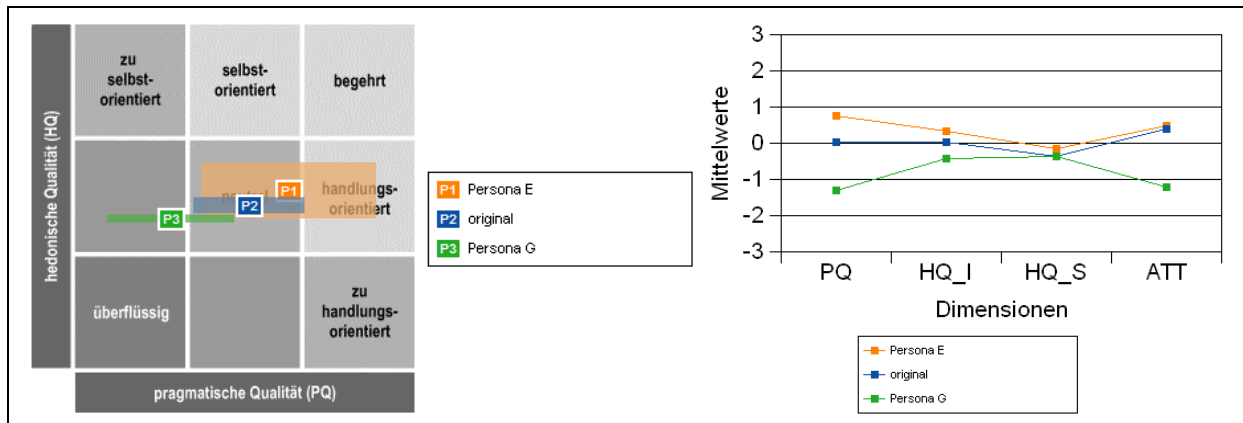


Abbildung 118 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für EMIL und des neutralen Lernsystems

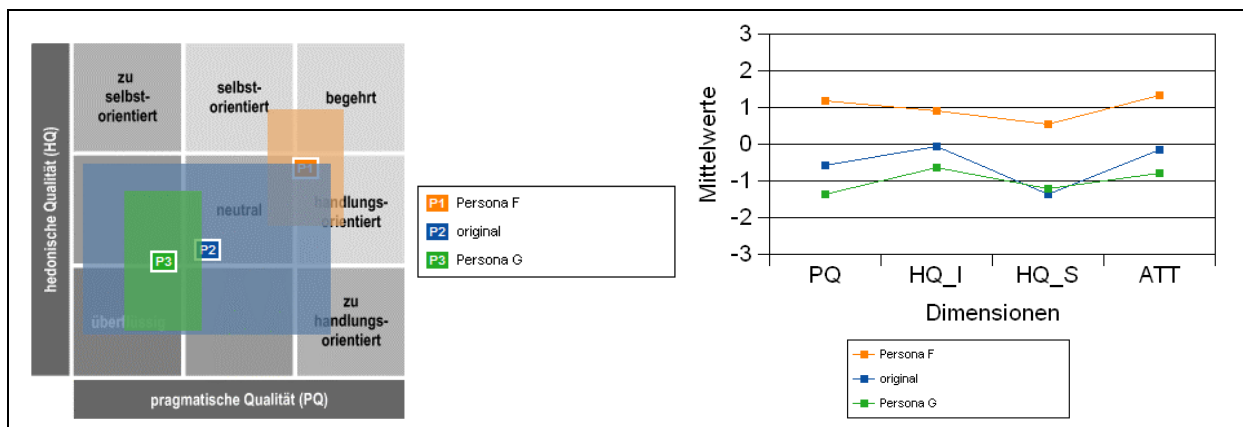


Abbildung 119 Portfolio und Mittelwertsdiagramm der Bewertung des Lernsystems für FRANZISKA und des neutralen Lernsystems

Tabelle 28 Bearbeitungszeiten für drei Aufgaben mit den verschiedenen Lernsystemen

	Originalsystem	Neutrales Lernsystem	Personalisierte Lernsysteme
Summe (h)	2:41:10	2:46:06	<b>2:37:54</b>
Durchschnitt (min)	08:03	08:18	<b>07:54</b>
Nutzeranzahl der schnellsten Bearbeitung	3	7	<b>10</b>



## 10.9 Ergebnisse der Gesamtbewertungen der personalisierten und des neutralen Lernsystems

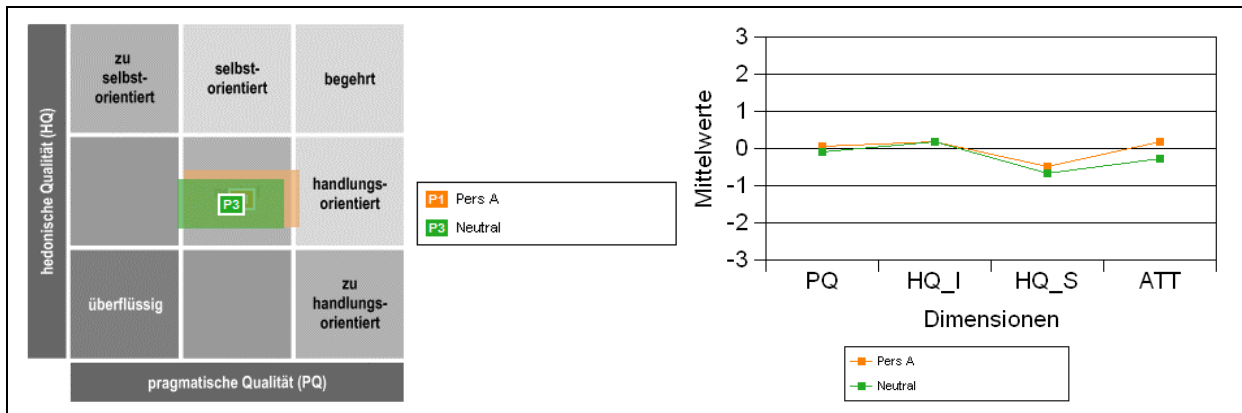


Abbildung 120 Gesamtauswertung der Bewertung des Lernsystems aller ALICE zugeordneten Probanden

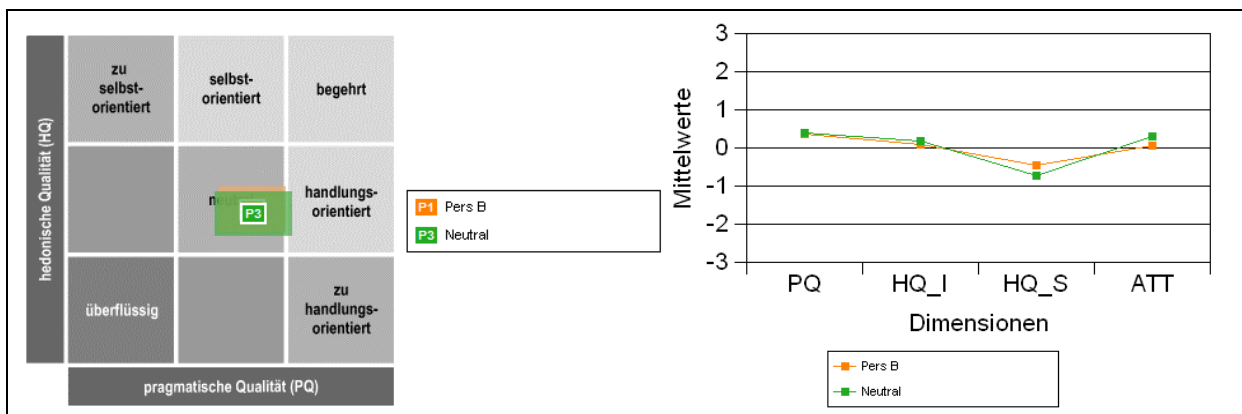


Abbildung 121 Gesamtauswertung der Bewertung des Lernsystems aller BERTRAM zugeordneten Probanden

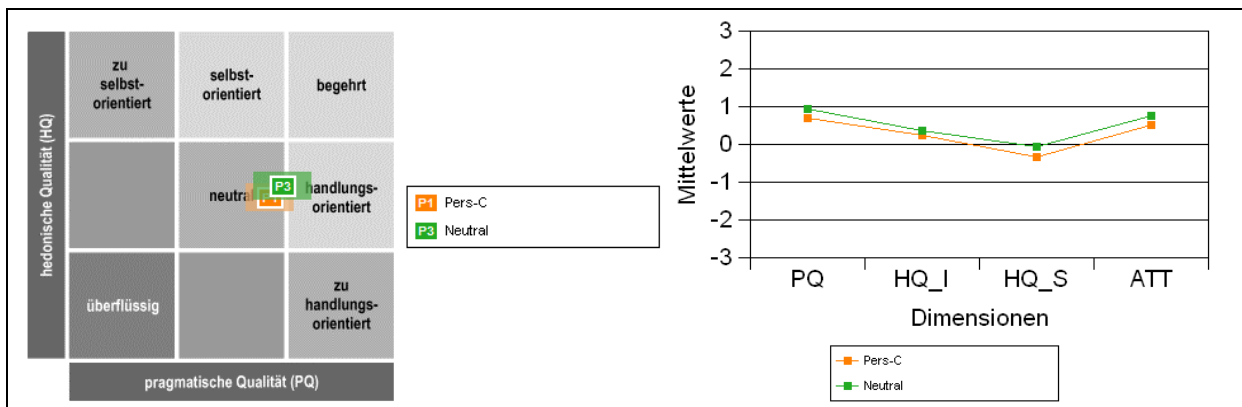


Abbildung 122 Gesamtauswertung der Bewertung des Lernsystems aller CLAIRE zugeordneten Probanden

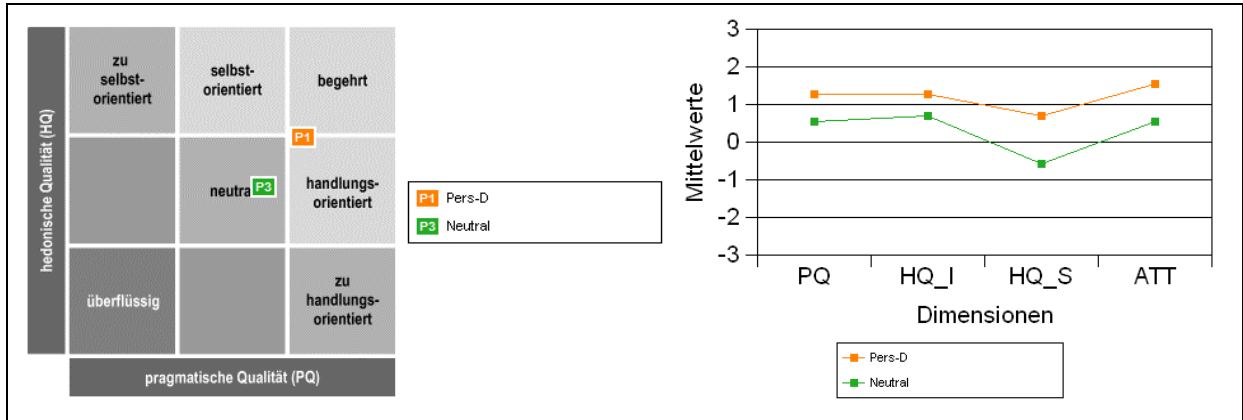


Abbildung 123 Gesamtauswertung der Bewertung des Lernsystems aller DONALD zugeordneten Probanden

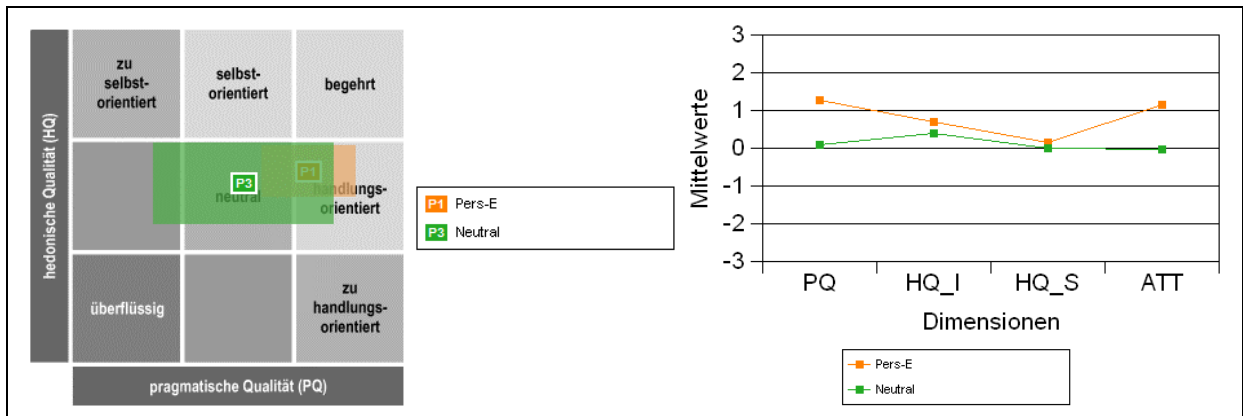


Abbildung 124 Gesamtauswertung der Bewertung des Lernsystems aller EMIL zugeordneten Probanden

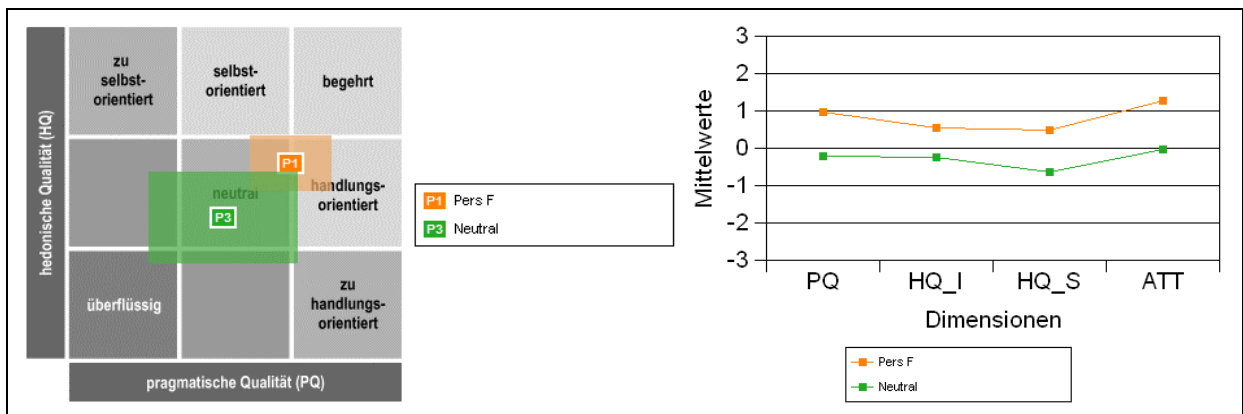


Abbildung 125 Gesamtauswertung der Bewertung des Lernsystems aller FRANZISKA zugeordneten Probanden

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name: Nancy Thiels  
Anschrift: Breslauerstr. 31  
66798 Wallerfangen  
Geburtsdatum: 03.11.1979  
Familienstand: Ledig  
Staatsangehörigkeit: Deutsch

### Schulausbildung

08/1986 – 07/1990 Grundschule im Alten Kloster in Saarlouis-Fraulautern  
08/1990 – 06/1999 Max-Planck-Gymnasium in Saarlouis

### Studium

10/1999 – 07/2004 Studium des Wirtschaftsingenieurwesens Studienrichtung Maschinenbau an der Universität Kaiserslautern mit der Vertiefungsrichtung Produktionstechnik, Finanzwirtschaft und Recht; Abschluss: Diplom-Wirtschaftsingenieur  
10/2003 – 03/2004 Studienarbeit an der University of Canterbury, Christchurch (Neuseeland)

### Praktische Tätigkeiten

08/1999 – 10/1999 Praktikant bei der Ford AG in Saarlouis  
04/2001 – 03/2002 Wissenschaftliche Hilfskraft im Fachbereich Mathematik der Universität Kaiserslautern  
08/2002 – 10/2002 Praktikant bei A.S.M. S.A. in Reus (Spanien)  
04/2002 – 03/2004 Wissenschaftliche Hilfskraft am Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) der Universität Kaiserslautern

### Berufliche Tätigkeiten

08/2004 – 03/2007 Wissenschaftlicher Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) und am Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion (ZMMI) der Technischen Universität Kaiserslautern  
04/2007 – 11/2007 Researcher am Zentrum für Mensch-Maschine-Interaktion (ZMMI) des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH