

Christian M. Knoll

**Einfluss des visuellen Urteils auf  
den physisch erlebten Komfort  
am Beispiel von Sitzen.**

Ein Beitrag zu dem Verhältnis von  
Ergonomie und Industriedesign.

Stuttgart & München, 2006



Lehrstuhl für Ergonomie der  
Technischen Universität München

# Einfluss des visuellen Urteils auf den physisch erlebten Komfort am Beispiel von Sitzen.

Ein Beitrag zu dem Verhältnis von  
Ergonomie und Industriedesign.

Christian M. Knoll

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen der  
Technischen Universität München  
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs  
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann  
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb  
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath  
Universität Stuttgart

Die Dissertation wurde am 22.11.2006 bei der  
Technischen Universität München eingereicht und durch die  
Fakultät für Maschinenwesen am 17.03.2007 angenommen.





---

## Vorwort

"Wollen Sie bei uns promovieren?" wurde ich bei meinem Einstellungsgespräch am Fraunhofer-IAO Anfang des Jahres 2000 gefragt. Ich meine, eine gewisse Überraschung in den Gesichtern meiner Gesprächspartner entdeckt zu haben, als ich dies aus tiefster Überzeugung verneinte. Nach dem Studium des Maschinenbaus an der TU München und einem Aufbaustudium Design an der Kunstakademie Stuttgart verspürte ich damals nicht den Drang nach einer neuerlichen Aufgabe, die mich jahrelang verfolgen würde. Daran, dass ich mich Anfang des Jahres 2004 doch dazu entschlossen habe, hat mein Cousin Dr. Stefan Knoll großen Anteil. In den Gesprächen mit ihm bin ich zu der Überzeugung gelangt, dass die Promotion für mich nicht nur eine spannende Herausforderung, sondern auch eine geeignete Zukunftsinvestition darstellt.

Bei der Wahl des Themas war mir wichtig, eine Brücke zwischen meinen beiden Studiengängen zu schlagen, also die Ergonomie und das Design als sich ergänzende Disziplinen zu verknüpfen. Ich bin davon überzeugt, dass beide in erheblichem Maße voneinander profitieren können und dass die Kombination von beiden Produkte hervorbringt, die aus Nutzersicht buchstäblich hervorragend sind.

Ich hatte nicht das Glück, für diese Arbeit einen öffentlichen oder industriellen Kooperationspartner zu gewinnen, aber ich hatte das Glück, von Menschen umgeben zu sein, die mir eine wertvolle Unterstützung waren.

An erster Stelle sind hier meine beiden Korrektoren Prof. Dr. Heiner Bubb und Prof. Dr. Dieter Spath zu nennen, denen ich für die Zeit und die Mühe danke, die sie in die persönliche Betreuung dieser Arbeit investiert haben. Die zahlreichen Besprechungen haben mir nicht nur Orientierung gegeben, sondern auch Freude bereitet – Freude, die es mir sehr erleichtert hat, „am Ball zu bleiben“.

Ferner danke ich Prof. Dr. Peter Kern für sein stetiges Interesse am Fortgang der Arbeit und für die Literaturtips, die er mir immer wieder zukommen ließ, außerdem Dr. Wilhelm Bauer, dessen Korrekturen von Projektanträgen in einer frühen Phase zur Klärung der inhaltlichen Abgrenzung beigetragen haben.

Ein großer Dank gebührt Prof. Dr. Dr.h.c. Siegfried Maser, der mich bei der anfänglichen Themensuche beraten hat und dessen dreitägiges Seminar „Zur Ästhetik gestalteter Produkte“ im Juni 2004 ein Genuss war, der mir den Einstieg in dieses Thema erheblich erleichtert hat.

Im Umfeld meiner Institutskollegen gilt mein Dank Dietmar Kempf, der mir immer mit Rat und Tat bei den zahlreichen technischen Tücken eines solche Vorhabens zur Seite stand, Petra Grunewald und Oliver Forgatsch für hilfreiche Literaturtips, Frank Ehmer, dessen Diplomarbeit über das Korrelationsexperiment den Grundstein zu allen Versuchen gelegt hat, Tomas Grupp, der unermüdlich Literaturquellen beschafft und archiviert hat, Rolf Zöllner (Lehrstuhl für Ergonomie der TU München) und Dr. Fabian Hermann, die mir bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials behilflich waren, Philipp Creutz, der bei der Sichtung und Auswertung von Quellen zum Thema „Ästhetik“ mitgewirkt hat, Ulrike Rostek und Steffi Heinlein, deren Diplom- bzw. Studienarbeit die inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Thema befördert haben, Philipp Böhmel, der mir aufgrund seiner langjährigen Arbeit im Design ein wichtiger Gesprächspartner war, Hendrik Kuijs, dessen medientechnisches Können etliche Probleme gelöst hat, wobei er auch unter widrigen Umständen für atmosphärische Ausgeglichenheit gesorgt hat, Lilia Kleemann, die maßgeblich an der zeichnerischen

---

Entwicklung und an der handwerklichen Erstellung der Handhabungsmodelle beteiligt war, Gerd Reichmann, der die 3D-CAD-Modellierung der Handhabungsmodelle übernommen hat, Manfred Seib, ohne dessen unermüdlichen Einsatz Aufbau und Endmontage der Versuchsstühle, sowie die Erstellung der Gussmodelle unmöglich gewesen wären, Sead Becirovic, der mit seinen Excel-Kenntnissen die Durchführung der Paarvergleiche erheblich rationalisiert hat, Thomas Weller, der große Teile der Versuchsvorbereitung, Datenerhebung und Datenarchivierung im Rahmen der Validierungsversuche übernommen hat, Dr. Martin Braun und Lorenz Hagenmeyer, mit denen ich mich über Fragen zur Herangehensweise und Datenauswertung austauschte, und nicht zuletzt meinen 160 auskunftsfreudigen Probandinnen und Probanden, die sich Zeit für die Versuche genommen haben.

Des Weiteren danke ich meinem neuen Arbeitgeber, der BMW Group München, namentlich Dr. Michael Würtenberger, Dr. Lutz Eckstein und Hermann Künzner. Ihrer Bereitschaft, mir zeitliche Flexibilität einzuräumen, habe ich es zu verdanken, dass ich die Arbeit bis zum Ende des Jahres 2006 zum Abschluss bringen konnte.

Leidtragende meiner akademischen Bemühungen war vor allem meine Freundin Jae-hee, der ich für ihre liebevolle Geduld mit meiner einseitigen Freizeitgestaltung, sowie für viele Anregungen aus ihrer eigenen Promotion danke. Eine wichtige Hilfe war mir außerdem die mentale Unterstützung durch meine Mutter und meinen Vater. Meinem Vater danke ich außerdem für das Korrekturlesen der Arbeit. Er hat damit dem Leser nicht nur Rechtschreibfehler, sondern auch so manchen schwer verdaulichen Fachausdruck erspart.

Leidtragende war außerdem meine Schwester Barbara. Ich habe ihr Verständnis für mein stark verspätetes Erscheinen zu einem einschneidenden familiären Ereignis auf eine harte Probe gestellt. Ihr gilt deswegen mein besonderer brüderlicher Dank.

Stuttgart, im November 2006

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>V</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>VII</b>
<b>Begriffe und Abkürzungen</b>	<b>XIII</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>XIV</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Die Macht des Gefallens .....	1
1.2 Komfort als Resultat aus Gefallen und Nicht-Erleiden .....	1
1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen.....	3
1.4 Untersuchungsgegenstand.....	3
1.5 Interdisziplinärer Charakter von Ästhetik.....	5
1.6 Vorgehensweise .....	5
<b>2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft</b>	<b>9</b>
2.1 Klassische Zielsetzung der Arbeitswissenschaft: Durch Diskomfort hervorgerufenen „Erleiden“ vermeiden .....	9
2.1.1 Definition von Diskomfort.....	10
2.1.2 Ursachen von Diskomfort.....	10
2.1.3 Folgen von Diskomfort.....	11
2.1.4 Vermeidungsstrategien .....	11
2.1.5 Diskomfort beim Sitzen.....	11
2.1.5.1 Schmerzen .....	11
2.1.5.2 Belastung und Beanspruchung von Muskeln und Skelett.....	12
2.1.5.3 Zeitliche Abhängigkeit des Sitz-Diskomforts .....	14
2.1.5.4 Hierarchisches Modell des Sitz-Diskomforts.....	15
2.1.5.5 Hierarchisches Modell des Sitz-Diskomforts – Physische und physiologische Ursachen von Komfort.....	16
2.1.6 Methoden zur Messung des Diskomforts, auch beim Sitzen .....	17
2.1.6.1 Subjektive Verfahren.....	17
2.1.6.2 Objektive Verfahren.....	18
2.1.6.3 Verbindung von objektiven und subjektiven Verfahren: Psychophysik .....	20
2.1.7 Abgeleitete arbeitswissenschaftliche Empfehlungen zur Minimierung des Diskomforts beim Sitzen .....	21
2.1.7.1 Verhaltensmaßnahmen .....	21
2.1.7.2 Gestaltung von Bürostühlen .....	23
2.1.7.3 Widersprüchlichkeiten der Empfehlungen.....	26
2.2 Erweiterte Zielsetzung der Arbeitswissenschaft: Komfort fördern.....	29
2.2.1 Neue Definition von Komfort in der Arbeitswissenschaft nach ZHANG.....	29
2.2.2 Psychisch-kognitive und emotionale Einflussfaktoren von Komfort.....	31
2.2.2.1 Vertrauen .....	31
2.2.2.2 Kein Verdruss .....	31
2.2.2.3 Bedienungsfreundlichkeit.....	32

---

2.2.2.4	Innere Einstellung, Erwartungshaltung, geistige Ablenkung.....	33
2.2.2.5	Kulturelle Abstammung.....	33
2.2.2.6	Umgebungswirkung.....	34
2.2.2.7	Ästhetik.....	34
2.2.3	Situative Faktoren.....	34
2.2.3.1	Nutzungskontext.....	34
2.2.3.2	Soziale Faktoren und individuelle Präferenz.....	35
2.2.4	Folgen von Komfort.....	36
2.2.5	Förderstrategien.....	36
2.2.5.1	Freude als positive Emotion beim Umgang mit dem Objekt.....	36
2.2.5.2	Gefallen begünstigendes und Emotionen weckendes Produktdesign.....	38
2.2.5.3	Haptische Qualität des Objekts.....	39
2.2.5.4	Förderung der eigenen Kreativität.....	40
2.2.5.5	Ethische Qualität.....	40
2.2.6	Sitzkomfort.....	41
2.2.6.1	Übertragbarkeit der bisherigen Feststellungen.....	41
2.2.6.2	Beispielhafte Anwendung.....	41
2.2.6.3	Weiterentwicklung des Sitzkomfortmodells von ZHANG.....	42
2.2.7	Methoden zur Messung des Komforts, auch beim Sitzen.....	43
2.2.7.1	Subjektive Verfahren.....	43
2.2.7.2	Objektive Verfahren.....	47
2.2.8	Abgeleitete arbeitswissenschaftliche Empfehlungen zur Steigerung des Sitzkomforts.....	47
2.3	Forschungsdefizit.....	49
<b>3.</b>	<b>Determinanten des Gefallens. Evolutionspsychologischer Zugang zur Ästhetik und Ansatz einer praktischen Anwendung.</b>	<b>51</b>
3.1	Ästhetik.....	52
3.1.1	Grundlagen.....	52
3.1.1.1	Bedeutung des Begriffs „Ästhetik“.....	52
3.1.1.2	Abgrenzung Ästhetik – Kognition – Emotion.....	52
3.1.1.3	Ausgewählte Merkmale der Wahrnehmung.....	55
3.1.1.4	Positive Aspekte positiver ästhetischer Urteile.....	57
3.1.1.1	Schönheit.....	58
3.1.1.2	Geschmack.....	59
3.1.1.3	Mode, Zeitgeist und Stil.....	60
3.1.2	Kritik an der Nutzbarmachung der Ästhetik für kommerzielle Zwecke.....	62
3.1.3	Exkurs: Gestaltung als zivilisatorisches Phänomen.....	63
3.1.4	Von der Gestaltästhetik der Antike bis zu Kants formalistischer Ästhetik.....	65
3.1.5	Thematische Eingrenzung der Arbeit.....	70
3.2	Evolutionäre Ästhetik.....	71
3.2.1	Anpassung als Überlebensstrategie.....	71
3.2.2	Anpassungsfunktionen der Sinne und daraus resultierende Präferenzen.....	72
3.2.2.1	Sehsinn: Navigation und Identifikation unterstützen.....	72
3.2.2.2	Tastsinn: Kenntnis gewinnen und Lernen fördern.....	76
3.2.2.3	Hörsinn: Signale erkennen, kommunizieren.....	77
3.2.2.4	Geschmacks- und Geruchssinn: Überleben sichern und Erinnerung unterstützen.....	77
3.2.2.5	Gehirn als „6. Sinn“ und die Rolle seiner Gedächtnisfunktion.....	78
3.3	Der Evolutionären Ästhetik zugrunde liegende Prinzipien, bestimmende Größen und deren Anwendung.....	80
3.3.1	Prinzip 1: Maximaler Effekt mit minimalem Aufwand.....	80
3.3.1.1	Einfachheit.....	81

3.3.1.2	Zweckmäßigkeit .....	82
3.3.2	Prinzip 2: Einheit in der Vielfalt .....	82
3.3.2.1	Kontrast .....	83
3.3.2.2	Harmonie und Proportion .....	84
3.3.2.3	Spezialfall „Goldener Schnitt“ .....	85
3.3.2.4	Symmetrie .....	86
3.3.2.5	Organisation .....	87
3.3.3	Prinzip 3: Most Advanced Yet Acceptable (MAYA) .....	90
3.3.3.1	Vertrautheit .....	90
3.3.3.2	Neugier .....	91
3.3.3.3	Überraschung, Neuartigkeit .....	92
3.3.3.4	Anmerkung zum Spieltrieb .....	93
3.3.3.5	Komplexität .....	94
3.3.4	Prinzip 4: Redundanz und Widerspruchsfreiheit .....	94
3.3.4.1	Redundanz .....	95
3.3.4.2	Konsistenz Erwartung – Realität .....	96
3.4	Sind diese Prinzipien als „Bauplan der Natur“ verallgemeinbar? .....	97
3.4.1.1	Beispiele in der Natur für Prinzip 1: Maximaler Effekt mit minimalem Aufwand .....	97
3.4.1.2	Beispiele in der Natur für Prinzip 2: Einheit in der Vielfalt .....	98
3.4.1.3	Beispiele in der Natur für Prinzip 3: Most Advanced Yet Acceptable .....	99
3.4.1.4	Beispiele in der Natur für Prinzip 4: Widerspruchsfreiheit / Redundanz .....	100
3.4.1.5	Schlussfolgerung .....	101
3.5	Weitere Indizien für die formale Vorbildfunktion der Natur .....	102
3.5.1	Biophilie als Zeichen menschlicher Verbundenheit mit der Natur .....	102
3.5.2	Das „Naturschöne“ .....	103
3.5.3	Bionik: Technische Nutzbarmachung natürlicher Prinzipien weit über die Form hinaus .....	104
3.6	„Biomorphie“ als phänotypische Ausprägung evolutionärer Prinzipien .....	106
3.6.1	Wortbedeutung .....	106
3.6.2	Kriterien von Biomorphie .....	106
3.6.3	Die Natur als Vorbild für das Design? .....	108
3.6.3.1	Definitionen und Qualitätsmaßstäbe von Design .....	108
3.6.3.2	Designbeispiel zu Prinzip 1: Maximaler Effekt mit minimalem Aufwand .....	110
3.6.3.3	Designbeispiel zu Prinzip 2: Einheit in der Vielfalt .....	112
3.6.3.4	Designbeispiel zu Prinzip 3: Most advanced yet acceptable .....	113
3.6.3.5	Designbeispiel zu Prinzip 4: Redundanz und Widerspruchsfreiheit .....	114
3.6.3.6	Differenzierung zur „organischen“ Form .....	116
3.7	Schlussfolgerungen .....	121
<b>4.</b>	<b>Forschungsansatz</b> .....	<b>125</b>
<b>5.</b>	<b>Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion</b> .....	<b>127</b>
5.1	Korrelationsexperiment: Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Sitzkomfort und dem Gefallen eines Stuhles und welche Baugruppen des Stuhles spielen hierbei eine dominante Rolle? .....	127
5.1.1	Zielsetzung .....	127
5.1.2	Methode .....	128
5.1.2.1	Designbewertung .....	128
5.1.2.2	Komforterwartung .....	129
5.1.2.3	Komfort- und Diskomforturteil; Komfortranking .....	129
5.1.3	Auswahlkriterien für die Stühle .....	130
5.1.4	Versuchsaufbau .....	130

---

5.1.5	Hauptabmessungen der Versuchsstühle.....	133
5.1.6	Ablauf der Versuche .....	133
5.1.7	Ergebnisse .....	134
5.1.7.1	Versuchspersonen.....	135
5.1.7.2	Merkmale eines idealen Bürostuhls.....	135
5.1.7.3	Durchschnittliche Platzierungen der Stühle .....	135
5.1.7.4	Kriteriengewichtung und Kaufentscheidung .....	136
5.1.7.5	Wichtige Baugruppen und Eigenschaften über alle Stühle.....	137
5.1.7.6	Bedeutung der Baugruppen bei der Bewertung von Design und Komforterwartung.....	139
5.1.7.7	Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Baugruppen .....	139
5.1.7.8	Zusammenhang zwischen Designbewertung und Komfortranking.....	140
5.1.8	Diskussion der Ergebnisse .....	141
5.2	Synthese: Ausarbeitung von Armlehnenvarianten .....	144
5.2.1	Zielsetzung.....	144
5.2.2	Methode und Sprachregelung.....	144
5.2.3	Formale Kriterien bei der Gestaltung von Armlehnen .....	145
5.2.4	Entwicklung erster Varianten.....	145
5.2.4.1	Formstudien .....	146
5.2.4.2	Festlegung der mechanischen Anbindung und der Form der Kontaktfläche mit dem Unterarm.....	148
5.2.4.3	Festlegung der grundsätzlichen Bauformen .....	148
5.2.4.4	Biomorphe Varianten mit hervorgehobenen haptischen Qualitäten.....	150
5.3	Vorauswahl der Armlehnenvarianten durch visuelle Präferenztests.....	152
5.3.1	Zielsetzung.....	152
5.3.2	Methode.....	152
5.3.2.1	Vorabtests .....	153
5.3.2.2	Graphische Verfeinerung der Varianten.....	153
5.3.2.3	Ablauf der Befragung .....	154
5.3.3	Auswertung .....	155
5.3.3.1	Probandenprofil.....	155
5.3.3.2	Rangfolge.....	156
5.3.3.3	Nach Gesamtpunkten bestbewerteter Stuhl.....	156
5.3.3.4	Varianz der Wertung.....	157
5.3.3.5	Häufigkeit von Präferenzen, unabhängig vom Rangplatz .....	157
5.3.3.6	Paarvergleichsskalierung nach dem „Law of Comparative Judgement“.....	158
5.3.3.7	Vergleich zwischen biomorph und technisch gestalteten Stühlen.....	159
5.3.3.8	Vergleich der Stühle in Paaren.....	160
5.3.3.9	Vergleich der verbalen Begründungen für die Platzierungen 1 und 6 .....	160
5.3.4	Diskussion der Ergebnisse .....	162
5.3.5	Vorgaben für die zu entwickelnden Armlehrentypen .....	163
5.4	Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten.....	164
5.4.1	Zielsetzung.....	164
5.4.2	Methode.....	164
5.4.3	Umsetzung.....	164
5.4.3.1	CAD-Modellierung.....	164
5.4.3.2	Gussmodellbau.....	167
5.4.3.3	Aluminiumguss.....	167
5.4.3.4	Kunststoffbeschichtung .....	168
5.4.3.5	Montage.....	168
5.5	Validierung in Sitztests mit Handhabungsmodellen .....	171
5.5.1	Zielsetzung.....	171
5.5.2	Methode.....	171

5.5.2.1	Messung der Lastverteilung zur Probandenauswahl für Sitztests.....	174
5.5.2.2	Ablauf der Sitztests.....	181
5.5.3	Auswertung .....	181
5.5.3.1	Probandenprofil.....	182
5.5.3.2	Platzierungen der Stühle in allen drei Testabschnitten.....	183
5.5.3.3	Designbewertung .....	185
5.5.3.4	Komforterwartung.....	191
5.5.3.5	Diskomfort-Ranking und Komforturteile .....	195
5.5.3.6	Bewertung der Armlehnen.....	200
5.5.3.7	Zusammenhang zwischen Designbewertung und Gesamtkomfortbewertung .....	202
5.5.3.8	Vergleich der Gestaltungsformen .....	204
5.5.3.9	Visuelle Auswertung der Sitzhaltungen.....	204
5.5.4	Diskussion der Ergebnisse .....	206
5.5.4.1	Designbewertung .....	206
5.5.4.2	Bewertung des erwarteten Komforts.....	207
5.5.4.3	Diskomfort-Ranking und Komforturteile .....	208
5.5.4.4	Armlehnenbewertung.....	209
5.5.4.5	Zusammenhang zwischen Designbewertung und Komforturteil .....	210
5.6	Fazit der Validierungsversuche.....	212
5.6.1	Ganzheitlichkeit der Wahrnehmung .....	212
5.6.2	Einfluss des körperlichen Kontakts und der Zeit.....	212
5.6.3	Biomorphie begünstigt ein positives Gefallensurteil.....	213
5.6.4	Bestätigung der Gestaltungsregeln.....	213
5.6.5	Gültigkeitsbereich.....	214
<b>6.</b>	<b>Kritischer Ausblick</b>	<b>217</b>
<b>7.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>219</b>
7.1	Forschungsfrage 1: Werden Produkte als komfortabler wahrgenommen, die besser gefallen?.....	220
7.2	Forschungsfrage 2: Auf welche Merkmale des Produktes stützt sich das Gefallensurteil?.....	220
7.3	Forschungsfrage 3: Nach welchen Prinzipien der menschlichen Wahrnehmung wird das Gefallensurteil gefällt? .....	220
7.4	Forschungsfrage 4: Lassen sich Regeln aufstellen, wie ein positives Gefallensurteil begünstigt werden kann?.....	221
7.5	Forschungsfrage 5: Lässt sich somit das Design gezielt zur Komfortsteigerung einsetzen? .....	222
<b>8.</b>	<b>Anhang</b>	<b>225</b>
8.1	Korrelationsexperiment: Fragebogen .....	225
8.2	Korrelationsexperiment: Detaillierte Ergebnisse der 4 Stühle.....	230
8.2.1	Designbewertung .....	230
8.2.1.1	Designbewertung Stuhl 1.....	230
8.2.1.2	Designbewertung Stuhl 2.....	232
8.2.1.3	Designbewertung Stuhl 3.....	233
8.2.1.4	Designbewertung Stuhl 4.....	235
8.2.2	Komforterwartung.....	237
8.2.2.1	Komforterwartung Stuhl 1 .....	238
8.2.2.2	Komforterwartung Stuhl 2 .....	238
8.2.2.3	Komforterwartung Stuhl 3 .....	239
8.2.2.4	Komforterwartung Stuhl 4 .....	240

8.2.3	Komfort- und Diskomforturteil; Komfortranking .....	241
8.2.3.1	Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 1 .....	243
8.2.3.2	Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 2 .....	244
8.2.3.3	Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 3 .....	244
8.2.3.4	Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 4 .....	245
8.3	Präferenztest (nur visuell): Fragebogen .....	247
8.4	Präferenztest (nur visuell): Beispielscreens des Excel-basierten Paarvergleichs.....	248
8.5	Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Daten der Sitzdruckverteilungsmessung.....	253
8.6	Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Fragebögen .....	315
8.6.1	Fragebogen für den Versuchsleiter .....	315
8.6.2	Fragebogen für den Probanden.....	326
8.7	Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Stuhlübersicht .....	333
8.8	Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: t-Test-Tabelle .....	334
<b>9.</b>	<b>Literatur</b>	<b>335</b>
<b>10.</b>	<b>Kontaktanschrift</b>	<b>377</b>



## Begriffe und Abkürzungen

AL	Armlehnen (in Tabellen und Abbildungen)
Autochton	an dieser Stelle
Cortex	Großhirnrinde
Dorsal	zum Rücken gerichtet, rückenwärts
FSA Auswertesoftware	Force Sensitive Applications, Herstellername
Haltungsfixation	Festhalten des Körpers in einer statischen Sitzhaltung
IAO	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
Intradiskal	zwischen den Bandscheiben
Kanonische Elemente	Kurven und Flächen, die sich vollständig durch einfache mathematische Gleichungen beschreiben lassen (z.B. Kreis, Ellipse, Parabel, Hyperbel oder Zylinder, Kegel, Kugel)
Konkav	nach außen gewölbt, erhaben
Konvex	nach innen gewölbt, vertieft
KT	Körperteil (in Verbindung mit Tabellen zu Lastmessungen)
Kyphosierung	nach dorsal konvexe Krümmung der Wirbelsäule
LfE	Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München
Lordosierung	nach ventral konvexe Krümmung der Wirbelsäule
Muskuloskeletal	das Muskel- und Skelettsystem betreffend
Nocirezeptor	Rezeptor, der für das Zustandekommen von Empfindungen (hier: Schmerzen) verantwortlich ist
Perzentil	Gibt an, wie viele Personen in Prozent kleiner in Bezug auf ein bestimmtes Maß sind.
RL	Rückenlehne (in Tabellen und Abbildungen)
Rorschachtest	„Tintenklecks-Test“, der für klinische Zwecke in der diagnostischen Psychopathologie verwendet wurde, benannt nach dem Schweizer Psychiater und Psychoanalytiker Hermann Rorschach.
Semantik	Bedeutungslehre
SF	Sitzfläche (in Tabellen und Abbildungen)
Synchronmechanik	Kinematische Zwangskoppelung von Sitzfläche und Rückenlehne in der Form, dass sich die Sitzfläche beim Zurückneigen im Stuhl dorsal absenkt, damit gleichzeitig anstellt, und so ein Abrutschen des Gesäßes zur Sitzvorderkante vermeidet.
Ventral	zum Bauch gerichtet, bauchwärts

---

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1-1:	Komfort als Ergebnis aus Gefallen (Designqualität) und Nicht-Erleiden (ergonomischer Qualität). Darstellung des Verfassers. ....	2
Abbildung 1-2:	Bewegungsloses Sitzen im Beruf und zu Hause als Zeiterscheinung. Quelle: Produktbroschüre des Sitzmöbelherstellers Stokke, Erscheinungsjahr ca. 1998. ....	4
Abbildung 2-1:	Hierarchisches Modell des Sitzkomforts. Nach KRIST (2004). ....	15
Abbildung 2-2:	Auswahl einschlägiger Maßempfehlungen für Bürostühle (statische Betrachtung) .....	24
Abbildung 2-3:	Minimale Körperunterstützung bei maximaler Sitzdynamik: HÅG „Capisco“ (Quelle: www.hag.no). ....	28
Abbildung 2-4:	Zusammenhang zwischen Komfort und Diskomfort nach ZHANG, L., HELANDER, M. G., & DRURY, C. G. (1996): Fortschreiten auf der hyperbelförmigen Linie nach links bedeutet Komfortzunahme. ....	30
Abbildung 2-5:	Stuhlkonzept. Aus: OVERBEEKE, VINK & CHEUNG, S. 266. ....	42
Abbildung 2-6:	Sitzkomfortmodell nach LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. and DIEËN, J. H. van. (2003), S. 988. ....	43
Abbildung 2-7:	Emocards und deren Bedeutung. Quelle: DESMET, P. & OVERBEEKE, C.J. (2001), S. 38. ....	45
Abbildung 2-8:	PrEmo Interface. Quelle: <a href="http://static.studiolab.io.tudelft.nl/gems/desmet/PrEmo.pdf">http://static.studiolab.io.tudelft.nl/gems/desmet/PrEmo.pdf</a> .....	46
Abbildung 3-1:	Auch Kieselalgenstrukturen weisen eine gewichtsoptimierte Struktur auf, die zugleich mechanisch hochstabil ist. Quelle: NACHTIGALL, W. & BLÜCHEL, K. G. (2000), S. 47 (links) bzw. S. 17 (rechts). ....	98
Abbildung 3-2:	Schnitt durch einen Nautilus. Quelle: <a href="http://www.bmyersphoto.com/BWXRAY/nautilus.jpg">www.bmyersphoto.com/BWXRAY/nautilus.jpg</a> .....	99
Abbildung 3-3:	Beispiele <b>biomorph</b> Formen in der Natur: Kieselalgenstrukturen, Placoidschuppen der Haifischhaut, Wurzelwachstum, Manta, Sanddünen. Quellen: obere Reihe NACHTIGALL, S. 279, und S. 51, untere Reihe: <a href="http://www.geoscience-online.de">www.geoscience-online.de</a> .....	107
Abbildung 3-4:	Links: Freischwinger von STAM (Quelle: FIELL (2000), S. 164) und rechts der MR10 von V. D. ROHE (1927) (Quelle: <a href="http://www.markanto.de">www.markanto.de</a> ). ..	111
Abbildung 3-5:	Weiteres Designbeispiel: Liege „fly“ von ZANOTTA (Quelle: <a href="http://www.zanotta.it">www.zanotta.it</a> ). ....	111
Abbildung 3-6:	WRIGHTs Bürostuhl gilt als Prototyp des modernen Bürostuhls. Quelle: FIELL (2000), S. 140. ....	112
Abbildung 3-7:	Weitere Designbeispiele von Sitz- und Liegemöbeln: Links Stuhl „Floris“ von BELTZIG Design Wuppertal (Quelle: FIELL (2000) S. 435), rechts der Sitz „veryround“ von ZANOTTA (2005) (Quelle: <a href="http://www.zanotta.it">www.zanotta.it</a> ). ....	113
Abbildung 3-8:	Typische Bürostühle von 1985 – 1994: „Figura“ von BELLINI & THIEL (1985, Quelle: FIELL (2000), S. 573), „Flexa“ von POLLOCK für Olivetti (1987, Quelle: HEIDER (1994), S. 245). „Silver“ (1989, Quelle: FIELL (2000), S. 581). „T chair“ von CITTERIO & LÖW (1990, Quelle: <a href="http://cserni.at/">http://cserni.at/</a> ). „SoHo“ von LUCCI & ORLANDINI für KNOLL int. (1994, Quelle: FIELL (2000), S. 624). ....	113
Abbildung 3-9:	Bürostuhl „Aeron“ von Herman Miller (1992). Quelle: FIELL (2000), S. 625. ....	114
Abbildung 3-10:	Bürostuhl „Capisco“ von HÅG (ca. 1994) (Quelle: <a href="http://www.hag.no">www.hag.no</a> ) .....	115
Abbildung 3-11:	Redundanz oder schon Formalismus? Stuhl „bone“ von LOVEGROVE (Quelle: FIELL (2000), S. 693) .....	116

Abbildung 3-12: Beispiele für <b>organische</b> Formgebung: Apple iMac von 1998 (Quelle: <a href="http://www.design-report.de">http://www.design-report.de</a> ), Mischpult, Vasen und CD-Spieler von RASHID, K. (Quelle: <a href="http://www.karimrashid.com/">http://www.karimrashid.com/</a> ), Sessel „UP 5“ von PESCE, G. (Quelle: <a href="http://www.museum-kunst-palast.de">www.museum-kunst-palast.de</a> ) sowie verwandte Formen in der Natur (Quelle: <a href="http://www.geoscience-online.de">http://www.geoscience-online.de</a> ) .....	117
Abbildung 3-13: Der ursprünglich für den Außenbereich entworfene „Aluminium Chair“ von EAMES (1958): Starke <i>biomorphe</i> Gestaltmerkmale. (Quelle: ALBUS, V. (2000), S. 109) .....	118
Abbildung 3-14: Beispiele für <b>biomorphe</b> Formelemente. (Quellen: Unbekannt, Objekte aber weitgehend Arbeiten COLANIs zuzuordnen). .....	119
Abbildung 3-15: Mischung biomorpher und organischer Formelemente zu Lasten der Funktionserfüllung: Kaffeekanne „Drop“ von COLANI für Rosenthal (1971). (Quelle: <a href="http://artm-friends.at">http://artm-friends.at</a> ) .....	120
Abbildung 5-1: Teststuhl 1 (Fa. Stoll – Modell „Collection S“) .....	131
Abbildung 5-2: Teststuhl 2 (Fa. Grammer – Modell „GlideTec“).....	131
Abbildung 5-3: Teststuhl 3 (Fa. HÅG – Modell „Credo Collection“) .....	132
Abbildung 5-4: Teststuhl 4 (Fa. Stoll – Modell „Collection K“) .....	132
Abbildung 5-5: Kaufentscheidung der Versuchspersonen .....	137
Abbildung 5-6: Nennungshäufigkeiten von Eigenschaften und Baugruppen bei allen 4 Stühlen (Mehrfachnennungen möglich, keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben, n=12). „Komforterlebnis“ schließt Aussagen zum Diskomfort ein.....	138
Abbildung 5-7: Zusammenhang von Baugruppen und Eigenschaften .....	140
Abbildung 5-8: Verkörperung der beiden Gestaltungsprinzipien „biomorph“ und „technisch-ingenieurhaft“: links: Aluminiumstuhl von Charles und Ray Eames (1953-1957) (aus: ALBUS, V. (2000), S. 109) rechts: Rot-Blauer-Stuhl von Gerrit Rietveld (1917-1923) (aus: ALBUS, V. (2000), S. 32).....	145
Abbildung 5-9: Erste Skizzen und Formstudien zum Thema „vielversprechende Haptik“ und „Biomorphie“ (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) .....	146
Abbildung 5-10: Weitere Skizzen und Formstudien zum Thema „vielversprechende Haptik“ und „Biomorphie“, ferner zur Anbindung der Armlehnen an das Sitzgestell (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers).....	147
Abbildung 5-11: Formstudien zu Armlehnen, die unter der Sitzfläche montiert werden (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) .....	148
Abbildung 5-12: Strukturierung nach den Bauformen „vorne geschlossen“ (1.x), „hinten geschlossen“ (2.x) und „allseits geschlossen“ (3.x). Rot umrandet sind jene Varianten einer Zeile, die als Paar aus „biomorpher“ und „technisch-ingenieurhafter“ Gestaltung ausgewählt wurden. (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) .....	149
Abbildung 5-13: Weitere Ausarbeitung der Varianten mit besonderen haptischen Merkmalen in den drei Bauformen (allseits geschlossene, hinten geschlossene und vorne geschlossene Armlehnen. (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) .....	150
Abbildung 5-14: Realisierung einer vielversprechenden Haptik an Armlehnen mit biomorpher Struktur durch Gestaltung der Ausfall-Enden (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) .....	151
Abbildung 5-15: Erstes Set von Varianten, das in den Vorab-Tests verwendet wurde (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) .....	151

---

Abbildung 5-16: Bezeichnung der finalen, im Präferenztest verwendeten Stuhlvarianten (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) .....	154
Abbildung 5-17: Durchschnittliche Platzierung der Stühle in aufsteigender Reihenfolge ..	156
Abbildung 5-18: Durchschnittliche Platzierung der Stühle und Varianz .....	157
Abbildung 5-19: Nennungshäufigkeit, dass Stuhl 1 - Stuhl 6 (aufgetragen auf der Ordinate) besser gefällt als die übrigen Stühle (Leserichtung: von unten nach oben. Beispiel: Stuhl 1 gefällt in 95% aller Fälle besser als Stuhl 2, in 61 besser als Stuhl 3, in 72 besser als Stuhl 4, in 87 besser als Stuhl 5 und in 92 besser als Stuhl 6 (n=110)). .....	158
Abbildung 5-20: Darstellung der mittels „Law of Comparative Judgement“ ermittelten Skalenwerte (z-Werte) aller Stühle. Die rote Linie stellt die lineare Verbindung zwischen erst- und letztplatziertem Stuhl dar.....	159
Abbildung 5-21: Schematische Seitenansicht der finalen Variante 1 („biomorph“ und „haptisch vielversprechend“). (CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers). Geschmacksmuster eingetragen. ....	165
Abbildung 5-22: Rendering der finalen Variante 1 („biomorph“ und „haptisch vielversprechend“). Der Absatz am unteren Auslauf ist die Montagefläche. (CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers). Geschmacksmuster eingetragen. ....	165
Abbildung 5-23: Schematische Seitenansicht der finalen Variante 2 („biomorph“). (CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers) Geschmacksmuster eingetragen. ....	166
Abbildung 5-24: Rendering der finalen Variante 2 („biomorph“). Der Absatz am unteren Auslauf ist die Montagefläche. (CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers). Geschmacksmuster eingetragen. ....	166
Abbildung 5-25: Ansichten der fertigen Gussmodelle: Variante 1, Variante 2 und Variante 3 (v.l.n.r.). Modellbau: Manfred Seib, Lilia Kleemann und der Verfasser.....	167
Abbildung 5-26: Gussteile nach der Bearbeitung .....	168
Abbildung 5-27: Montagelehre .....	169
Abbildung 5-28: Darstellung der finalen Armlehnenvarianten im montierten Zustand. ....	169
Abbildung 5-29: Identische Kontaktfläche in Bezug auf Form und Lage bei allen drei Varianten. Die im Vordergrund zu sehende Armlehnenvariante ist ein Nachbau der Armlehne des Vergleichsstuhls (siehe Abbildung 5-4) .....	170
Abbildung 5-30: Body Map für die Bewertung des Diskomforts. In Anlehnung an HARTUNG (2005).....	173
Abbildung 5-31: Körperhöhe und Oberschenkellänge (Abbildung aus DIN 33402-2).....	175
Abbildung 5-32: a) FSA-Druckmessmatte; b) Druckbild aus der FSA-Software .....	176
Abbildung 5-33: Übersicht aller Parameterwerte (Körperteilbezogen /KT).....	177
Abbildung 5-34: Anpassung der Druckaufnahme an die Body Map mittels der Oberschenkellänge .....	177
Abbildung 5-35: Richtwerte für optimale Lastverteilung (grün: optimaler Bereich) nach MERGL (2006) .....	178
Abbildung 5-36: Bei Designbewertung, Komforterwartung und Komfortbewertung verwendete 7-stufige Likert-Skala .....	182
Abbildung 5-37: Annäherung der Urteile über den Versuchsablauf .....	184
Abbildung 5-38: Nennungshäufigkeiten der Wertungen bei der Designbewertung (n=43). Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl	

---

	gefällt mir gar nicht“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl gefällt mir sehr“ .....	186
Abbildung 5-39:	Auswertung Emocards Stuhl 1 und Median über alle 3 Stühle (n=43) ...	188
Abbildung 5-40:	Auswertung Emocards Stuhl 2 und Median über alle 3 Stühle (n=43) ...	189
Abbildung 5-41:	Auswertung Emocards Stuhl 3 und Median über alle 3 Stühle (n=43) ...	190
Abbildung 5-42:	Zum Vergleich: Auswertung Emocards Stuhl 4 beim Korrelationsexperiment (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12) .....	191
Abbildung 5-43:	Nennungshäufigkeiten der Wertungen des erwarteten Komforts (n=43). Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt gar nicht komfortabel“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt sehr komfortabel“ .....	192
Abbildung 5-44:	Kumulierte Darstellung aller auf 1 normierten Diskomfort-Ratings (n=43) über alle Körperteile. ....	195
Abbildung 5-45:	Punktsummen der Stühle in % der maximal erreichbaren Punktzahl von 258. Diese wird erreicht, wenn alle Probanden die Feststellung als „voll erfüllt“ bewerten. Die Punktsummen errechnen sich aus der Likert-Stufe zwischen 0 („gar nicht erfüllt“) bis 6 („voll erfüllt“) multipliziert mit der Nennungshäufigkeit über alle Probanden (n=43). Zur Punktezuordnung siehe auch Kapitel 5.5.3.....	197
Abbildung 5-46:	Nennungshäufigkeit der abschließenden Platzierung der Stühle nach absteigendem Komfort über alle Probanden (n=43) Darunter 11- (zulässige) Mehrfachvergaben einer Platzierung.....	199
Abbildung 5-47:	Punktsummen der Stühle in % der maximal erreichbaren Punktzahl von 258. Diese wird erreicht, wenn alle Probanden die Feststellung als „voll erfüllt“ bewerten. Die Punktsummen errechnen sich aus der Likert-Stufe zwischen 0 („gar nicht erfüllt“) bis 6 („voll erfüllt“) multipliziert mit der Nennungshäufigkeit über alle Probanden (n=43). Zur Punktezuordnung siehe auch Kapitel 6.5.3.....	202
Abbildung 5-48:	Handablagestrategie 1 – Kontakt der Hände mit der Armlehne, wenn dies durch leichte Rückverlagerung der Ellenbogen möglich ist. Sonst: Verschränken der Hände. Links Stuhl 1, Mitte Stuhl 2, rechts Stuhl 3. ...	204
Abbildung 5-49:	Handablagestrategie 2 – Kontakt der Hände mit der Armlehne, wenn dies durch leichte Rückverlagerung der Ellenbogen möglich ist. Sonst: Hängenlassen der Handgelenke. Links Stuhl 1, Mitte Stuhl 3, rechts Stuhl 2.....	205
Abbildung 5-50:	Handablagestrategie 3 – Kontakt der Hände mit der Armlehne unter allen Umständen, auch wenn dies erheblichen Einfluss auf die Sitzhaltung hat. Links Stuhl 2, Mitte Stuhl 1, rechts Stuhl 3. ....	205
Abbildung 8-1:	Auswertung Design-Faktoren gesamt (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, N=12).....	230
Abbildung 8-2:	Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 1 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	231
Abbildung 8-3:	Auswertung Emocards Stuhl 1 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	231
Abbildung 8-4:	Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 2 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	232
Abbildung 8-5:	Auswertung Emocards Stuhl 2 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	233
Abbildung 8-6:	Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 3 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	234
Abbildung 8-7:	Auswertung Emocards Stuhl 3 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	235

---

Abbildung 8-8:	Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 4 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	236
Abbildung 8-9:	Auswertung Emocards Stuhl 4 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12) .....	236
Abbildung 8-10:	Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten über alle Stühle (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12) .....	237
Abbildung 8-11:	Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 1 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	238
Abbildung 8-12:	Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 2 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	239
Abbildung 8-13:	Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 3 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	240
Abbildung 8-14:	Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 4 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12).....	241
Abbildung 8-15:	Wahrgenommener Komfort und Diskomfort – Häufigkeit der Nennungen (n=12).....	241
Abbildung 8-16:	Komfort- und Diskomforturteil – Absolute Nennungshäufigkeiten über alle Stühle .....	242
Abbildung 8-17:	Komfort- und Diskomforturteil - Nennungshäufigkeiten Stuhl 1 über alle Probanden (n=12) .....	243
Abbildung 8-18:	Komfort- und Diskomforturteil - Nennungshäufigkeiten Stuhl 2 über alle Probanden (n=12).....	244
Abbildung 8-19:	Komfort- und Diskomforturteil - Nennungshäufigkeiten Stuhl 3 über alle Probanden (n=12) .....	245
Abbildung 8-20:	Komfort- und Diskomforturteil - Nennungshäufigkeiten Stuhl 4 über alle Probanden (n=12) .....	246
Abbildung 8-21:	Startscreen mit Anzeige der beiden zur Auswahl stehenden Stühle. Platzierung ist randomisiert. Proband klickt auf den Radio-Button des besser gefallenden Stuhles und dann auf „Weiter >>“ .....	248
Abbildung 8-22:	Beliebig aus der Folge herausgegriffene Seite. Anzeige der beiden zur Auswahl stehenden Stühle. Platzierung ist randomisiert. Proband klickt auf den Radio-Button des besser gefallenden Stuhles und dann auf „Weiter >>“ .....	249
Abbildung 8-23:	Ein Hinweisfeld weist darauf hin, dass alle 15 Paarvergleiche wurden vorgenommen wurden.....	250
Abbildung 8-24:	Die Stühle werden in der sich aus den vorangegangenen Paarvergleichen ergebenden Platzierungen angezeigt. In diesem Fall erscheint ein Hinweis, dass Plätze mehrfach vergeben wurden (hier im Beispiel die Plätze 2 und 4 jeweils zweifach). Die Meldung besagt, dass dies nun korrigiert werden muss, weil jede Platzierung nur ein Mal vergeben werden darf.....	251
Abbildung 8-25:	Der Proband korrigiert die Platzierungen manuell in den Auswahlfeldern unter der Überschrift „Neue Platzierung bitte hier eingeben“ . Die Bilder und die Platzierungen werden daraufhin nach rechts aufsteigend umsortiert. ....	252
Abbildung 8-26:	Darstellung der finalen Armlehnenvarianten im montierten Zustand entsprechend der Numerierung in den Validierungsversuchen. ....	333
Tabelle 5-1:	Wichtige Abmessungen der Stühle .....	133
Tabelle 5-2:	Durchschnittliche und finale Platzierung der Stühle .....	136
Tabelle 5-3:	Kreuztabelle aus Designrangplatz über Komfort-Rangplatz. Die Tabelle gibt an, wie häufig über alle Probanden Kombinationen aus Design- und Komfortrangplatz vergeben wurden (n=12).....	141

---

Tabelle 5-4:	Häufigkeit der Einstufung der Stühle (n=110) und resultierende durchschnittliche Platzierung .....	156
Tabelle 5-5:	Punkteverteilung absolut (von 1650 vergebenen) und prozentual mit daraus resultierendem finalem Rangplatz .....	157
Tabelle 5-6:	Dominanzmatrix: Häufigkeit, mit der ein Stuhl gegenüber einem anderen gewonnen hat (n=110). Leserichtung: Von Zeile nach Spalte. Beispiel: Dass Stuhl 2 besser gefällt als Stuhl 1 haben 5 Probanden angegeben. Dass Stuhl 1 besser gefällt als Stuhl 2 haben dagegen 105 Probanden angegeben. ....	157
Tabelle 5-7:	Dominanzmatrix der standardnormalverteilten z-Werte (Skalenwerte). Die Abstufung der Skalenwerte gibt Aufschluss über den Grad des Unterschieds zwischen den Präferenzurteilen. ....	159
Tabelle 5-8:	Abschließende, verbale Begründungen der Probanden (n=110) für die Platzierung auf Rang 1 bzw. 6. In der Tabelle erscheinen Aussagen erst ab einer Anzahl von mindestens 2 Nennungen. ....	161
Tabelle 5-9:	Richtwerte für die Lastverteilung nach MERGL (2006) (korrigiert für Bürostühle) .....	179
Tabelle 5-10:	Übersicht der Lastverteilungsmessungen. Markierung bei Verletzung der Kriterien.....	180
Tabelle 5-11:	Qualitative Unterscheidung der geeigneten Versuchspersonen .....	181
Tabelle 5-12:	Anthropometrisches Profil aller 43 Probanden nach Männern und Frauen getrennt: Körpergröße, Sitztiefe und im Rahmen der Lastverteilungsmessung (Kapitel 5.5.2.1) ermittelte optimale Sitzhöhe ..	183
Tabelle 5-13:	Häufigkeit der Permutationen .....	183
Tabelle 5-14:	Punktsummen und Platzierungen der Stühle in allen Testphasen über alle Probanden (n=43). Maximal erreichbare Punktsumme in den Testphasen Design, Komforterwartung und Komforterlebnis (Gesamtkomforturteil) jeweils 258. ....	184
Tabelle 5-15:	Ergebnis des t-Tests mit gepaarten Stichproben bei der Designbewertung (zweiseitiger Test).....	185
Tabelle 5-16:	Median, Varianz und Mittelwert der Designbewertungen auf einer Skala von 0 bis 6. Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl gefällt mir gar nicht“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl gefällt mir sehr“ .....	186
Tabelle 5-17:	Median, Varianz und Mittelwert der Bewertung des erwarteten Komforts auf einer Skala von 0 bis 6. Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt gar nicht komfortabel“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt sehr komfortabel“ .....	192
Tabelle 5-18:	Mediane der auf 1 normierten Diskomfort-Ratings (n=43) über alle Körperteile.....	196
Tabelle 5-19:	Ergebnis des t-Tests mit gepaarten Stichproben bei der Bewertung des Gesamtkomforts (zweiseitiger Test) .....	197
Tabelle 5-20:	Nennungshäufigkeit der am besten gefallenden Armlehne über alle Probanden (n=43) Nur ein Stuhl durfte genannt werden. ....	200
Tabelle 5-21:	Korrelation zwischen Design- und Komfortbewertung bei Stuhl 1.....	203
Tabelle 5-22:	Korrelation zwischen Design- und Komfortbewertung bei Stuhl 2.....	203
Tabelle 5-23:	Korrelation zwischen Design- und Komfortbewertung bei Stuhl 3.....	203
Tabelle 8-1:	Ergebnis des t-Tests mit gepaarten Stichproben bei der Designbewertung (zweiseitiger Test). Vergrößerte Darstellung von Tabelle 5-15.....	334





## 1. Einleitung

„Wenn Sie sich ein Element der persönlichen Kommunikation aneignen könnten, das mächtiger als alle anderen ist (...) dann sollten Sie die Eigenschaft wählen, sympathisch zu wirken. Ich nenne das die Wunderwaffe, denn wenn Ihr Publikum Sie mag, dann verzeiht es Ihnen so gut wie alle Fehler. Wenn es Sie nicht mag, dann können Sie jede Regel bis ins kleinste erfüllen, und es nützt Ihnen nichts“<sup>1</sup>.

### 1.1 Die Macht des Gefallens

Was beeinflusst im genannten Szenario diese Sympathie? Als wesentlicher Faktor wurde in diversen Untersuchungen die körperliche Attraktivität der Person identifiziert, mit der neben Sympathie noch weitere positive Eigenschaften wie z.B. Klugheit, Stärke und Erfolg in Verbindung gebracht werden<sup>2</sup>. Das heißt verkürzt formuliert: Wer gut aussieht, dem verzeiht man eher.

Was für zwischenmenschliche Beziehungen gilt, gilt auch für die Beziehungen des Menschen zu seinen Dingen. Etliche Produkte sind dadurch gekennzeichnet, dass sie z.B. aufgrund ihres Designs (Aussehens) und des damit verbundenen Images zwar großes Gefallen (Sympathie) auslösen, aber objektiv ergonomische Nachteile (Fehler) repräsentieren – man denke zum Beispiel an den "rassigen" Sportwagen mit unbequemer Sitzposition. Auch hier lehrt die Erfahrung „dass der Mensch bereit ist, für Schönheit zu leiden“<sup>3</sup>. Eine Erklärung für diese Parallele ist darin zu sehen, dass auch Objekte soziale Bindeglieder sind, weil Menschen unter anderem über die von ihren Produkten ausgehenden Signale miteinander kommunizieren<sup>4</sup>.

### 1.2 Komfort als Resultat aus Gefallen und Nicht-Erleiden

Sicher würde man aber die Macht des *Gefallens* überschätzen, wenn man erwartete, dass es *alle* ergonomischen Nachteile kompensieren kann – dies dürfte nur zu einem gewissen Grad möglich sein, ab dem das durch die Nachteile hervorgerufene *Erleiden* wieder wahrnehmbar wird und das gesamte Wohlbefinden, den subjektiv wahrgenommenen *Gesamtkomfort*, beeinträchtigt. Das würde bedeuten, dass sich Komfort dann einstellt, wenn Gefallen und Nicht-Erleiden zusammentreffen. Das »Erleiden« entspricht dabei in der jüngeren Literatur

<sup>1</sup> Diese Aussage stammt von Roger Ailes, der den US-amerikanischen Präsidenten Ronald Reagan und George Bush senior als Public-Relations-Berater gedient hat. Aus: LEVINE, R. (2006): Die Große Verführung. Psychologie der Manipulation. Piper, München, S. 88.

<sup>2</sup> Ebd., S. 89.

<sup>3</sup> BUBB, H. (2004): Ergonomie und Sitzgestaltung. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 125.

<sup>4</sup> DANT, T. (1999): Material Culture in the Social World. Open University Press, Buckingham, UK, S. 13.

(seit ZHANG<sup>5</sup>) dem Begriff des „Diskomforts“ und schließt Physisches (Anthropometrie) ebenso ein wie Kognitives (Systemergonomie). Ihm liegen einerseits messbare Einflussgrößen wie z.B. die Abmessungen des benutzten Objekts zugrunde, andererseits Einflussfaktoren wie z.B. die Umgebung, die hierbei auch als Störgrößen auf das Gesamtsystem wirken. Mit „Komfort“ werden dabei positive emotionale Anregungen, die beispielsweise ästhetischer Natur sind, in Verbindung gebracht. Diese jüngere Sicht wird in Kapitel 2.2 genauer dargelegt.

Um sprachliche Verwirrung zwischen älterer und jüngerer Literatur zu vermeiden, wird in dieser Arbeit die o.g. Sprachregelung des „Gefallens“ und „Erleidens“ getroffen. Das bedeutet, dass „Komfort“ entsprechend die Resultierende aus den beiden Variablen „Gefallen“ und „Nicht-Erleiden“ darstellt.

Schematisch könnte ein Zusammenhang bestehen wie Abbildung 1-1 gezeigt. Dabei geben die Geraden Kombinationen gleichen Komfortgefühls an, das sich aus entsprechender Zusammensetzung von Gefallen und Nicht-Erleiden einstellt. Mit zunehmendem Abstand vom Koordinatenursprung wächst der Komfort. Ob der Zusammenhang tatsächlich linear verläuft, ist nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Wichtig ist die Unterscheidung in die Komponenten „Gefallen“ und „Nicht-Erleiden“.

## Gefallen

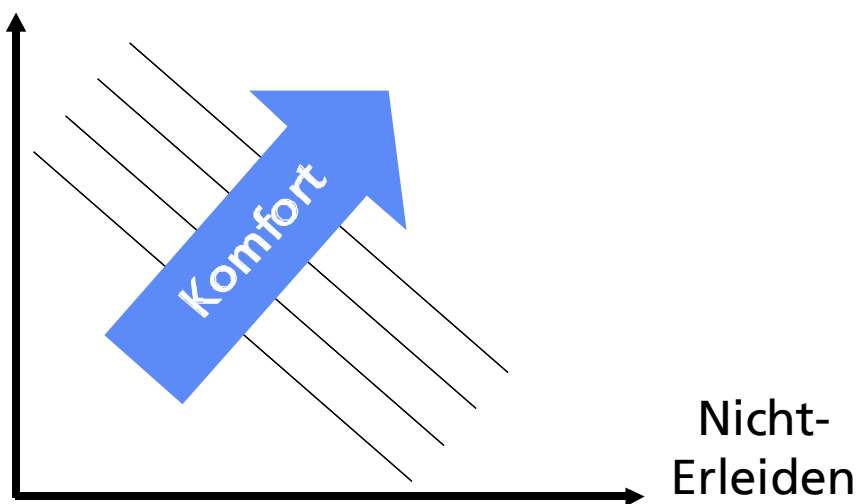


Abbildung 1-1: Komfort als Ergebnis aus Gefallen (Designqualität) und Nicht-Erleiden (ergonomischer Qualität). Darstellung des Verfassers.

Umgekehrt heißt das aber auch, dass sich der Komfort aufgrund ohnehin guter ergonomischer Qualität (hohes Maß an Nicht-Erleiden) durch das Gefallen weiter steigern lässt – mit positiven Konsequenzen für den Nutzer, weil er die Komforterhöhung als solche erkennt, und für den Hersteller des Produktes, weil er durch eine erhöhte Attraktivität des

<sup>5</sup> ZHANG, L., HELANDER, M. G., & DRURY, C. G. (1996): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. Human Factors 38, S. 377-389.

Produkts seine Absatzchancen verbessert<sup>6</sup>. Diese Sprachregelung und die zugehörige Darstellung kann als alternative Form des ZHANGschen Modells (siehe Seite Abbildung 2-4 auf Seite 30) angesehen werden.

Wie später gezeigt wird, ist die Beschäftigung mit den Aspekten des Gefallens ein aktuelles Forschungsgebiet der Arbeitswissenschaft. Insbesondere in der englischsprachigen Literatur wird dieses auch mit Schlagworten wie „hedonomics“, „affective design“, „aesthetic ergonomics“ und „pleasurable design“ bezeichnet<sup>7</sup>.

### **1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen**

Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, ob Komfort wie in Abbildung 1-1 schematisch dargestellt das Ergebnis aus Gefallen (Designqualität) und Nicht-Erleiden (ergonomischer Qualität) ist, ob sich also der subjektiv wahrgenommene Komfort beim Gebrauch eines Produkts allein durch Variation seines Designs verbessern lässt. Wenn dies der Fall ist, dann wird außerdem erforscht, auf welchen Regeln die Wirkung des Designs beruht, welche Mechanismen also dem Gefallen zugrunde liegen. Es werden zusammenfassend folgende Forschungsfragen gestellt:

Forschungsfrage 1: Werden Produkte, die besser gefallen, als komfortabler wahrgenommen?

Forschungsfrage 2: Auf welche Merkmale des Produktes stützt sich das Gefallensurteil?

Forschungsfrage 3: Nach welchen Prinzipien der menschlichen Wahrnehmung wird das Gefallensurteil gefällt?

Forschungsfrage 4: Lassen sich Regeln aufstellen, wie ein positives Gefallensurteil begünstigt werden kann?

Forschungsfrage 5: Lässt sich somit das Design gezielt zur Komfortsteigerung einsetzen?

### **1.4 Untersuchungsgegenstand**

Die Untersuchung wird beispielhaft an Bürodrehstühlen durchgeführt, denn die Auseinandersetzung der Arbeitswissenschaft mit Fragen des Sitzkomforts gewinnt an Bedeutung: Die überwiegende Zahl aller Berufstätigen sitzt zu oft und zu lange – mit besorgniserregenden Auswirkungen auf die Gesundheit der Gesellschaft. 80% der Einwohner Deutschlands klagen über Rückenbeschwerden und 30% aller Krankmeldungen

<sup>6</sup> Für eine ausführliche Abhandlung zum absatzwirtschaftlichen Aspekt des Gefallens siehe HEGEMANN, M. (1992): Ästhetik und Industriedesign. Dissertation an der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München, Schriftenreihe Produktentwicklung und Industriedesign, Band 3. Akademischer Verlag, München.

<sup>7</sup> Zahlreiche später aufgeführte Quellen entstammen HELANDER, M. G., KHALID, H. M. und THAM, M. P. (Hrsg., 2001): Proceedings of the International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London.

entfallen auf Erkrankungen des Haltungs- und Bewegungsapparates<sup>8</sup>. Ähnliches gilt für die USA. Dort sind Rückenschmerzen der häufigste Grund für Arbeitsunfähigkeit bei Personen unter 45 Jahren und machen etwa 40% aller Entschädigungsansprüche aus<sup>9</sup>.

Erschwerend kommt hinzu, dass – wie Abbildung 1-2 überzeichnet darstellt – das Sitzen oftmals zu Hause nahtlos fortgesetzt wird. Man könnte sagen, »aus dem Volk der Dichter und Denker ist ein Volk der Sitzler und Lenker geworden«<sup>10</sup>. Dies stellt eine evolutionsgeschichtlich junge Entwicklung dar und dürfte deswegen ein weiterer Grund für die genannten gesundheitlichen Auswirkungen sein<sup>11</sup>.



Abbildung 1-2: Bewegungsloses Sitzen im Beruf und zu Hause als Zeiterscheinung.  
Quelle: Produktbroschüre des Sitzmöbelherstellers Stokke, Erscheinungsjahr ca. 1998.

<sup>8</sup> BAuA (2004\_II): Wohlbefinden im Büro. Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Büroarbeit. Hrsg. von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, S. 8.

<sup>9</sup> NORDIN, M. (2004): Zusammenhang zwischen Sitzen und arbeitsbedingten Rückenschmerzen. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 11.

<sup>10</sup> BAuA (2004\_I): Sitzlust statt Sitzfrust. Sitzen bei der Arbeit und anderswo. Hrsg. von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, S. 5.

<sup>11</sup> Für eine ausführliche Darstellung zur Geschichte des Sitzens und der Entwicklung der Sitzmöbel siehe EICKHOFF, H. (1993): Himmelsthron und Schaukelstuhl. Die Geschichte des Sitzens. Carl Hanser, München. CRANZ, G. (2000): The Chair. Rethinking Culture, Body, and Design. Norton & Company, New York, S. 1-89.

Gleichzeitig ist das Produktsortiment an Sitzmöbeln für das Büro so groß wie nie. Sitzbälle und Kniehocker sind schon länger bekannt – „männnergerecht“<sup>12</sup> geformte Stühle oder Modelle mit motorischer Bewegungsanregung<sup>13</sup> sind jüngere Errungenschaften.

### 1.5 Interdisziplinärer Charakter von Ästhetik

Die Schwierigkeit bei der Beeinflussung des Gefallens liegt dabei vor allem im Facettenreichtum des Komplexes „Ästhetik“, der als „Lehre von den sinnlichen Wahrnehmungen“ (*griech.* aisthesis - αἰσθησις)<sup>14</sup> die Grundlage des Gefallensurteils bildet. Entsprechend ist das Industriedesign nicht die einzige Fachrichtung, die sich damit auseinandersetzt: Psychologie, Wahrnehmungspsychologie, Biologie, Psychobiologie, Psychophysik, Architektur, Design- und Architekturgeschichte, Musik, Bildende Kunst, Malerei, Kunstgeschichte, Neurowissenschaften, Kybernetik, Anthropologie, Verhaltenswissenschaften, Linguistik, Mathematik, Semiotik und Wirtschaftswissenschaften befassen sich mit diesem Phänomen, die westliche wie die orientalische Philosophie seit über 2300 Jahren. Die Arbeit bewegt sich damit an der Schnittstelle von Ergonomie und Design und berücksichtigt zahlreiche in den genannten Fachrichtungen gewonnene Erkenntnisse.

### 1.6 Vorgehensweise

Im Interesse einer praktikablen thematischen Abgrenzung wird die ästhetische Qualität nur unter dem Gesichtspunkt der *Formgebung* des Objektes betrachtet. Die Faktoren *Farbe* und *Materialität* werden methodisch so weit wie möglich ausgeklammert, um zumindest in Bezug auf einen Parameter, die Form, zu verlässlichen Aussagen zu kommen. Insofern stellt diese Arbeit nur einen ersten Schritt dar, denn in der Praxis spielt auch die Wechselwirkung zwischen den drei Komponenten Form, Farbe und Materialität eine Rolle.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen (siehe Seite 3), die der oben genannten Zielsetzung zugrunde liegen, wird folgende Vorgehensweise gewählt:

Kapitel 2 zeigt auf, welche Wege die Arbeitswissenschaft gegangen ist, um sowohl der Vermeidung des Erleidens, als auch der Förderung des Gefallens Rechnung zu tragen. Es wird zunächst untersucht, was Komfort ist, welche Rolle er in der Arbeitswissenschaft spielt und warum sich inzwischen die Erkenntnis durchgesetzt hat, dass bei der Komfortwahrnehmung auch das Gefallen eine Rolle spielt. Da die Untersuchung am Beispiel von Bürodrehstühlen durchgeführt wird, erfolgt auch eine Bestandsaufnahme bisheriger Komfortuntersuchungen an Stühlen und eine Zusammenstellung aktueller Gestaltungsempfehlungen an Stühle. Das Kapitel endet mit einer Darstellung des Forschungsdefizits: Der komfortsteigernde Effekt des Gefallens wurde bisher arbeitswissenschaftlich weder nachgewiesen noch systematisch

<sup>12</sup> Gemeint ist der Stuhl „Mister Sitwell“ der Fa. F. M. Streifensand.

<sup>13</sup> Beispielsweise das Modell „mikromotiv“ der Fa. Grammer.

<sup>14</sup> MASER, S. (2002): Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 6. Auflage, S. 15.

untersucht. Lediglich die positive Auswirkung des Gefallens auf die Leistungsfähigkeit des Mensch-Maschine-Systems wurde vermutet. Auch den Ursachen des Gefallens und möglichen universellen Kriterien, die ein positives Gefallensurteil begünstigen, wurde seitens der Arbeitswissenschaft bisher nicht nachgegangen (siehe Forschungsdefizit in Kapitel 2.3).

Kapitel 3 adressiert auf analytische Weise die Forschungsfragen 3 und 4 und geht der Frage nach, was Ästhetik ist, welche Prozesse dabei ablaufen und ob es Indizien für die Existenz von Regeln gibt, die ein positives Gefallensurteil begünstigen.

Kapitel 4 stellt den Forschungsansatz vor, mit dem die Erkenntnisse aus Kapitel 3 auf den Untersuchungsgegenstand „Bürodrehstuhl“ übertragen werden. Für eine genauere Darstellung der Vorgehensweise sei auf dieses Kapitel verwiesen.

Kapitel 5 umfasst die praktische Anwendung der Erkenntnisse aus Kapitel 3 auf das konkrete Objekt „Bürodrehstuhl“. Es setzt sich zusammen aus der Methodik der einzelnen Versuchsabschnitte, deren Ablauf, den jeweiligen Ergebnissen und der Ergebnisdiskussion. Dabei wird somit auch geklärt, ob die in Kapitel 3 identifizierten Regeln sich einerseits positiv auf das Gefallensurteil ausgewirkt haben und ob sich dieses andererseits in der Gesamtkomfortwahrnehmung niedergeschlagen hat.

Kapitel 6 nimmt nochmals kritisch zur Verlässlichkeit und Übertragbarkeit der Ergebnisse Stellung und bietet einen Ausblick auf mögliche Ausweitungen dieser Untersuchung.

Kapitel 7 fasst die Ergebnisse der gesamten Arbeit zusammen.

Noch ein Wort zur Herangehensweise: Es kann der Vorwurf erhoben werden, dass diese Arbeit das Symptom, aber nicht die Ursache bekämpft. Wenn also das Sitzen eine Volkskrankheit ist, warum dann komfortablere Sitze entwickeln und nicht das Sitzen vermeiden und im Geiste des *con-fortare* (zur Etymologie des Wortes „Komfort“ siehe Kapitel 2.2) für mehr Bewegung sorgen?

Nach Ansicht des Verfassers schließt das eine das andere nicht aus. Es gibt zahlreiche wirksame, beispielsweise arbeitsorganisatorische Ansätze, die diese Richtung verfolgen<sup>15</sup>. Es

<sup>15</sup> Siehe z.B. WITTIG, T. (2000): Der Einfluss von Sitz- und Sitz-Stehkonzepten im Büro auf die muskuloskeletale Belastungs- und Beanspruchungssituation. Dissertation an der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik der Universität Stuttgart.

Ferner: WINDEL, A. & FERREIRA, Y. (2004): Steh-Sitzdynamik. In: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen. Gentner, Stuttgart.

Siehe auch:

VAN DEURSEN, L. L., PATIJN, J., BROUWER, R. et al. (1999): Sitting and lower back pain: The positive effect of rotatory dynamic stimuli during prolonged sitting. *European Spine Journal* 8, S. 187-193.

gibt ferner ein zunehmendes Sortiment an Sitzmöbeln, die auch die Bewegung beim Sitzen fördern. Diese Arbeit könnte also durchaus dazu herangezogen werden, im Sinne der Arbeitswissenschaft günstig gestaltete Stühle attraktiver zu gestalten und so deren Akzeptanz zu erhöhen. Außerdem ist es nicht völlig abwegig, dass auch der emotionale Aspekt des Gefallens einen gesundheitlich positiven Einfluss hat (siehe MASLOW und NORMAN, Kapitel 3.1.1.4). Warum also sollte es nicht legitim sein, auch das ästhetische Potential des Stuhles selbst auszuschöpfen?





## 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft

Im folgenden Abschnitt wird untersucht, wie der Begriff „Komfort“ in der Arbeitswissenschaft verwendet wird, welchen Bedeutungswandel er erfahren hat, und welche Faktoren nach heutigem Forschungsstand „Komfort“ prägen. Der Bedeutungswandel wiederum bringt es mit sich, dass „Komfort“ in zunehmendem Maß ein Komplex ist, der weitere Disziplinen einschließt, unter anderem das Design. Es wird daher schwerpunktmäßig im zweiten Teil dieses Abschnitts bei der Ermittlung des Standes der Technik berücksichtigt.

### 2.1 Klassische Zielsetzung der Arbeitswissenschaft: Durch Diskomfort hervorgerufenen „Erleiden“ vermeiden

Da Komfort schon zu Beginn der arbeitswissenschaftlichen Untersuchungen als schwer greifbar empfunden wurde, wurde der Ansatz verfolgt, Komfort als die Abwesenheit von Diskomfort aufzufassen, getreu der Definition von OBORNE: "Comfort is an optimal state in which the person takes no further steps to avoid discomfort" <sup>16</sup>. SHACKEL <sup>17</sup>, HERZBERG <sup>18</sup>, REBIFFÉ <sup>19</sup> und DRURY <sup>20</sup> waren frühe Vertreter dieses Ansatzes, die letzten waren sie nicht: Auch KRIST <sup>21</sup> und KEE <sup>22</sup> folgen dieser Auffassung. In diesem Kapitel werden also Bemühungen der Arbeitswissenschaft dargelegt, Erleiden zu vermeiden. Nicht vermeiden lässt sich dabei, dass wiederholt der Begriff „Komfort“ fällt, obwohl doch eigentlich von Diskomfort die Rede sein soll. Dies stellt keine Inkonsistenz zwischen Struktur und Inhalt dieses Abschnitts dar, sondern ist das Ergebnis einer erst mit ZHANG im Jahr 1996 stattgefundenen sprachlichen Bereinigung. Das heißt: Die in Kapitel 2.1 zitierte Literatur fasst „Komfort“ auf als „Abwesenheit von Diskomfort“.

Dort, wo der Begriff darüber hinausgeht (z.B. beim hierarchischen Modell des Sitzkomforts nach KRIST), wird eine Trennung vorgenommen. Jene Bestandteile, die sich der Diskomfortvermeidung widmen, werden in Kapitel 2.1 besprochen, während jene, die sich

<sup>16</sup> OBORNE, D. J. (1978): Techniques available for the assessment of passenger comfort. *Applied Ergonomics* 9 (1), S. 46.

<sup>17</sup> SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. *Ergonomics* (12), S. 269-306.

<sup>18</sup> HERZBERG, H. T. E. (1972): The Human buttocks in sitting: Pressure patterns and palliatives. *Society of Automotive Engineers, Paper 720005*, S. 44.

<sup>19</sup> REBIFFÉ, R. (1980): General Reflections on the Postural Comfort of the Driver and Passengers; Consequences on Seat Design. In: OBORNE, D. J. und LEVIS, J. A. (Hrsg.): *Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour*. Academic Press, London, S. 239-248.

<sup>20</sup> DRURY, C. G. & COURRY, B. G. (1982): A methodology for chair evaluation. *Applied Ergonomics* (13), S.195-202.

<sup>21</sup> KRIST, R. (1994): Modellierung des Sitzkomforts: Eine experimentelle Studie. Weiden: Schuch.

<sup>22</sup> KEE, D. (2002): A method for analytically generating three-dimensional isocomfort workspace based on perceived discomfort. In: *Applied Ergonomics, Band 33, Ausgabe 1, S. 51-62, Januar 2002*

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

mit der Komfortförderung in Sinne einer „Gefallenssteigerung“ befassen, in Kapitel 2.2 abgehandelt werden.

### 2.1.1 Definition von Diskomfort

Unter Diskomfort ist zu verstehen, wie unangenehm man eine Gegebenheit empfindet. Diskomfort kann unterschiedliche Ursachen haben (siehe unten). Ziel einer Diskomfortbewertung ist es, nicht die Ursachen, sondern die Stärke des Diskomforts zu bewerten, also wie stark das unangenehme Gefühl ist, das man in einem Körperbereich verspürt. Diskomfort ist somit immer mit einer negativen Empfindung in dem jeweiligen Körperbereich gleichzusetzen. "Kein Diskomfort" bedeutet, dass man keine unangenehme Empfindung in dem jeweiligen Körperbereich verspürt. "Sehr starker Diskomfort" bedeutet hingegen, dass in dem jeweiligen Körperbereich eine sehr starke unangenehme Empfindung wahrgenommen wird. Diskomfort ist unangenehm<sup>23</sup>.

### 2.1.2 Ursachen von Diskomfort

Die Wahrnehmung von Diskomfort ist das Ergebnis von Reizen, die exterozeptiver (von den Sinneszellen der Haut kommend), propriozeptiver (von den Sinneszellen in den Muskelspindeln, Bändern und Gelenken kommend), interozeptiver (von den inneren Organen kommend) oder nocizeptiver (von den Schmerzsensoren kommend) Natur sind<sup>24</sup>.

Diskomfort ist damit die Folge mehr oder weniger stark ausgeprägter Schmerzen, wobei eigene Erfahrungen und die aktuelle Verfassung<sup>25</sup> mit darüber entscheiden, ob die eingehenden Umgebungsreize (visuell, geschmacklich, akustisch, klimatisch/thermisch, taktil, kinästhetisch, olfaktorisch) diskomfortabel eingestuft werden.

In Bezug auf Haltungs-Diskomfort kommt dem Spannungszustand der Muskulatur eine besondere Rolle zu<sup>26</sup> (siehe hierzu Kapitel 2.1.5.2). Für eine ausführliche Literaturliste zu Schmerzen und deren Ursachen und Behandlungsformen sei auf PERL<sup>27</sup> verwiesen.

<sup>23</sup> MERGL, C. (2006): Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie. Technische Universität München. Formulierung in Anlehnung an einen Schriftwechsel mit dem Verfasser.

<sup>24</sup> VINK, P. (2005): Theory of Comfort. In: VINK, P.(Hrsg.): Comfort and design: principles and good practice. CRC Press, Boca Raton, S. 22.

<sup>25</sup> In einer Sitzdiskomfort-Untersuchung wurden am Nachmittag grundsätzlich höhere Diskomfortwerte ermittelt als am Vormittag: ESNOUF, A. & PORTER, M. (1998): Old methods new chairs. Evaluating six of the latest ergonomics chairs for the modern office. In: HANSON (Hrsg.): Contemporary Ergonomics 1998, Taylor and Francis, London, S. 143.

<sup>26</sup> ESTERMANN, S. (1999): Komfortprognose für ein CAD-Menschmodell auf der Basis realer Fahrversuche. Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München.

<sup>27</sup> PERL, E. (1985): Pain and pain management. In: Research Briefings, National Academy of Sciences. National Academy Press, Washington D.C., S. 19-32.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

### **2.1.3 Folgen von Diskomfort**

Es wird angenommen, dass höherer lokaler Diskomfort, auch Haltungs-Diskomfort, auf eine höhere Beanspruchung und damit eine höhere Wahrscheinlichkeit muskuloskeletaler Krankheiten mit sich bringt<sup>28</sup>. Auf die Folgen im speziellen Fall des Sitzens wird in Kapitel 2.1.5 näher eingegangen. Es kann aber nach Ansicht des Autors davon ausgegangen werden, dass sich Schmerzen nachteilig auf die Leistungsfähigkeit auswirken.

### **2.1.4 Vermeidungsstrategien**

Übliche Vermeidungsstrategien bestehen darin, den diskomfortauslösenden Reiz zu vermeiden, beispielsweise durch Lastwechsel. So nimmt man nach längerem Stehen unwillkürlich Gewichtsverlagerungen von einem Bein auf das andere vor, oder nach längerem Sitzen einen Haltungswechsel. Durch den Belastungswechsel und die damit verbundene Bewegung werden Stoffwechsel und Durchblutung angeregt und der Diskomfort reduziert<sup>29</sup>. Dass Bewegung generell ein wirksames Mittel zur Schmerzprävention und -linderung ist, wird genauer in Kapitel 2.1.7.1 behandelt.

### **2.1.5 Diskomfort beim Sitzen**

Grundsätzlich sind statischer und dynamischer Sitzkomfort bzw. -diskomfort voneinander zu unterscheiden. Sie unterscheiden sich darin, dass beim dynamischen Sitzkomfort äußere Schwingungs- und Beschleunigungskräfte auf Sitz und Sitzenden wirken (z.B. im Fahrzeug). Im Fall der hier betrachteten Bürostühle liegt somit statischer Sitzkomfort und -diskomfort vor. Diskomfort beim Sitzen ist primär auf von der Sitzhaltung hervorgerufenen Haltungs-Diskomfort (beispielsweise durch fehlende Unterstützung) und Diskomfort aufgrund des physischen Kontakts (beispielsweise Druckeinwirkung) mit dem Sitzmöbel zurückzuführen<sup>30</sup>. Bei ersterem stehen bandscheibenbedingte Beschwerden und Schmerzen im Vordergrund.

#### **2.1.5.1 Schmerzen**

Drei Viertel aller Menschen, die unter Beeinträchtigungen des Stütz- und Bewegungsapparates leiden, haben primär wirbelsäulenbezogene Schmerzen<sup>31</sup>. Das Schmerzgeschehen ist äußerst komplex und setzt sich aus Schmerzentstehung, Schmerzweiterleitung, Schmerzwahrnehmung im Großhirn und emotionaler

<sup>28</sup> VINK, P. (2005): Theory of Comfort. In: VINK, P. (Hrsg.): Comfort and design: principles and good practice. CRC Press, Boca Raton, S. 14.

<sup>29</sup> BOKRANZ, R. & LANDAU, K. (1991): Einführung in die Arbeitswissenschaft. Analyse und Gestaltung von Arbeitssystemen. Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 327.

<sup>30</sup> HARTUNG, J. (2005): Darstellung des Schwingungsverhaltens von Fahrzeuginsassen - Symbiose aus Experiment und Simulation. FAT-Schriftenreihe 189, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. Frankfurt am Main, S. 45.

<sup>31</sup> TILSCHER, H. & THOMALSKE, G. (1990): Rücken- und Kreuzschmerz. Ed. Medizin, VCH, Weinheim.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

Schmerzverarbeitung zusammen<sup>32</sup>. Schmerzen sind damit eine subjektive Erfahrung, die von jedem Menschen unterschiedlich erlebt wird.

Antwort auf einen Schmerzreiz kann eine Tonuserhöhung der autochtonen Muskulatur sein, die zu Verspannungen führt. Verspannungen, die zu Schmerzen führen, haben darüber hinaus den negativen Effekt, dass der betroffene Mensch eine einseitige Schonhaltung einnimmt, die schmerzende Bewegungen und Haltungen vermeiden soll. Die sich immer stärker ausbildende einseitige Haltung führt zu Schmerzen, die sich bis zur Unerträglichkeit verstärken können<sup>33</sup>.

### **2.1.5.2 Belastung und Beanspruchung von Muskeln und Skelett**

Die sitzende Position hat gegenüber der stehenden einige Vorteile. Die statische Muskelarbeit wird vermindert, da Fuß-, Knie- und Hüftgelenke nicht mehr von der Muskulatur fixiert werden müssen. Daraus ergibt sich ein niedrigerer Gesamtenergiebedarf<sup>34</sup>. Es wird eine höhere Stabilität erreicht, was präzisere Bewegungen als im Stehen ermöglicht<sup>35</sup>. Darüber hinaus werden Schwellungen der unteren Extremität vermindert<sup>36</sup>.

Langandauerndes, überwiegend statisches Sitzen, führt andererseits zu einer Stagnation des Stoffwechsels in der Muskulatur und in den Bandscheiben. In der Muskulatur verursacht die statische Beanspruchung eine Drosselung der Durchblutung mit folglich verminderter Sauerstoff- und Nährstoffversorgung. Daraus resultieren vorzeitige Muskelermüdung, Muskelverhärtungen und Muskelschmerzen. In den Bandscheiben führt statische Dauerbelastung ebenfalls zur Stagnation der osmotischen Stoffaustauschprozesse und damit zu einer mangelhaften Nährstoffversorgung mit sich daraus ergebender, vorzeitiger Bandscheibendegeneration. Degenerierte Bandscheiben wiederum wirken sich auf die Belastbarkeit des jeweiligen Bewegungssegmentes der Wirbelsäule nachteilig aus, wodurch die Bereitschaft für eine entsprechende Beschwerdesymptomatik steigt<sup>37</sup>.

Auch können Fehlhaltungen, also unphysiologische Sitzhaltungen, zu ungleichmäßiger Belastung der Bandscheiben führen, so z.B. die Rundrückenhaltung mit einseitig ventraler Überbelastung; Hierzu ist bekannt, dass das mobile, zentralliegende Bandscheibenkerngewebe (Nucleus pulposus) bei asymmetrischen Belastungen der Bandscheiben sukzessive zu den weniger belasteten Abschnitten hin ausweicht. Diese

<sup>32</sup> CASTRO, W. H. M. & SCHILGEN, M. (1995): Kreuzschmerzen: Ursachen, Behandlung, Vorbeugung. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris.

<sup>33</sup> WITTIG, T. (2000): Der Einfluss von Sitz- und Sitz-Stehkonzepten im Büro auf die muskuloskeletale Belastungs- und Beanspruchungssituation. Dissertation an der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik der Universität Stuttgart, S. 38.

<sup>34</sup> NAQVI, S.A. (1994): Study of Forward Sloping Seats for VDT Workstations. In: Journal of Human Ergology 23 (1), S. 41-49.

<sup>35</sup> Ebd.

<sup>36</sup> WINKEL, J. & JORGENSEN, K. (1986): Evaluation of foot swelling and lower limb temperatures in relation to legactivity during long-term seated office work. Ergonomics 29 (2), S. 313-328.

<sup>37</sup> HEIDINGER, F. (2003): Ergonomische Bedeutung der zurückgeneigten Arbeitshaltung. Waldshuter Arbeitsmedizinische Gespräche am 27.03. und 28.03.2003. Gemäß Internetfassung vom 20.7.2006. [http://www.sedus.de/se/ger/informationsservice/waldshut03/Geneigte\\_Arbeitshaltung.pdf](http://www.sedus.de/se/ger/informationsservice/waldshut03/Geneigte_Arbeitshaltung.pdf).

## 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft

### 2.1 Erleiden vermeiden

---

zunehmende Dezentralisierung des Gallertkerns steht in direktem Zusammenhang mit bandscheibenbedingten Beschwerden (Bandscheibenvorfall). Die Passivität des Sitzens mit Rückenlehne führt also zu einer mangelnden Durchblutung innerer Organe, einem Erschlaffen der Bauchmuskulatur und der Gefahr der Rundrückenbildung<sup>38</sup>.

Gegenüber dem Liegen ist im Ergebnis eine erhöhte Belastung von Wirbelsäule und Rückenmuskulatur erkennbar, was sich zum Beispiel in erhöhtem Bandscheiben-Innendruck und letztlich einer Verkürzung der Wirbelsäule äußert<sup>39</sup>. Der Bandscheiben-Innendruck ist nach einer Untersuchung von NACHEMSON & ELFSTRÖM beim Stehen 4-mal so hoch wie beim Liegen und beim Sitzen je nach Sitzwinkel 50-100% höher als beim Stehen<sup>40</sup>. Andere Untersuchungen kommen zu geringeren Unterschieden<sup>41</sup>, was BRINCKMANN darauf zurückführt, dass die Wirbelsäule eine unterschiedliche Kyphosierung der Lordose beim Sitzen und Stehen aufweist. Dabei ist die Kyphosierung beim Sitzen weniger stark ausgeprägt als beim Stehen. Dieser Effekt wurde seinerzeit von NACHEMSON nicht berücksichtigt. Speziell beim Sitzen ohne Lehne ist des Weiteren zu beachten, dass zwischen den bisher durchgeführten Untersuchungen eine erhebliche Streuung der Messwerte vorliegt. Diese Streuung ist nach Ansicht von BRINCKMANN darauf zurückzuführen, dass beim Sitzen ohne Lehne eine größere Variation der Körperhaltungen und damit auch der beteiligten Muskelgruppen möglich ist als beim Stehen (S. 64). Er konstatiert aber den zweifach positiven Einfluss der Rückenlehne: Selbst wenn sie senkrecht steht, trägt sie zur Entspannung der Rumpfmuskulatur bei und nimmt umso mehr Körpergewicht auf, je weiter sie nach hinten geneigt ist<sup>42</sup>.

BRINCKMANN zieht daraus die Schlussfolgerung, dass Stehen belastender für die Wirbelsäule ist als Sitzen. Allerdings sollte eine Bewertung der Körperhaltungen Sitzen und Stehen vom

<sup>38</sup> BOKRANZ, R. & LANDAU, K. (1991): Einführung in die Arbeitswissenschaft. Analyse und Gestaltung von Arbeitssystemen. Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 320.

<sup>39</sup> HELANDER, M. G. & QUANCE, L. (1990): The Effect of work-rest schedules on Spinal Shrinkage in the Sedentary Worker. *Applied Ergonomics* (21), S. 279-284.

<sup>40</sup> NACHEMSON, A. & ELFSTRÖM, G. (1970): Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, Supplement 1.  
Ergänzung: SCHOBERTH, H. (1962): Sitzhaltung, Sitzschaden, Sitzmöbel. Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg fand mit elektromyographischen Messungen heraus, dass die Lendenmuskulatur in hinterer Sitzhaltung am wenigsten, die Nackenmuskulatur in aufrechter Sitzhaltung am stärksten beansprucht wird.

<sup>41</sup> Die Meinung, dass beim Sitzen eine ca. 10% geringere Belastung der Wirbelsäule vorliegt als beim Stehen, teilen: ROHLMANN, A. (2004): Belastungsmessungen an Implantaten zur Stabilisierung der Wirbelsäule. WILKE, H.-J. (2004, II): Möglichkeiten zur Bestimmung der Wirbelsäulenbelastungen und Konsequenzen für die Empfehlungen für das Sitzen.  
BRINCKMANN, P. (2004): Vergleich der Belastung der Wirbelsäule im Sitzen und Stehen.  
Alle drei: In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): *Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung*. Shaker, Aachen.

<sup>42</sup> Diese Meinung vertreten auch ANDERSSON, G. B. J. & ÖRTENGREN, R. (1974): Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting, 1. Studies on an office chair.  
In: *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 3, S. 115-121.  
Aktuelle – bisher unveröffentlichte – Untersuchungen durch Hr. Zenk am Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München sehen vielmehr die Lastverteilung auf dem Sitzkissen als entscheidendes Diskomfortkriterium an.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

Standpunkt der Gesunderhaltung des Haltungs- und Bewegungsapparates oder der Ergonomie sich nicht alleine daran orientieren, wie hoch jeweils die Belastung der Wirbelsäule ist. Ist die Belastung in einer Haltung geringfügig höher als in einer anderen, folgt daraus nicht notwendigerweise, dass die Haltung mit der höheren Belastung schädlich ist. Die Klärung ob schädlich oder nicht bedarf einer gesonderten Untersuchung<sup>43</sup>.

### 2.1.5.3 Zeitliche Abhängigkeit des Sitz-Diskomforts

Abgesehen von der gegenüber dem Stehen eingeschränkten Bewegungsfreiheit werden negative Aspekte des Sitzens zumeist erst nach längerem Sitzen deutlich. Das heißt, dass auf jedem Sitzmöbel mit der Zeit Diskomfort auftritt oder sich von Anfang an verspürter Diskomfort steigert<sup>44</sup>. HARTUNG unterscheidet deswegen zwischen Ansitzkomfort (wenige Sekunden nach dem Setzen), Kurzzeit-Komfort (15-30 Minuten später) und Langzeitkomfort, bei dem physiologische Effekte spürbar werden<sup>45</sup>.

Ob sich die Diskomforterhöhung immer weiter fortsetzt, haben FERNANDEZ an Bürostühlen und ESTERMANN an Kfz-Sitzen untersucht. Beide kommen zu dem Ergebnis, dass nach gewisser Zeit keine Verschlechterung mehr spürbar wird und sich nach 3 Stunden Sitzens auf den Diskomfort nach Ende eines Arbeitstages schließen lässt bzw. dass nach 4 Stunden eine Plateaubildung der Belastungsintensität festzustellen ist. In einer Untersuchung von ESNOUF ist außerdem festgestellt worden, dass Diskomfort auch tageszeitabhängig ist: Der Diskomfort war am Nachmittag grundsätzlich höher als am Vormittag<sup>46</sup>.

Das heißt, dass Kurzzeit-Tests zwar noch keine Aussage über den „absoluten“ Langzeit-Diskomfort erlauben, aber die Relativität der Urteile erhalten bleibt<sup>47</sup>. Insofern ist SHACKEL bestätigt, der eine signifikante Relation zwischen den Bewertungen kurz nach dem Setzen ohne visuellen Kontakt zum Stuhl und den Langzeitbewertungen festgestellt hatte. Er hatte daher die Vermutung angestellt, dass es sich bei Kurzeittests um ein zeitsparendes Verfahren handeln könnte. Auch er hatte im Übrigen die Feststellung gemacht, dass ausnahmslos alle Stühle im Laufe der Zeit schlechter bewertet wurden<sup>48</sup>. In einem noch weiter gefassten

<sup>43</sup> BRINCKMANN, P. (2004): Vergleich der Belastung der Wirbelsäule im Sitzen und Stehen. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 61-65.

<sup>44</sup> LOOZE, M. P. de, KRAUSE, F., REIJNEVELDT, K., DESMET, P. M. A. und VINK, P. (2003): Seat appearance and sitting comfort. In: Proceedings of the XV<sup>th</sup> Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7<sup>th</sup> Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society, Seoul

<sup>45</sup> HARTUNG, J. (2005): Darstellung des Schwingungsverhaltens von Fahrzeuginsassen - Symbiose aus Experiment und Simulation. FAT-Schriftenreihe 189, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. Frankfurt am Main, S. 10. HARTUNG verwendet den Begriff „Komfort“, versteht diesen jedoch als Zielgröße. Messgröße ist der Sitz-Diskomfort, dessen Abwesenheit Komfort bedeuten soll (vgl. Kapitel 2.2.1).

<sup>46</sup> ESNOUF, A. & PORTER, M. (1998): Old methods new chairs. Evaluating six of the latest ergonomics chairs for the modern office. In: HANSON (Hrsg.): Contemporary Ergonomics 1998, Taylor & Francis, London, S. 143.

<sup>47</sup> KRIST, R. (1994): Modellierung des Sitzkomforts: Eine experimentelle Studie. Weiden: Schuch, S. 117.

<sup>48</sup> SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. Ergonomics (12), S. 269-306.

Zeitraumen lässt sich sogar beobachten, dass die Auffassung darüber, was komfortabel im Sinne von nicht-unbequem ist, auch vom Zeitgeist abhängig ist<sup>49</sup>.

#### 2.1.5.4 Hierarchisches Modell des Sitz-Diskomforts

Wollte man den Komfort in die Hierarchie der Bedürfnisse nach MASLOW einordnen<sup>50</sup>, so wäre dieser eher dem höheren Bedürfnis der Persönlichkeitsförderlichkeit und der Sozialverträglichkeit zuzuordnen, das erst erfüllt werden kann, wenn alle nachgelagerten Bedürfnisse erfüllt sind. Abwesenheit von Diskomfort ist damit notwendig, aber nicht hinreichend für Komfort. In Analogie zur Hierarchie der Bedürfnisse nach MASLOW und unter Verwendung des Belastungs-Beanspruchungs-Modells<sup>51</sup> hat KRIST ein „Schichtmodell des Komforts“ aufgestellt, das bei näherer Betrachtung vor allem eine Hierarchie von Diskomfortfaktoren darstellt und deswegen nicht Kapitel 2.2 zugeordnet ist. Demzufolge sind zunächst die Elementarfaktoren Geruch, Schwingungen und Beleuchtung, sowie Lärm, Klima und anthropometrische Gestaltung zu erfüllen, bevor sich die höheren, subjektiven Faktoren »bequemer Sitz« und »entspannte Haltung« einstellen können (s. Abbildung 2-1)<sup>52</sup>.

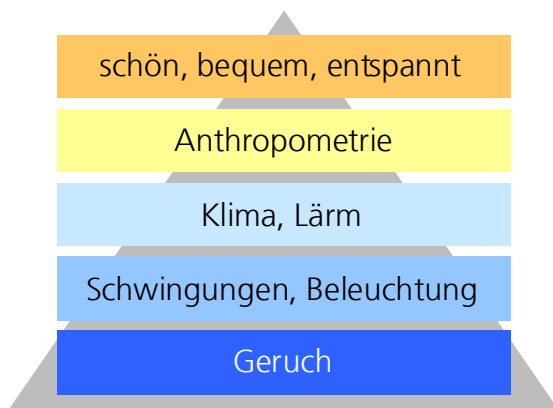


Abbildung 2-1: Hierarchisches Modell des Sitzkomforts. Nach KRIST (2004).

Interessant ist hierbei, dass im Rahmen von Befragungen zum Komfort von Sitzen vor allem Eigenschaften wie »schön« und »bequem« genannt werden, die dem Gefallen zuzuordnen sind, gefolgt von anthropometrischen Bedingungen hinsichtlich der Körperhaltung und der benötigten Kräfte, sowie den weiteren Basisanforderungen. Das heißt, dass an dieser Stelle das ästhetische Urteil zum tragen kommt - ein Vorgriff auf den erweiterten Komfortbegriff der Ergonomie (Kapitel 2.2).

<sup>49</sup> RYBCZYNSKI, W. (1986): Home: the Short History of an Idea. Viking, New York stellt die Behauptung auf, dass die Auffassung darüber, was Komfort ausmacht, mit jeder historischen Epoche anders ist. So saß man im 18. Jhd. gerne aufrecht auf Rosshaarstühlen, während im 19. Jhd. ein offenerer Sitzwinkel, Sprungfederunterbau und luxuriösere Stoffe bevorzugt wurden. Aus CRANZ, S. 113.

<sup>50</sup> MASLOW, A. H. (1954 / 2002): Motivation und Persönlichkeit. Rowohlt, Reinbek.

<sup>51</sup> BOKRANZ, R. und LANDAU, K. (1991): Einführung in die Arbeitswissenschaft. Analyse und Gestaltung von Arbeitssystemen. Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 33.

<sup>52</sup> KRIST, R. (1994): Modellierung des Sitzkomforts: Eine experimentelle Studie. Schuch, Weiden.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

### **2.1.5.5 Hierarchisches Modell des Sitz-Diskomforts – Physische und physiologische Ursachen von Komfort**

Da Komfort eine individuelle Reaktion auf eine Situation darstellt, spielen Persönlichkeitsmerkmale eine Rolle. Diese werden nach KRIST eingeteilt in

- Psychologische Faktoren wie Einstellungen, Erwartungen, Vorstellungen, Ängste und Gefühle
- Physiologische Faktoren wie Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand und
- Situative Faktoren wie sozioökonomischer Status, vorherige Erfahrungen mit dem untersuchten Gegenstand.

Psychische und psychologische Grundlagen entsprechen mehr der neuen Definition von Komfort als „Gefallensaspekt“ und werden daher in Kapitel 2.2.2 behandelt.

#### Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand

Eine der wenigen Untersuchungen zu diesen Faktoren ist die von RICHARDS, JACOBSON & KUHLTAU (1978)<sup>53</sup>. Darin wurden 1619 Flugpassagiere und Crew-Mitglieder befragt. Die abhängige Variable war der Komfort, der auf einer 5- bzw. 7-stufigen Rating-Skala erfasst wurde. Die wichtigsten Ergebnisse waren:

- Frauen fühlen sich in der Regel komfortabler als Männer. Dies weicht etwas von SHACKEL ab, der praktisch keinen Unterschied zwischen den Wertungen von Männern und Frauen festgestellt hat.
- Das Alter zeigte keinen Einfluss

#### Körperwinkel

Im Rahmen einer NASA Skylab Mission wurde untersucht, welche Körperwinkel der Mensch unter Schwerelosigkeit einnimmt. Die dort beschriebenen Körperwinkel sind jedoch nur temporär komfortabel. Ein statisches Beibehalten dieser Werte würde zu Druck- und Spannungsschmerzen führen<sup>54</sup>. Entsprechende Untersuchungen wurden auch an Kfz-Sitzen vorgenommen, wobei der Komfort einzelner Baugruppen sowie Komfortwinkel und Abmessungen die stärkste statistische Beziehung zeigten<sup>55</sup>. Dies hat zu Empfehlungen bzgl. der Abmessungen von Fahrzeugsitzen geführt<sup>56</sup>. Dass entsprechende Untersuchungen an Bürostühlen durchgeführt wurden, ist nicht bekannt.

<sup>53</sup> RICHARDS, L. G., JACOBSON, I. D. & KUHLTHAU, A. R. (1978): What the passenger contributes to passenger comfort. Applied Ergonomics 9, S. 137-142.

<sup>54</sup> CONGLETON, J. J., AYOUB, M. M. & SMITH, J. L. (1985): The design and evaluation of the neutral posture chair for surgeons. Human Factors (27), S. 589-600.

<sup>55</sup> HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1977): What really connecting seating comfort? Studies of correlates of static seat comfort. Society of Automotive Engineers, Paper 770247, S. 1115 - 1166.

<sup>56</sup> GRANDJEAN, E. (1980): Sitting Posture of Car Drivers from the Point of View of Ergonomics. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, the Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 210.



- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

### Umgebung und Dynamik

Menschlicher Komfort bzw. Diskomfort ist auch die Folge der Umweltbedingungen Längsdynamik, Querdynamik, Vertikaldynamik, Rollrate, Nickrate, Gierrate, Geräuschpegel und Temperatur. Für Luft- und bodenbasierte Verkehrsmittel wurden von JACOBSON, RICHARDS & KUHLTAU Gleichungen aufgestellt, zu welchen Anteilen diese Faktoren in die Komfortwahrnehmung einfließen<sup>57</sup>. Damit auf die Komfortkriterien des Fahrzeugs schließen zu wollen, gestaltet sich jedoch schwierig<sup>58</sup>.

### Weitere Diskomfort auslösende Faktoren

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass Diskomfort beim Sitzen außer von den genannten Faktoren auch von Scherkräften in der Berührungsebene<sup>59</sup> und vom Mikroklima des Sitzes ausgelöst werden können<sup>60</sup>. Da beide nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, werden sie nicht weiter erörtert. Auch ist die überwiegende Meinung, dass die Anzahl der Körperteile, die Diskomfort empfinden, einen dominanteren Einfluss auf den Gesamtdiskomfort hat als die Intensität des Diskomforts<sup>61</sup>.

## **2.1.6 Methoden zur Messung des Diskomforts, auch beim Sitzen**

### **2.1.6.1 Subjektive Verfahren**

Die subjektiven Verfahren zur Erhebung des Diskomforts haben unterschiedliche Namen, zum Beispiel „General Comfort Rating“, „Body Area Comfort Rating“, „Chair Feature Checklist“, „Direct Ranking“ (hierbei ohne Sichtkontakt zum Stuhl, sondern Sitzeindruck mit verbundenen Augen)<sup>62</sup>, aber immer handelt es sich dabei um Befragungen mit möglichst einfachen Skalen<sup>63</sup>, deren semantisches Differentiale sich primär auf die körperliche

<sup>57</sup> JACOBSON, I. D., RICHARDS, L. G. & KUHLTHAU, A. R. (1980): Models of Human Comfort in Vehicle Environments.

In: OBORNE, D. J. und LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 24-32.

<sup>58</sup> KUHLTHAU, A. R., RICHARDS, L. G. & JACOBSON, I. D. (1980): Future Problems and Research Needs Related to Passenger Comfort. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, the Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 76-84.

<sup>59</sup> BUBB, H. (2004): Ergonomie und Sitzgestaltung. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 125.

<sup>60</sup> DIEBSCHLAG, W. & MÜLLER-LIMMROTH, W. (1980): Physiological Requirements on Car Seats: Some Results of Experimental Studies. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, the Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 223-230.

<sup>61</sup> CORLETT, E. N. & BISHOP, R. P. (1983): The Measurement of Spinal Loads Arising from Working Seats. Proceedings of the Human Factors Society 27<sup>th</sup> Annual Meeting (Santa Monica, CA), S. 786-789.  
Nicht geteilt wird diese Meinung von GOONETILLEKE, R. S. & ENG, T. J. (1994): Contact area effects on discomfort. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38<sup>th</sup> Annual Meeting. Human Factors Society, Santa Monica, CA, S. 688-690.

<sup>62</sup> SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. Ergonomics (12), S. 274.

<sup>63</sup> Diese Forderung geht zurück auf BRANTON, P. (1969): Behaviour, body mechanics, and discomfort. In: GRANDJEAN, E. (Hrsg.): Sitting Posture. Taylor & Francis, London.

Befindlichkeit des Probanden<sup>64</sup>, auf einzelne Merkmale des Stuhles<sup>65</sup> oder beide<sup>66</sup> beziehen. Das jüngste Differential für Diskomfort, zu dem es auch ein Pendant für den Komfort gibt, wurde von HELANDER & ZHANG<sup>67</sup> aufgestellt. Es wird in der weiteren Untersuchung herangezogen und dort auch näher beschrieben (siehe Kapitel 5.5.2).

Die Verlässlichkeit einer Befragung ist eng verknüpft mit der Auswahl der Probanden. Eine Sonderform der Befragung stellt die Auswahl von Personen mit Rückenproblemen dar, weil diese im Gegensatz zu Gesunden sensibel genug sind, den Bandscheibendruck als Bewertungskriterium heranzuziehen<sup>68</sup> – eine nicht unumstrittene Methode, da die Bandscheiben selbst über keine Nocirezeptoren verfügen. Eine weitere Sonderform ist die Befragung von Experten. Dass jedoch deren Urteil sich nicht notwendigerweise mit dem der Allgemeinheit deckt, stellte SHACKEL im Rahmen seiner Untersuchungen fest<sup>69</sup>.

### 2.1.6.2 Objektive Verfahren

Die objektiven Verfahren verfolgen im Wesentlichen die Zielsetzung, die physischen und physiologischen Auslöser von Diskomfort beim Sitzen zu messen. Ein solcher Auslöser ist die Belastung der Wirbelsäule, die üblicherweise anhand von drei Verfahren vorgenommen wird:

1. Intradiskale Druckmessung. Als erster hat NACHEMSON 1960<sup>70</sup> entsprechende Versuche an Wirbelsäulenpräparaten und 1966 in vivo an sich selbst durchgeführt<sup>71</sup>, bei denen Drucksonden zwischen die Bandscheiben geschoben wurden.

2. Stadiometrie. Dabei wird der Umstand ausgenützt, dass sich die tagsüber unter der Belastung komprimierten Bandscheiben nachts wieder auf ihre Ausgangsgröße ausdehnen. Die Varianz hierbei beträgt nach DePUKY<sup>72</sup> ca. 1-2 cm. Daraus lässt sich schließen, dass die

<sup>64</sup> Zum Beispiel bei SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. *Ergonomics* 1969, Bnd. 12, S. 274.

<sup>65</sup> KOLICH, M. (1999): Reliability and Validity of an Automobile Seat Comfort Survey. Society of Automotive Engineers, Paper 1999-01-3232, Warrendale, PA.

<sup>66</sup> Zum Beispiel bei HABSBERG, S. & MIDDENDORF, L. (1977): What really connecting seating comfort? Studies of correlates of static seat comfort. Society of Automotive Engineers, Paper 770247, S. 1115-1166.

<sup>67</sup> HELANDER, M. G. & ZHANG, L. (1997): Field studies of comfort and discomfort in sitting. *Ergonomics* (40), S. 895-915.

<sup>68</sup> MICHEL, D. D. & HELANDER, M. G. (1994): Effects of Two Types of Chairs on Structure Change and Comfort for Individuals with Healthy Herniated Discs. *Ergonomics* (37) S. 1231-1245.

<sup>69</sup> SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. *Ergonomics* (12), S. 269-306.

<sup>70</sup> NACHEMSON, A. (1960): Lumbar intradiscal pressure. Experimental studies on post mortem material. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, Supplement 43, S. 1-104.

<sup>71</sup> NACHEMSON, A. (1966): The Load on Lumbar Disks in Different Positions of the Body. *Clinical Orthopaedics and Related Research* (45), S. 107-122.

<sup>72</sup> DePUKY, P. (1935): The Physiological oscillation of the length of the body. *Acta Orthopaedica Scandinavica* (6), S. 338-348.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

Verkürzung der Wirbelsäule ein Maß für deren Belastung darstellt oder umgekehrt deren Ausdehnung ein Anzeichen für einen Erholungsprozess<sup>73</sup>.

3. Elektromyogramm. EMG-unterstützte Untersuchungen messen die Muskelaktivität der Rückenmuskulatur und schließen daraus auf die physikalische Belastung der Bandscheiben<sup>74</sup>.

Einfacher in der Anwendung und non-invasiv ist die Messung der Druckverteilung auf Rückenlehne und Sitzfläche, wobei die Sitzfläche in den meisten Fällen aufgrund ihrer höheren Lastaufnahme ausschließlich betrachtet wird. HERZBERG hat eine der ersten Untersuchungen durchgeführt, bei der er die Gesäß- und Oberschenkelstruktur in Relation zur Sitzkontaktfläche betrachtete<sup>75</sup>. Von wenigen Ausnahmen abgesehen<sup>76</sup> haben die meisten späteren Untersuchungen gezeigt, dass die Sitzdruckverteilungsmessung starke Korrelationen mit subjektiven Diskomfortaussagen aufwies<sup>77</sup>. Die Sitzdruckverteilung wird dabei entweder als *eine* Eingangsgröße von mehreren bei der Bestimmung eines Gesamtkomfort-Index herangezogen<sup>78</sup>, als Diagnosewerkzeug für spezielle Körperregionen wie z. B. den Bereich des Ischiasnervs<sup>79</sup>, oder als zentrale Größe für die Höhe des Diskomforts. Als jüngste Vertreter

<sup>73</sup> Siehe hierzu auch die widersprüchlichen Untersuchungen

ALTHOFF, I., BRINCKMANN, P., FROBIN, W., SANDOVER, J. & BURTON, K. (1992): An improved method of stature measurement for quantitative determination of spinal loading. Application to sitting postures and whole body vibration. Spine 17, S. 682-693. und

ALTHOFF, I., BRINCKMANN, P., FROBIN, W., SANDOVER, J. & BURTON, K. (1993): Die Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule mit Hilfe einer Präzisionsmessung der Körpergröße. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb 683. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven.

<sup>74</sup> Siehe z.B. bei WITTIG, T. (2000): Der Einfluss von Sitz- und Sitz-Stehkonzepten im Büro auf die muskuloskeletale Belastungs- und Beanspruchungssituation. Dissertation an der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik der Universität Stuttgart.

<sup>75</sup> HERZBERG, H. T. E. (1972): The Human buttocks in sitting: Pressure patterns and palliatives. Society of Automotive Engineers, Paper 720005.

<sup>76</sup> Z.B. konnten LEE, K. S., FERRAIUOLO, P. & TEMMING, J. (1993) keine signifikanten Unterschiede zwischen Sitzdruck und lokalem Komfort/Diskomfort feststellen.

<sup>77</sup> Klare Korrelationen stellten beispielsweise fest: LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. & DIEËN, J. H. van (2003): Sitting comfort and discomfort and its relationships with objective measures. Ergonomics 46(10), S. 985-997, ferner

ESNOUF, A. & PORTER, M. (1998): Old methods new chairs. Evaluating six of the latest ergonomics chairs for the modern office. In: HANSON (Hrsg.): Contemporary Ergonomics 1998. Taylor & Francis, London, S. 140-144 und

<sup>78</sup> Beispielsweise bei

KOLICH, M. & TABOUN, S. M. (2004): Ergonomics modelling and evaluation of automobile seat comfort. Ergonomics (47), Nr. 8, S. 841-863 und

DEMONTIS, S. & GIACOLETTO, M. (2001): Prediction of car seat comfort from human-seat interface pressure distribution. Society of Automotive Engineers, Paper 2002-01-0781, die zwar keinen Gesamtkomfortindex ableiten, bei denen aber eine Faktoranalyse gezeigt hat, dass die Faktoren, die 76% aller Varianzen abdecken, die Faktoren statischer Komfort (Steifigkeit, Haltungskomfort, Überzug), d.h. u.a. die Sitzdruckverteilung, Ästhetik und Nutzerfreundlichkeit der Bedienung sind.

<sup>79</sup> AISSAOUI, R. et al. (2001): Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able-bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm. Medical Engineering & Physics, Vol. 23 (6), S. 359-367.

letzterer Herangehensweise sind MERGL und HARTUNG zu nennen, deren Verfahren einer Korrelierung von Sitzdruckdaten mit anthropometrischen Randbedingungen Diskomfort-Toleranzbereiche ermittelt hat und das damit den goldenen Mittelweg zwischen „zu wenig Unterstützung“ und „zu viel Druck“ gefunden hat<sup>80</sup>. Dieses Verfahren findet in der weiteren Untersuchung Anwendung und wird in Kapitel 5.5.2.1 genauer beschrieben.

Es gibt aber auch objektive Messverfahren, die Diskomfort anhand von indirekten Größen messen, wie zum Beispiel der Anzahl unbewusst ausgeführter Bewegungen und Haltungswechsel oder die Abnahme der Stuhlabmessungen und deren Vergleich mit ergonomischen Normen und Empfehlungen (siehe Kapitel 2.1.7.2)<sup>81</sup>. Es gibt sogar die Extremmeinung, dass das ausgeübte bzw. zugelassene Bewegungsverhalten mehr Hinweise auf den Sitzkomfort liefert als dies Gelenkwinkel oder statische Körperhaltungen tun<sup>82</sup>.

Dass die Einhaltung von Maßvorgaben noch kein Garant für Diskomfortfreiheit oder gar hohen Komfort ist, wird in Kapitel 2.1.7.3 dargelegt.

### 2.1.6.3 Verbindung von objektiven und subjektiven Verfahren: Psychophysik

Die Psychophysik untersucht die Wechselwirkung zwischen objektiv messbaren physischen Prozessen und subjektivem mentalem Erleben. Sie hat sich historisch durch die Arbeiten von WEBER und FECHNER entwickelt. FECHNER zufolge ist zwischen äußerer und innerer Psychophysik zu unterscheiden. Während die äußere Psychophysik den Zusammenhang zwischen Reizungen der Sinnesorgane und Erleben misst, beschäftigt sich die innere Psychophysik mit den Relationen zwischen neuronalen Prozessen und Erleben<sup>83</sup>. Meist wird unter "Psychophysik" primär die Untersuchung Reiz – Erleben verstanden, während der Bereich der inneren Psychophysik der kognitiven Neurowissenschaft zugeordnet wird.

Von Interesse sind vor allem vier Fragebereiche: Zum einen kann die *Wahrnehmungsschwelle* untersucht werden. Dabei wird erforscht, wie stark die Reizung eines Sinnesorgans sein muss, damit eine Reaktion erfolgt. Durch Adaptionseffekte kann die Wahrnehmungsschwelle in verschiedenen Kontexten erheblich variieren.

Des Weiteren kann die *Reizunterscheidung* untersucht werden. Wie verschieden müssen zwei Reize sein, damit sie in einem gegebenen Kontext als unterschiedlich empfunden werden? Mittels des Unsicherheitsintervalls werden physisch verschiedene Reize definiert, die beim Menschen jedoch die gleiche Empfindung auslösen. Wie das Verhältnis der Reize aussieht, hängt von der Sinnesmodalität ab: bei Tönen 2%, bei der Salzkonzentration

<sup>80</sup> HARTUNG, J. (2005): Darstellung des Schwingungsverhaltens von Fahrzeuginsassen - Symbiose aus Experiment und Simulation. FAT-Schriftenreihe 189, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V., Frankfurt am Main und

MERGL, C. (2006): Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie. Technische Universität München.

<sup>81</sup> SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. Ergonomics (12), S. 282.

<sup>82</sup> HELBIG, K. (2004): Bewegungsverhalten des sitzenden Menschen - Erfassung von Formen und Typen. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 115.

<sup>83</sup> FECHNER, G. T. (1860): Elemente der Psychophysik. Breitkopf und Härtel, Leipzig.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

(Geschmackssinn) 20% und bei Druckveränderungen der Haut, wie sie beim Sitzen auftreten, 14%<sup>84</sup> und beispielsweise mit Sitzdruckmessungen messtechnisch erfasst werden<sup>85</sup>.

Ein weiteres Thema ist die Reizerkennung. So kann man fragen, wann etwa ein blaues Dreieck als ein blaues Dreieck erkannt wird. In der Regel wird das Vorhandensein eines Reizes registriert, bevor eine genaue Identifikation möglich ist.

Ein letzter Untersuchungsbereich ist die Skalierung, in der nicht nur untersucht wird, ob eine Person einen Reiz erkannt hat, sondern ob sie schätzen kann, wie stark der Reiz ist bzw. wie hoch der davon ausgelöste Diskomfort ist. Die Skalierungsfähigkeiten können in verschiedenen Situationen erheblich variieren (siehe Kapitel 2.1.5).

Alle vier Fragestellungen werden in den genannten Arbeiten von HARTUNG und MERGL vorgenommen. Eine weitere Beschreibung, wie Diskomfort mit naturwissenschaftlichen Methoden der Psychophysik erfasst werden kann, ist HERZBERG zu entnehmen<sup>86</sup>.

## **2.1.7 Abgeleitete arbeitswissenschaftliche Empfehlungen zur Minimierung des Diskomforts beim Sitzen**

### **2.1.7.1 Verhaltensmaßnahmen**

Statisches Sitzen ist per se eine Belastung für den Körper, und ohne eine Sitzflächenneigung, die ein Nach-vorne-Rutschen des Gesäßes verhindert, bedeutet es eine ungünstige Statik. Demnach ist der Ausdruck „Gesundes Sitzen“ ein Paradoxon und sollte daher durch den Begriff „medizinisch richtiges Sitzen“ ersetzt werden<sup>87</sup>. Auf folgende Präventionsmaßnahmen konnte sich die Arbeitswissenschaft bisher verständigen:

<sup>84</sup> RATHUS, S. A. (1990): Psychology. 4. Auflage, Holt, Rinehart and Winston, Fort Worth.

<sup>85</sup> Eine entsprechende Untersuchung bzgl. Diskomforts durch Druckeinwirkung auf die Haut haben GOONETILLEKE, R. S. & ENG, T. J. (1994): Contact area effects on discomfort. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting. Human Factors Society, Santa Monica, CA, S. 688-690 durchgeführt. Ihre Ausgangsthese besagt, dass Produkte, die den Anspruch erheben, "ergonomisch" gestaltet zu sein, meist nach einer gleichförmigen Druckverteilung streben. Das Studium von Literatur, die sich mit Sensorik befasst, weist für die Autoren allerdings auf das Konzept der räumlichen Summation hin, d.h. je größer die exponierte Hautoberfläche, desto größer ist die Sinneswahrnehmung. In der vorliegenden Studie wird dieser Effekt untersucht, indem die maximale Drucktoleranz untersucht wird. Ergebnis: Der Zusammenhang zwischen Diskomfort und Kontaktflächeweisen einen U-förmigen Zusammenhang auf. Das traditionelle Streben nach gleichförmiger Druckverteilung bewährt sich damit nur im Bereich unterhalb des kritischen Werts. Der zweite Abschnitt des „U“ wird bei Werten unterhalb des kritischen Werts bzw. sehr niedrigen Kräften nicht erreicht werden. Somit erzeugen hohe, auf eine kleine Fläche konzentrierte Drücke geringeren Diskomfort als mittlere Drücke auf eine größere Fläche – Ein Ergebnis, das in Widerspruch zu LEVINE und CORLETT steht. Der kritische Schwellenwert, ab dem sich Diskomfort einstellt, ist damit abhängig von der Höhe der Kraft *und* der Größe der Kontaktfläche.

<sup>86</sup> HERZBERG, H. T. E. (1958): Seat Comfort. In: HANSEN, R. (Hrsg.): Annotated Bibliography of Applied Physical Anthropology in Human engineering. Wright Air Development Center, Dayton, Ohio, S. 297-300.

<sup>87</sup> ERNST, E. (1992): Medizinisch richtiges Sitzen, gibt es das? Wiener Medizin. Wochenschrift 22, S. 513-516.

- Für viel Bewegung beim Sitzen sorgen<sup>88</sup>, beispielsweise
- Regelmäßigen Haltungswechsel beim Sitzen vornehmen, also zwischen vorderer und hinterer Sitzhaltung, aber auch zwischen Stehen und Sitzen. Ziel ist es, eine Spannung und Entspannung der Gelenke, Sehnen, Bänder und Muskeln zu erzielen, den Körperkontakt zu variieren, und die Durchblutung anzuregen<sup>89</sup>.
- Einrichtung von Ruhezeiten im unbelasteten Zustand, um die Bandscheibenverdichtung zu reduzieren und damit Stoffwechselstörungen im Bandscheibengewebe zu verhindern<sup>90</sup>.
- Bevorzugte Einnahme aufrechter Sitzpositionen (lordosiert) anstelle von lässigen Sitzhaltungen (kyphosiert), was sich vor allem auf die in Kapitel 2.1.5.2 erwähnten intradiskalen Messungen an Bandscheiben stützt<sup>91</sup>.

Allerdings wird diese Forderung derzeit heftig diskutiert, weil neuere Messungen andere Empfehlungen nahelegen scheinen. So wurde beispielsweise die bisherige Lehrmeinung in Zweifel gezogen, dass Sitzen grundsätzlich höhere Wirbelsäulenbelastungen mit sich bringt als Stehen, und ferner die Feststellung gemacht, dass eine lordosierte Sitzhaltung einer kyphosierten nicht generell vorzuziehen ist<sup>92</sup> (vgl. Kapitel 2.1.5.2 bzw. 2.1.7.3). Immerhin:

- <sup>88</sup> MANNION, A. (2004): Die Bedeutung von Bewegung und körperlicher Aktivität für die Prävention und Linderung von Rückenschmerzen. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 138-155.  
VAN DEURSEN, L. L., PATIJN, J., BROUWER, R. et al. (1999): Sitting and lower back pain: The positive effect of rotatory dynamic stimuli during prolonged sitting. *European Spine Journal* 8, S. 187-193.  
WITTIG, T. (2000): Der Einfluss von Sitz- und Sitz-Stehkonzepten im Büro auf die muskuloskeletale Belastungs- und Beanspruchungssituation. Dissertation an der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik der Universität Stuttgart.
- <sup>89</sup> HEIDINGER, F. (2003): Ergonomische Bedeutung der zurückgeneigten Arbeitshaltung. Waldshuter Arbeitsmedizinische Gespräche am 27.03. und 28.03.2003. Gemäß Internetfassung vom 20.7.2006. [http://www.sedus.de/se/ger/informationsservice/waldshut03/Geneigte\\_Arbeitshaltung.pdf](http://www.sedus.de/se/ger/informationsservice/waldshut03/Geneigte_Arbeitshaltung.pdf)  
REBIFFÉ, R. (1980): General Reflections on the Postural Comfort of the Driver and Passengers; Consequences on Seat Design. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): *Human Factors in Transport Research*, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 244.  
WINDEL, A. & FERREIRA, Y. (2004): Steh-Sitzdynamik. In: *Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen*. Gentner, Stuttgart.
- <sup>90</sup> HARTMANN, B. (2000): Prävention arbeitsbedingter Rücken- und Gelenkerkrankungen. *Ergonomie und arbeitsmedizinische Praxis*. EcoMed, Landsberg, S. 66.  
HELANDER, M. G. & QUANCE, L. (1990): The Effect of work-rest schedules on Spinal Shrinkage in the Sedentary Worker. *Applied Ergonomics* (21), S. 279.
- <sup>91</sup> Dass eine Lordosierung Hals- und Nackenmuskulaturbeschwerden vorbeugt, ist das Ergebnis einer Untersuchung an Fluggastsitzen von KNOLL, C. M. (2004): Sitzkomfort von Flugzeugsitzen - Ergebnisse von Probandenversuchen. In: BRUDER, R. (Hrsg.): *Ergonomie und Design*. Tagungsband zur GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen. Ergonomia, Stuttgart, S. 195 - 198.
- <sup>92</sup> WILKE, H.-J. (2004, II): Möglichkeiten zur Bestimmung der Wirbelsäulenbelastungen und Konsequenzen für die Empfehlungen für das Sitzen. In: WILKE, H. J. (Hrsg.): *Ergomechanics*. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 78-103.

Dass Bewegung Not tut, ist inzwischen eine nicht mehr nur von der Arbeitswissenschaft vertretene Forderung<sup>93</sup>.

### **2.1.7.2 Gestaltung von Bürostühlen**

Da die Arbeitswissenschaft eine mit den menschlichen Möglichkeiten verträgliche Leistungssteigerung des Mensch-Maschine-Systems zum Ziel hat, kann es nicht zielführend sein, eine einzelne Komponente zu optimieren. Vielmehr gilt es, das Gesamtsystem zu optimieren, im Fall des Büroarbeitsplatzes also nicht nur den Stuhl, sondern die gesamte Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungsgestaltung sowie die Arbeitsorganisation. Die folgenden Empfehlungen sind somit als Maßnahmen zu verstehen, die erst im Verbund wirksam werden. In Anbetracht des Untersuchungsgegenstandes werden nur noch Empfehlungen für Bürostühle angeführt und auch hier nur jene, die sich auf komfort- bzw. diskomfortrelevante Größen beziehen. Für Angaben zu Fahrzeugsitzen sei auf DIEBSCHLAG & MÜLLER-LIMMROTH (1980) und KOLICH (2003)<sup>94</sup> verwiesen.

#### Abmessungen und Formgebung

Die gängigsten Maßempfehlungen für Bürostühle sind Abbildung 2-2 zu entnehmen. Der Umstand, dass die Längen-, Höhen- und Tiefenmaße chronologisch zunehmen, dürfte auf die säkulare Akzeleration der Bevölkerung zurückzuführen sein, die im Betrachtungszeitraum in Deutschland ca. 10-20mm Körperhöhenzunahme pro Jahrzehnt betrug<sup>95</sup>. Darüber hinaus geben DIEBSCHLAG & MÜLLER-LIMMROTH (1980) auch Empfehlungen in Form von Radienangaben bezüglich der dreidimensionalen Ausgestaltung von Sitzfläche und Rückenlehne. Diese zielen vor allem darauf ab, Druckspitzen zu vermeiden, indem am Ende der körperunterstützenden Flächen ein abrupter Abbruch des Kontakts vermieden wird. Auch wird, wie auch bei HERZBERG (1972)<sup>96</sup>, dafür plädiert, den Körper in konkav geformten Sitzkissen und Rückenlehnen zu fassen – eine Empfehlung, die der Forderung nach Bewegung zuwiderläuft.

Andere Quellen betonen, dass eine Rückenlehne die Bewegungsfreiheit des Torso und der Arme nicht einengen darf und somit vollflächige Unterstützung ausschließt bzw. dass eine Unterstützung des oberen Rückens völlig unnötig ist, wenn eine Lordosenunterstützung vorliegt.

<sup>93</sup> STRASSMANN, B. (2005): Wer sitzt, der sündigt. Die Zeit Nr. 22 vom 25. Mai 2005, S. 31.

<sup>94</sup> DIEBSCHLAG, W. & MÜLLER-LIMMROTH, W. (1980): Physiological Requirements on Car Seats: Some Results of Experimental Studies. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 223-230.

KOLICH, M. (2003): Automobile seat comfort: occupant preferences vs. Anthropometric accommodation. Applied Ergonomics 34 (2), S. 177-184.

<sup>95</sup> JÜRGENS, H. W. (1993): Anthropometrische Grundlagen der Arbeitsgestaltung. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie. Carl Hanser, München, Wien, S. 464.

<sup>96</sup> HERZBERG, H. T. E. (1972): The Human buttocks in sitting: Pressure patterns and palliatives. Society of Automotive Engineers, Paper 720005, S. 45.

## 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft

### 2.1 Erleiden vermeiden

Alle Maße [mm] wenn nicht anders angegeben	DIN 4551 (1975)	DIN 4552 (1975)	GRANDJEAN (1978)	DIN 68877 (1981)	MÜLLER-LIMMROTH et al. (1983)	DIEB-SCHLAG et al. (1992)
<b>Sitzfläche</b>						
Breite	400 – 480	400 – 480	400 – 450	400 – 480	400 – 500	
Tiefe	380 – 440	380 – 440	380 – 440	380 – 420	390 – 500	420 – 450
2-Stufen-Einstellung					420 & 460	
3-Stufen-Einstellung					410; 440; 470	
Sitzflächenneigung			-2 ° Vor-neigung; +7 ° Rück-neigung		-2 ° Vor-neigung; +12 ° Rück-neigung	-2 ° Vor-neigung; +14 ° Rück-neigung
Vorderkantenradius				40 – 120	40 – 50	30 – 50
Gesäß-/Oberschenkelanpassung			Ja, Mulde	Querrichtg. max. 25; Längsrichtg max. 40	ja	
<b>Rückenlehne</b>						
Höhe Synchronsitz:					480 – 550	480 – 550
Sonstige Sitze:	Min. 220	Min. 320	Min. 300	220	380 – 550	
Sitze ohne verstellbare Lehne:				320		
Abstand zw. Lehnenunterkante und Sitzfläche					70 – 90	
Breite allgemein:	360 – 480	360 – 480	Min. 380	360 – 400	370 – 460	
Lendenbauschhöhe fixiert:	180 – 250	130 – 200	100 – 200	170 – 230	180 – 220	230 – 290
Verstellbereich:					160 – 250	
Lendenbauschwölbung:					0 – 50	0 – 50
Tiefenverstellung:	400 + 20				400 – 440	420 – 450
Lehnenneigung starre lehne:			107°		95 – 105 °	
Pendelnde Lehne:					80 – 120 °	
Synchronmechanismus:					80 – 120 °	90 – 120 °
Lehnenwölbungstiefe:					30 – 40	10 – 50
<b>Armlehnen</b>						
Länge:	200 – 280	200 – 280		200 – 280	250 – 300	
Breite:					50 – 90	
Höhe über Sitzfläche:	230 ± 20	230 ± 20		230 ± 20	200 – 280	220 – 260
Abstand zur Sitzvorderkante:	100 – 180	100 – 180		110 – 180	120 – 160	
Abstand zwischen Armlehnen:	490 +10 – 20	490 +10 – 20		Max. 500	450 – 500	
Neigungswinkel zur Lehne:					3 – 6 °	

Abbildung 2-2: Auswahl einschlägiger Maßempfehlungen für Bürostühle (statische Betrachtung)



Deren Vorhandensein wird von allen in Abbildung 2-2 genannten Quellen für notwendig erachtet, was auf die Aussage von ANDERSON & ÖRTENGREN (1974) zurückgeht, dass der Bandscheibendruck deutlich reduziert wird, wenn eine Lordosenstütze in Verbindung mit Armlehnen eingesetzt werden<sup>97</sup>.

Was den Winkel zwischen Sitzfläche und Rückenlehne angeht, so wird im Fall einer starren Lehne ein Maß von 110-120° angestrebt, um einen größeren Haltungswechsel zu erzielen<sup>98</sup>.

Diese Angaben sind auch deshalb nicht unumstritten und können nur Anhaltspunkte sein. Sie sind mit Blick auf die Population, die Arbeitsaufgabe und das Arbeitsumfeld selektiv anzuwenden (siehe auch hierzu Kapitel 2.1.7.3). Auch sagen die reinen Abmessungen wenig darüber aus, inwieweit der Stuhl die Bewegungsfreiheit fördert oder einschränkt.

#### Physikalische, klimatische und kinematische Eigenschaften

Der Versuch, die physikalischen Eigenschaften der Kontaktfläche, z.B. die Kissenhärte, in absolute Werte zu überführen<sup>99</sup>, wurde von den bereits genannten Untersuchungen von HARTUNG und MERGL abgelöst. Ein Forschungsfeld, dem zunehmend Beachtung geschenkt wird, ist das des Sitzklimas, das maßgeblich von der Wasserdampf- und Luftdurchlässigkeit von Bezugstoff und Kissenmaterial bestimmt wird.

Im Sinne einer Bewegungsförderung sprechen sich die meisten Quellen für kinematische Lösungen aus, die ein „dynamisches Sitzen“ fördern, also den Wechsel zwischen vorderer und hinterer Sitzhaltung<sup>100</sup>, womit statischen Dauerbelastungen der Muskulatur und der Bandscheiben entgegengewirkt wird. Als kennzeichnende Kriterien für die Qualität einer Synchronmechanik sind in erster Linie das Kopplungsverhältnis von Sitz- und Lehnenflächenbeweglichkeit, Einstellbarkeit und Verlauf der Rückstellkraft sowie die vom Bewegungsablauf überdeckten Winkelbereiche zu nennen.

#### Einstellbarkeit

Je mehr Einstellmöglichkeiten der Stuhl bietet, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass er sich an individuelle anthropometrische Gegebenheiten anpassen lässt. Ein Stuhl mit vielen Einstellmöglichkeiten wird letzten Endes auch als komfortabler wahrgenommen als einer mit

<sup>97</sup> ANDERSSON, G. B. J. & ÖRTENGREN, R. (1974): Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting, 1. Studies on an office chair. In: Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 3, S. 115-121.

<sup>98</sup> Ebd. 110° als Empfehlung werden auch ausgesprochen von ERICSON, M. & ODENRICK, P. (1994): Arbeitsfysiologi och Belastningsergonomi. In: Arbetarskyddsämnden (Hrsg.): Arbete - Människa - Teknik. Schwedisches Amt für Arbeitsschutz (Swensk Arbetarskyddsämnden), Stockholm, S. 36.

<sup>99</sup> WANG, Y. & LAKES, R. (2002): Analytical parametric analysis of the contact problem of human buttocks and negative Poisson's ratio foam cushions. International Journal of Solids and Structures, 39 (18), S. 4825-4838.

<sup>100</sup> Siehe z.B. ASER (1998): Arbeitsstuhl - Bequeme Arbeitshaltung. Hrsg. Vom Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER) der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal. <http://www.hu-berlin.de/rz/wwedv/empfehl/ergonomie/bifra/info/info-f01.htm>  
Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006.  
Siehe außerdem CONGLETON, J. J., AYOUB, M. M. & SMITH, J. L. (1985): The design and evaluation of the neutral posture chair for surgeons. Human Factors, 27, S. 591.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 

wenigen. Allerdings benötigt der Nutzer mehr Zeit, um den Stuhl auf seine Bedürfnisse einzustellen<sup>101</sup>.

Hierbei ist aber im Kontrast zu heute gängiger Praxis darauf zu achten, dass die Einstellungen nicht feiner vorgenommen werden können, als das menschliche Unterscheidungsvermögen dies wahrzunehmen in der Lage ist, d.h. Sitzhöhenverstellungsschritte nicht kleiner als 2mm, Änderungen des Rückenlehnenwinkels nicht kleiner als 3 Grad<sup>102</sup>.

#### Leichter Zugang zu Einstellungsfunktionen

Die Verstellmechanismen sollten im Sitzen erreichbar und dennoch vor unbeabsichtigtem Verstellen geschützt sein<sup>103</sup>, denn schlechter Zugang und mangelhafte Bedienungsfreundlichkeit bergen die Gefahr eines Akzeptanzproblems, das zur Ablehnung des Stuhles führen kann<sup>104</sup>. Weitere Empfehlungen, wie sich die Nutzungshäufigkeit von Einstellfunktionen erhöhen lässt, werden in Kapitel 2.2.8 aufgeführt.

#### **2.1.7.3 Widersprüchlichkeiten der Empfehlungen**

Bezüglich der medizinisch empfohlenen Sitzhaltung und der sinnvollen Stuhlgestaltung wurden in den vorangegangenen Kapiteln bereits Differenzen zwischen arbeitswissenschaftlichen Empfehlungen sichtbar. Diese ließen sich beliebig fortsetzen<sup>105</sup>.

Es lassen sich aber auch grundsätzliche Fragen zur Herangehensweise arbeitswissenschaftlicher Untersuchungen anführen. So stellt rückenseitig unterstütztes Sitzen, wie es in westlichen Kulturen praktiziert wird, eine prinzipiell instabile Haltung dar: Das Anlehnen an die Rückenlehne führt dazu, dass man mit dem Gesäß Richtung Sitzkissenvorderkante rutscht. Um zu verhindern, dass man von der Sitzfläche gleitet, korrigiert man die Sitzhaltung, indem man den Körperschwerpunkt wieder über das Gesäß bringt. In diesem Augenblick sitzt man auf der Sitzkissenvorderkante. Diese Haltung ist auch aufgrund der höheren Flächenpressung unangenehm, also rutscht man wieder zurück, lehnt sich an und der Prozess beginnt von neuem. Das heißt, dass angelehntes Sitzen die Gefahr

<sup>101</sup> HELANDER, M. G., ZHANG, L. & MICHEL, D. (1995): Ergonomics of Ergonomic Furniture. A Study of Adjustability Features. *Ergonomics* (38) S. 2007-2029. Diese Aussage gilt auch für Kfz-Sitze, siehe: DETJEN, D. (2002): Den Alltag ohne Rückenschmerzen bewältigen - VW bekommt das AGR-Gütesiegel. Pressemitteilung 12/2002 der Aktion Gesunder Rücken e.V. (AGR), Selsingen.

<sup>102</sup> HELANDER, M. G., LITTLE, S. E. and DRURY, C. G. (2000): Sensitivity and Adaptivity to Postural Change in Sitting. *Human Factors* (43) S. 617-629.

<sup>103</sup> ASER (1998): Arbeitsstuhl - Bequeme Arbeitshaltung. Hrsg. vom Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER) der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal. Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006: <http://www.hu-berlin.de/rz/vwedv/empfehl/ergonomie/bifra/info/info-f01.htm>

<sup>104</sup> Siehe OVERBEEKE, K. J., VINK, P. & CHEUNG, F.-K. (2001): The Emotion-Aware Office Chair. An exploratory study. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 262-267.

<sup>105</sup> BENDIX, T. et al. (1996): What does a Backrest Actually Do to the Lumbar Spine? *Ergonomics* (39), Nr. 4, S. 533-542 haben herausgefunden, dass die traditionelle Annahme, dass eine Rückenlehne die Ausbildung einer Lordose unterstützt, falsch ist.  
BRANTON, P. (1969): Behaviour, body mechanics, and discomfort. In: GRANDJEAN, E. (Hrsg.): *Sitting Posture*. Taylor & Francis, London hat ein Jahr auf einem Bürostuhl mit minimaler Körperunterstützung verbracht und war der Meinung, dass dieser Stuhl komfortabel war.

birgt, ein Zusammensinken in Rundrückenhaltung zu fördern. Auch zeigt die Darstellung, dass solches Sitzen eher ein Prozess denn ein Zustand ist<sup>106</sup>. Ein großer Sitzwinkel wie der empfohlene von 110° fördert diesen Prozess noch, birgt aber die Gefahr, dass aufgrund meist nicht vorhandener Nackenstütze der Schwerpunktausgleich dadurch vorgenommen wird, dass der Oberkörper und Nacken/Schulterbereich einen Buckel formen, was zu Verspannungen führt und die Atmung einschränkt<sup>107</sup>.

Die Kritik ist sicher nicht unberechtigt, dass viele bisherige arbeitswissenschaftliche Bemühungen zu stark darauf abzielten, eher einen statischen Zustand (Haltungsfixation) als vielmehr die Dynamik des Sitzens zu fördern<sup>108</sup>. Auch stellt sich die Frage, ob das Dogma der Körperunterstützung und der minimalen Muskelarbeit wirklich eine Komfortförderung zur Folge hat. Eine damit einhergehende Unterforderung der Haltungsmuskulatur trägt signifikant zu Muskelschmerzen, Spasmen bis hin zu Behinderungen bei<sup>109</sup> (siehe hierzu die Definition von Komfort in Kapitel 2.2). CRANZ prädiert deswegen für minimale Unterstützung gemäß der Alexander-Technik, bei der der Sitzende lernt, seine Haltungs- und Bewegungsgewohnheiten zu beobachten und zu analysieren und körperlich dysfunktionale Gewohnheiten abzulegen, wobei Ausgangspunkt die Haltung von Kopf, Nacken und Rumpf sind. Komfortkriterium ist hierbei, dass das Nackengelenk frei beweglich ist, so dass der Kopf die Möglichkeit hat, sich in alle Richtungen zu bewegen – vom Kopf nämlich werden alle Bewegungen eingeleitet. Ein Stuhl, der diese Anforderungen erfüllt, ist das Modell „Capisco“ des norwegischen Herstellers HÅG (siehe Abbildung 2-3).

<sup>106</sup> Siehe beispielsweise bei BRONKHORST, R. E. & KRAUSE, F. (2005): Designing Comfortable Passenger Seats. In: Vink, P. (Hrsg.): Comfort and design: principles and good practice. CRC Press, Boca Raton, S. 164.

<sup>107</sup> CRANZ, G. (2000): The Chair. Rethinking Culture, Body, and Design. Norton & Company, New York.

<sup>108</sup> Ein Extrembeispiel liefert CHEN, Y. (2003): Effectiveness of a new back belt in the maintenance of lumbar lordosis while sitting: a pilot study. International Journal of Industrial Ergonomics 32 (4), S. 299-303: Am Department of Industrial Engineering and Management in Taipei wurde ein spezieller Sitzgurt entwickelt, der die Lordose auch beim Sitzen aufrecht erhält, indem er um die Knie gelegt wird.

<sup>109</sup> CRANZ, G. (2000) – s.o.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.1 Erleiden vermeiden
- 



Abbildung 2-3: Minimale Körperunterstützung bei maximaler Sitzdynamik: HÅG „Capisco“ (Quelle: [www.hag.no](http://www.hag.no)).

Auch soll nicht unerwähnt bleiben, dass die in Abbildung 2-2 genannten Maßempfehlungen im Rahmen arbeitswissenschaftlicher, biomechanischer und orthopädischer Untersuchungen ermittelt wurden. Dabei stand stets die Gesunderhaltung im Vordergrund, nicht primär der Sitzkomfort. KOLICH hat dies nachgeholt und festgestellt, dass die Maßempfehlungen für Lordosenhöhe, Lehnenbreite, Kissenbreite und –tiefe nicht als komfortabel empfunden wurden. Beispielsweise wurden die Empfehlungen für die Sitzkissenbreite als zu üppig bemessen empfunden, dafür bevorzugten die Probanden größere Sitztiefen als die empfohlenen.

Das heißt, dass arbeitswissenschaftliche Kriterien zur Vermeidung von Diskomfort ihre Berechtigung haben, aber nicht blindlings angewandt werden dürfen. Da sich in der erwähnten Untersuchung auch gezeigt hat, dass Stühle, die gleichermaßen anthropometrische Kriterien erfüllten, unterschiedliche Komfortbewertungen erhalten haben, ist dies ein gewichtiger Hinweis darauf, dass noch weitere Faktoren Einfluss auf den Sitzkomfort haben als nur solche, die Diskomfort vermeiden<sup>110</sup>.

<sup>110</sup> KOLICH, M. (2003): Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation. *Applied Ergonomics* 34 (2), S. 183ff.

## **2.2 Erweiterte Zielsetzung der Arbeitswissenschaft: Komfort fördern**

So berechtigt die Diskussion um die Vermeidung von Diskomfort („Erleiden“) auch ist, stellt sich doch die Frage, ob nicht auch emotional-psychische Faktoren zu berücksichtigen sind. Oder mit anderen Worten: Es scheint nahe zu liegen, dass die Erfüllung der arbeitswissenschaftlichen Bewertungskriterien Schädigungslosigkeit, Ausführbarkeit, Zumutbarkeit, Persönlichkeitsförderlichkeit und Sozialverträglichkeit<sup>111</sup> neben Gesunderhaltung und Gesundheitsförderung auch den subjektiv wahrgenommenen Komfort beinhaltet. Und dass zu diesem Komfort nicht nur körperliches, sondern auch seelisches Wohlbefinden zählt.

Nach dem etymologischen Ursprung von „Komfort“ ist das zu erwarten – leitet es sich doch von *fors* (*lat.*: Kraft) ab, womit der Zustand und der Prozess des Erlangens überdurchschnittlicher körperlicher und geistig-seelischer Kräftigung bezeichnet wird<sup>112</sup>. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Konnotation zu eigener Aktivität. Neben Physis und Psyche ist auch die Umwelt beteiligt: „Comfort is a pleasant state of physiological, psychological and physical harmony between a human being and the environment“<sup>113</sup>. Die hierbei mitschwingende Passivität des Individuums entspricht der Art und Weise, wie Komfort heute im deutschen und angloamerikanischen Sprachraum aufgefasst wird, nämlich als »Nutzung der technischen Zivilisation für eine angenehme Lebensweise«, die einseitig mit physischen Attributen belegt ist<sup>114</sup>.

Aus genau diesem Grund ist Komfort, wie die weiteren Ausführungen zeigen werden, heute ein von der Arbeitswissenschaft intensiver betrachtetes Feld – auch deswegen, weil die technische Entwicklung den Menschen immer mehr in die Lage versetzt, alle Wünsche und Bedürfnisse zufriedenzustellen. Somit steht nicht mehr die Frage im Mittelpunkt des Interesses, wie lästige oder gesundheitsschädliche Arbeit von Technik übernommen werden kann, sondern, wie sich Wohlbefinden erzeugen lässt<sup>115</sup>.

### **2.2.1 Neue Definition von Komfort in der Arbeitswissenschaft nach ZHANG**

Ursprünglich ist die Arbeitswissenschaft davon ausgegangen, dass Komfort und Diskomfort zwei Extreme auf ein und derselben Skala subjektiven Empfindens bilden (siehe Kapitel 2.1). Dass dieser Zusammenhang in dieser Form nicht bestehen kann, haben ZHANG et al.

<sup>111</sup> SCHMIDTKE, H. (1993\_III): Belastung und Beanspruchung. In: SCHMIDTKE (Hrsg.): Ergonomie. Carl Hanser, München, Wien.

<sup>112</sup> MÜHLMANN, H. (1975): Luxus und Komfort. Wortgeschichte und Wortvergleich. Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, S. 173.

<sup>113</sup> SLATER, K. (1985): Human Comfort. Charles C. Thomas Pub Ltd (Hrsg.). Thomas, Springfield, UK, S. 4.

<sup>114</sup> KNOLL, C. M. (2000): Komfort - Die vergessene seelische Komponente. Diplomarbeit im Studiengang Investitionsgüterdesign. Staatliche Akademie der bildenden Künste, Stuttgart.

<sup>115</sup> BUBB, H. (2004): Ergonomie und Sitzgestaltung. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 124.

nachgewiesen. In ihrer Studie wurde nach den passenden semantischen Deskriptoren für eine Bewertung von Komfort und Diskomfort gesucht. Als Ergebnis wird festgehalten, dass Komfort und Diskomfort nicht etwa Extreme auf einem Kontinuum, sondern unabhängige Variablen sind, die mit unterschiedlichen Faktoren zusammenhängen (siehe Abbildung 2-4): Diskomfort mit Müdigkeit und Biomechanik, Komfort mit einem Gefühl des Sich-Wohlfühlens und Ästhetik<sup>116</sup>.

### Komfort

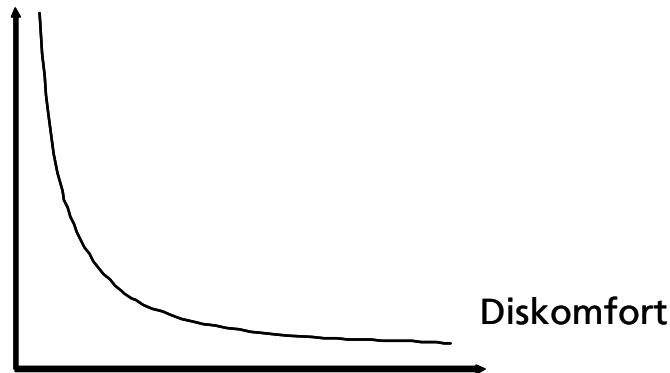


Abbildung 2-4: Zusammenhang zwischen Komfort und Diskomfort nach ZHANG, L., HELANDER, M. G., & DRURY, C. G. (1996): Fortschreiten auf der hyperbelförmigen Linie nach links bedeutet Komfortzunahme.

Das heißt, dass Komfort mehr den Bereich des »Gefallens« beschreibt und Diskomfort das »Erleiden« einer Situation<sup>117</sup>. Sich wohl zu fühlen äußert sich beispielsweise darin, dass eine Person ihre uneingeschränkte Aufmerksamkeit auf jedwede gewünschte Aktivität lenken kann<sup>118</sup>.

Komfort ist dabei gesamthaft, und Sitzkomfort kann nur ein Teilbereich sein. Daher ist es notwendig, auch das Mensch-Maschine-System als Ganzes zu betrachten. Man denke nur an den Komfort beim Reisen, der vom Sitzkomfort, aber eben auch von Fahrkomfort, lokalem Komfort (Wartesituation, Bahnhof...) und organisatorischem Komfort (Service...) entscheidend mitgeprägt wird. Erst dann hat es Sinn, die Subsysteme zu betrachten, wie zum Beispiel das Sitzen im Zug<sup>119</sup>. Im Sinne der Aufgabenstellung dieser Arbeit greift auch die

<sup>116</sup> ZHANG, L., HELANDER, M. G., & DRURY, C. G. (1996): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. Human Factors 1996, Bnd. 38, S. 377-389.

<sup>117</sup> BUBB, H. (2004): s.o.

<sup>118</sup> BRANTON, P. (1969): Behaviour, body mechanics, and discomfort. In: GRANDJEAN, E. (Hrsg.): Sitting Posture. Taylor & Francis, London.

<sup>119</sup> OBORNE, D. J. & LEVIS, J. (Hrsg.) (1980): Human Factors in Transport Research (Vol. 2). Academic Press, London, New York.  
vgl. auch: GIACOMINI, J. & QUATTROCOLO, S. (1997): An analysis of human comfort when entering and exiting the rear seat of an automobile. Applied Ergonomics 28 (5-6), S. 397-406.

Definition von VINK zu kurz, der Komfort als die „vom Nutzer während oder nach dem Gebrauch eines Produktes festgestellte Annehmlichkeit“ beschreibt<sup>120</sup>. Hier fehlt die für das Gefallen nicht unerhebliche Dimension der Annehmlichkeit vor dem Gebrauch, beispielsweise die des visuellen Komforts.

Im folgenden Abschnitt wird schwerpunktmäßig untersucht, welche Anstrengungen die Arbeitswissenschaft bisher unternommen hat, um diesen Aspekt des Gefallens zu ihren Gunsten nutzen zu können. Dabei wird nicht nur auf Untersuchungen von Sitzen, sondern auch von interaktiven Produkten eingegangen. Eine genauere Analyse des Komplexes „Ästhetik“ wird dann im Kapitel 3 vorgenommen.

### **2.2.2 Psychisch-kognitive und emotionale Einflussfaktoren von Komfort**

Die psychisch-kognitiven und emotionalen Ursachen von Komfort hängen eng mit den Urteilsprozessen des Menschen zusammen, die in inneren Modellen ablaufen. Komfort ist dabei bedingt durch die beim Menschen hervorgerufenen Gefühle, und die daraus abgeleiteten Handlungen basieren nach Ansicht der Kognitionspsychologie auf sog. "inneren Modellen". Das sind Erfahrungen über Abläufe, die bereits vor oder während der Handlung eine Vorhersage über deren Ausgang erlauben. Diese Vorhersage geschieht unbewusst, erst eine Differenz zwischen der Vorhersage und dem über die Sinnesorgane Erfahrenen kommt zu Bewusstsein. In Bezug auf Komfort und Diskomfort bedeutet das, dass nur die negative Beschäftigung mit Unzulänglichkeiten, welche die Differenz zwischen dem Erwarteten und dem Beobachteten ausmachen, zu Diskomfortempfinden führt<sup>121</sup>. Im Folgenden werden einige Aspekte angeführt, die die Etablierung dieser inneren Modelle entweder prägen oder auf die Probe stellen und somit zu berücksichtigen sind, wenn Komfort gefördert werden soll.

#### **2.2.2.1 Vertrauen**

Vertrauen in die ordnungsgemäße Funktionsweise des Produkts stellt ein wesentliches Komfortkriterium dar. Bei einem Stuhl gehört hierzu beispielsweise eine erkennbare mechanische Haltbarkeit, die glaubhaft die beim Sitzen auf den Stuhl wirkenden Kräfte aushält. Das gilt für Gegenstände ebenso wie für Dienstleistungen<sup>122</sup>.

#### **2.2.2.2 Kein Verdruss**

Mit „Verdruss“ ist das in der englischsprachigen Literatur als „displeasure“ bezeichnete Missvergnügen gemeint, dessen Vermeidung ebenfalls komfortsteigernd wirkt. „Displeasure“ weist damit eine sprachliche und inhaltliche Verwandtschaft mit dem Diskomfort auf.

Ebenso gut ließe sich die Vermeidung von Verdruss der Vermeidung von Diskomfort (Kapitel 2.1) zurechnen. Die Zuordnung zu den Komfortfaktoren erfolgt deswegen, weil das Ziel in

<sup>120</sup> VINK, P. (2002): Comfort. TU Delft, Selbstverlag, S. 5.

<sup>121</sup> BUBB, H. (2004): Ergonomie und Sitzgestaltung. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 127.

<sup>122</sup> Siehe hierzu beispielsweise EGGGER, F. N. (2001): Affective Design of E-Commerce User Interfaces: How to Maximise Perceived Trustworthiness. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 317-324.

einer Komfortsteigerung besteht, bei der der Gefallensaspekt durch Spaßzuwachs im Vordergrund steht.

JORDAN definiert Verdruss (displeasure) als "the emotional and hedonic penalties associated with product use". Als dominante Quellen führt er mangelhafte Benutzerfreundlichkeit, schlechte Produktleistung und schlechte Ästhetik an<sup>123</sup>. Als weitere Verdrussquellen wurde das zeitliche Reaktionsverhalten eines technischen Systems identifiziert<sup>124</sup>. Auch ohne die Einbeziehung von Produkten stellt der Faktor „Zeit“ eine wesentliche Komponente des Wohlbefindens dar. So haben Untersuchungen gezeigt, dass die Beziehung zwischen Wohlbefinden und Zeitdruck einem umgekehrten "U" entspricht. "Am besten geht es uns bei einem Mittelmaß an Druck. Zu viel Zeitdruck führt zu Stress, zu wenig zu Langeweile"<sup>125</sup>. Es gilt also, bei der Zeitgestaltung das rechte Maß aus Anregung und Entspannung zu finden.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Erkenntnis, dass der Zeitpunkt, zu dem man sich ein Urteil über ein Produkt bildet, unterschiedlich ausfällt. Produkte, die Freude vermitteln, tun das schon vor dem ersten Einsatz, und dieses Urteil erweist sich dann auch anschließend als stabil. Produkte, die Unlust auslösen, haben dagegen ihre negativen Qualitäten mehrheitlich erst beim ersten Gebrauch offenbart oder nach intensiverer Nutzung<sup>126</sup>.

### 2.2.2.3 Bedienungsfreundlichkeit

Bedienungsfreundlichkeit ist ein zentrales Anliegen der Arbeitswissenschaft. Einen entsprechend hohen Stellenwert räumen ihr deshalb neben JORDAN (siehe auch Kapitel 2.2.2.2)<sup>127</sup> auch LINDGAARD & WHITFIELD<sup>128</sup> ein, ferner NORMAN, dessen Publikationen auf sehr anschauliche Art und Weise zeigen, wie schnell mangelhafte Bedienungsfreundlichkeit in Verdruss (und damit Diskomfort) umschlagen kann<sup>129</sup>. Bedienungsfreundlichkeit ist also als

<sup>123</sup> JORDAN, P. W. (1996): Displeasure and how to avoid it. In: ROBERTSON, S. A. (Hrsg.): Contemporary Ergonomics. Taylor & Francis, London, S. 56, 57.

<sup>124</sup> Es wurde ein Experiment durchgeführt, bei dem der Zeitverzug der Systemreaktion und dessen Dauer variiert wurden. Im Ergebnis ist ein fast linearer Zusammenhang zwischen physikalischer Zeit, gefühlter Zeit und der Nutzerzufriedenheit festgestellt worden. Siehe: FISCHER, A. R. H. & BLOMMAERT, F. J. J. (2003): Effects of Time Delay on User Satisfaction. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 407-414.

<sup>125</sup> LEVINE, R. (2005): Eine Landkarte der Zeit. Wie Kulturen mit Zeit umgehen. Piper, München, S. 275.

<sup>126</sup> JORDAN, P. W. (1998): Human factors for pleasure in product use. Applied Ergonomics 29 (1), S. 25-33.

<sup>127</sup> JORDAN räumt der Bedienungsfreundlichkeit als Freude („pleasure“), somit Gefallen und in der Folge Komfort auslösendem Element hohe Bedeutung ein: JORDAN, P. W. (1999\_II): Pleasure with Products. Human Factors for Body, Mind and Soul. In: GREEN, W. S. & JORDAN, P. W.: Human Factors in Product Design. Taylor & Francis, London, S. 206-217.

<sup>128</sup> LINDGAARD, G. & WHITFIELD, T. W. A. (2001): Usability, Aesthetics, and the User Experience: A Theoretical Proposal. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 373-378.

<sup>129</sup> NORMAN, D. A. (1989): Dinge des Alltags. Gutes Design und Psychologie für Gebrauchsgegenstände. Campus-Verlag, Frankfurt/M.



notwendige, aber noch nicht hinreichende Komponente zur Förderung von Komfort zu sehen. Der Einfluss der ästhetischen Empfindung hierauf wurde bisher unterschätzt<sup>130</sup>.

#### **2.2.2.4 Innere Einstellung, Erwartungshaltung, geistige Ablenkung**

Ob beispielsweise ein Fahrzeugsitz als komfortabel wahrgenommen wird, ist abhängig von der Fahrzeugklasse, weil daran aus der Erfahrung der Vergangenheit gewisse Erwartungen an den Komfort geknüpft sind. Dies gilt gleichermaßen für Komfortaspekte im Sinne des Gefallens als auch für Diskomfortaspekte im Sinne des Erleidens<sup>131</sup>.

Auch die geistige Ablenkung spielt eine Rolle. Wer beispielsweise im Flugzeug arbeitet, gibt bessere Komfortbewertungen des Sitzes an, als Vergleichspersonen, die untätig waren. Nicht zu unterschätzen ist auch der Einfluss der inneren Einstellung: Personen, die angeben, gerne zu fliegen, fühlten sich komfortabler als andere<sup>132</sup> (dies ergänzt die in Kapitel 2.1.5.5 genannten Ergebnisse).

#### **2.2.2.5 Kulturelle Abstammung**

Dass auch die kulturelle Herkunft den Komfort beeinflusst, wurde bereits in Kapitel 2.1.7.3 deutlich. Die starken Unterschiede, wie das Sitzen in Asien und Europa ausgeprägt ist, deuten darauf hin, dass die Vorstellung davon, was komfortabel ist, auch kulturell bedingt ist. Das liegt daran, dass das, was wir tun, überall gleich ist, aber nicht, *wie*<sup>133</sup>. Die kulturell bedingten Unterschiede bei der Wertschätzung von Komfort bestätigen KOLICH<sup>134</sup> sowie die Ergebnisse von Langzeit-Sitzkomfortuntersuchungen des Autors an Business-Class-Flugzeugsitzen für eine asiatische Fluggesellschaft<sup>135</sup>. LOOZE & KUIJT-EVERS stellen sogar fest, dass das Streben nach Komfort ein Phänomen westlicher Gesellschaften ist<sup>136</sup>.

Da die Erhebung von Komfort wie auch Diskomfort stark auf diversen Befragungsmethoden beruht, sind auch hier kulturelle Besonderheiten zu berücksichtigen. So hat YEO festgestellt, dass die Ergebnisse von Usability-Tests unter Umständen nur nationale Gültigkeit besitzen,

<sup>130</sup> Etliche Beispiele sind zu finden in: GREEN, W. & JORDAN, P. (Hrsg.) (2002): *Pleasure with Products, beyond Usability*. Taylor & Francis, London.

<sup>131</sup> KOLICH, M. & TABOUN, S. M. (2004): Ergonomics modelling and evaluation of automobile seat comfort. *Ergonomics* (47), Nr. 8, S. 841-863.

<sup>132</sup> Siehe RICHARDS, L. G., JACOBSON, I. D. & KUHLTHAU, A. R. (1978): What the passenger contributes to passenger comfort. *Applied Ergonomics* (9) S. 137-142. Ferner: RICHARDS, L. G. (1980): On the psychology of Passenger Comfort. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): *Human Factors in Transport Research* (Vol. 2). Academic Press, London, New York, S. 15-23.

<sup>133</sup> CHUNG, J.-H. (2004): Kulturelle Identität zwischen aufgehender und untergehender Sonne. Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal, S. 1.

<sup>134</sup> KOLICH, M. & TABOUN, S. M. (2004): Ergonomics modelling and evaluation of automobile seat comfort. *Ergonomics* (47), Nr. 8, S. 862.

<sup>135</sup> KNOLL, C. M. (2004): Sitzkomfort von Flugzeugsitzen - Ergebnisse von Probandenversuchen. In: BRUDER, R. (Hrsg.): *Ergonomie und Design. Tagungsband zur GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen*. Ergonomia, Stuttgart, S. 195 - 198.

<sup>136</sup> LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. & DIEËN, J. H. van. (2003): Sitting comfort and discomfort and its relationships with objective measures. *Ergonomics* 46(10), S. 985-997.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.2 Komfort fördern
- 

weil sowohl die Sprache, in der die Tests abgehalten werden, die Ergebnisse beeinflussen, als auch der soziokulturelle Hintergrund der Gesellschaft. So wurde herausgefunden, dass es in Gesellschaften, die das Vorhandensein von starken ökonomischen und sozialen Gefällen akzeptieren, auf die soziale Stellung des Interviewers gegenüber dem Probanden ankommt, wie "ehrlich" die Antworten ausfallen. Sozial höher stehende sagten unverblümt ihre Meinung, während die sozial niedriger stehenden sich mit Kritik zurückhielten<sup>137</sup>.

### 2.2.2.6 Umgebungswirkung

Praktisch nie erfolgt der Produktkontakt in isolierter Form. Vielmehr erfolgt die Nutzung in einem physischen Kontext: Der Stuhl etwa steht an einem Tisch, in einem Raum. Diese Umgebung löst zwangsläufig eine Wechselwirkung mit dem Menschen aus. KARLSSON & SVENSSON haben einen Fragebogen zur semantischen Beurteilung einer Umgebung entwickelt, der ursprünglich zur Bewertung von Architektur herangezogen wird, dann aber auf Fahrzeuginnenräume angewandt wurde<sup>138</sup>.

### 2.2.2.7 Ästhetik

In den Kapiteln 2.2.2.1 bis 2.2.2.6 wurde wiederholt die Ästhetik als komfortmitbestimmender Faktor genannt, wenn auch nicht alle Autoren ihre Meinung so stark verdichten wie beispielsweise ROTH, der feststellt, dass ein ästhetisch anmutender Stuhl automatisch als angenehm empfunden wird<sup>139</sup>.

Umgekehrt wurde bei Usability-Tests mit Software festgestellt, dass Ästhetik so dominant ist, dass mangelhafte Benutzerfreundlichkeit nicht die Bewertung der Ästhetik beeinflusst. Es wird sogar die Extremmeinung vertreten, dass Ästhetik als Ursache für Benutzerfreundlichkeit anzusehen ist<sup>140</sup>. Die Ästhetik verdient damit genauere Betrachtung. Dies erfolgt in Kapitel 2.2.5.2, das sich mit arbeitswissenschaftlichen Maßnahmen zur Förderung von Komfort befasst. Eine vertiefte Darstellung erfolgt dann in Kapitel 3.

## 2.2.3 Situative Faktoren

### 2.2.3.1 Nutzungskontext

Dass die Möglichkeit, Vergleiche mit anderen Produkten anzustellen, einen Einfluss auf die Wertung von Komfort hat, wurde bereits in Kapitel 2.2.2.4 dargelegt. Letztlich ist aber nicht nur der Produktvergleich, sondern auch der Vergleich der Nutzungskontexte entscheidend: Das gleiche Objekt führt in unterschiedlicher Umgebung zu unterschiedlichen Komfort- bzw. Diskomfortempfindungen. So wird beispielsweise das Sitzen auf einem Barhocker zu

<sup>137</sup> YEO, A., BARBOUR, R. & APPERLEY, M. (1998): Cultural Influence in Usability Assessment. In: HANSON (Hrsg.): Contemporary Ergonomics 1998, Taylor & Francis, London, S. 274-278.

<sup>138</sup> KARLSSON, B. S. A., ARONSSON, N. & SVENSSON, K. A. (2003): Using semantic environment descriptions as a tool to evaluate car interiors. Ergonomics 46(13/14), S. 1408.

<sup>139</sup> ROTH, S. (2004): Ergonomische Formen - zum Sitzen schön. <http://www.flexicad.com/service/fachartikel/artikel.php?id=8> Gemäß Internetfassung vom 4.6.2006.

<sup>140</sup> TRACTINSKY, N, KATZ, A. S. & IKAR, D. (2000): What is beautiful is usable. Interacting with Computers (13), S. 127-145.

abweichenden Komfort- und Diskomfortwertungen führen, je nachdem, ob der Nutzungskontext eine Bar oder ein Clubraum ist<sup>141</sup>.

### 2.2.3.2 Soziale Faktoren und individuelle Präferenz

CSIKSZENTMIHAYLI & ROCHBERG-HALTON haben gezeigt, dass die Menschen nicht unbedingt wertvolle oder schöne Objekte schätzen und mögen, sondern solche Objekte, durch die sie jene menschlichen und sozialen Werte unterstreichen können, die ihnen besonders wichtig waren<sup>142</sup>. MILLER & KÄLVIÄINEN schlagen dabei vor, drei Schichten der Präferenz zu unterscheiden:

- die persönliche und individuelle, die von der persönlichen Geschichte, individuellem Geschmack und eigenen Wertvorstellungen abhängig ist
- die der Wertreferenzgruppe, mit der das Individuum in häufigem Kontakt steht
- die allgemeine Präferenz, die universelle Aspekte des menschlichen Lebens oder menschlicher Motivation betrifft, die möglicherweise verallgemeinerbar sind<sup>143</sup>.

Vor allem Fragen der allgemeinen Präferenz sind in Kapitel 3 zentraler Untersuchungsgegenstand. Umgekehrt spielen Objekte in der Sozialpsychologie, die sich mit Identität, Werten, Gruppenzugehörigkeit, Klischees und der Wahrnehmung anderer Menschen befasst, eine große Rolle<sup>144</sup>. Das liegt daran, dass Menschen Objekte nutzen, um zu kommunizieren. Objekte sind damit ein wichtiger Untersuchungsgegenstand der Sozialpsychologie, denn

- Objekte erleichtern bestimmte Formen von Sozialverhalten (z.B. das Zuhause als „Ort abweichenden Verhaltens“),
- Objekte erfordern bestimmte Formen von Sozialverhalten (z.B. die Türen von Shetland Cottages, die dem Besucher nicht verraten, ob er beobachtet wird),
- neue Objekte bieten neue Möglichkeiten und Verhaltensmuster, provozieren aber Dilemmas (z.B. Handy),
- Objekte beeinflussen Tätigkeiten und Sozialverhalten (z.B. Fernbedienung) und
- Menschen behandeln Dinge wie Menschen und geben ihnen Rolle und Persönlichkeit (z.B. Namensgebung von Autos)<sup>145</sup>.

<sup>141</sup> BUBB, H. (2004): Ergonomie und Sitzgestaltung. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 127.

<sup>142</sup> CSIKSZENTMIHAYLI, M. & ROCHBERG-HALTON, E. (1989): Der Sinn der Dinge. Das Selbst und die Symbole des Wohnbereichs. Psychologie Verlags Union, München, Weinheim.

<sup>143</sup> MILLER, H. & KÄLVIÄINEN, M. (2001): Objects for an Enjoyable Life: Social and Design Aspects. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 487-494.

<sup>144</sup> NACHEMSON, A. (2006): Rückenschmerzen – Ein von Patienten, Ärzten und Kliniken überschätztes Problem. In: WILKE (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 8-25.

<sup>145</sup> MILLER, H. (1995): The Social Psychology of Objects. Paper presented at Understanding the social world conference, Huddersfield, UK. <http://ess.ntu.ac.uk/miller/objects.htm> - gemäß Internetfassung vom 4.8.2004.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.2 Komfort fördern
- 

### 2.2.4 Folgen von Komfort

Für Komfort insgesamt gilt das gleiche wie für seine einzelnen Faktoren: In der Dosierung liegt die Kunst. Zu wenig Komfort oder gar die ausschließliche Anwesenheit von Diskomfort macht es dem Menschen schwer, sich überhaupt geistig zu betätigen, und stellt damit ein Hindernis für kulturelle Entwicklung dar<sup>146</sup>. Zu viel Komfort birgt das Risiko sozialer Isolation, geistigen Rückzugs in eine passive Konsummentalität und eines Verlusts von Interesse für die soziale Umwelt<sup>147</sup>. Ob OBORNE das gemeint hat, als er feststellte „[comfort] does not necessarily entail a positive effect“<sup>148</sup>? Komfort birgt jedenfalls das Potential, eine positive Erfahrung im Umgang mit dem Produkt hervorzurufen<sup>149</sup>. Im Gegensatz zur Abwesenheit von Diskomfort, der die Leistungs*fähigkeit* sicherstellt, fiele dem Komfort die Rolle zu, mit einem geeigneten Maß an Stimulation und Sedation die Leistungsbereitschaft zu erhöhen – das heißt: "Ergonomie ist ein Hygienefaktor - Design ein Motivationsfaktor"<sup>150</sup>.

### 2.2.5 Förderstrategien

Jede Maßnahme lässt sich als Förderstrategie auffassen, welche die zuvor genannten komfortbestimmenden Faktoren positiv gestaltet, also die Steigerung des Vertrauens, die Vermeidung von Verdruss, die Erhöhung der Bedienungsfreundlichkeit usw. Im Folgenden wird auf Maßnahmen bzw. Autoren eingegangen, die der Arbeitswissenschaft nahe stehen.

#### 2.2.5.1 Freude als positive Emotion beim Umgang mit dem Objekt

Freude beim Umgang mit dem Produkt, von JORDAN definiert als „emotional and hedonic benefits associated with product use“<sup>151</sup>, werden inzwischen von vielen Vertretern der Arbeitswissenschaft als wichtige Voraussetzung zum Aufkommen eines Komfortgefühls angesehen<sup>152</sup> – selbst dann, wenn das Produkt selbst immateriell ist<sup>153</sup>. Dazu, wie diese

<sup>146</sup> NELL-BRÄUNING, O. v. (1965): Armutsidee und Entwicklungshilfe. In: Stimmen der Zeit, 176, Band 90 (11), S. 338.

<sup>147</sup> STÖCKLI, A. (1963): Großstadtprobleme. Patzer, Hannover, S. 67.

<sup>148</sup> OBORNE, D. J. (1978): Techniques available for the assessment of passenger comfort. Applied Ergonomics 9 (1), S. 46.

<sup>149</sup> JORDAN, P. W. (1996): Displeasure and how to avoid it. In: ROBERTSON, S. A. (Hrsg.): Contemporary Ergonomics. Taylor & Francis, London, S. 56.

<sup>150</sup> TOUSSAINT, C. (2004): Ergonomie und Design - durch Unterschiede zum Erfolg. In: BRUDER, R. (Hrsg.): Ergonomie und Design. Tagungsband zur GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen, Zeche Zollverein. Ergonomia, Stuttgart, S. 58.

<sup>151</sup> Ebd., S. 57

<sup>152</sup> Zahlreiche Beispiele, die auch in dieser Arbeit zitiert werden, entstammen HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg., 2001): Proceedings of the International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London.

<sup>153</sup> Mit der Förderung von "guter Unterhaltung" in einem KODAK-Themenpark befasst sich z.B. CREED, A. (2001): Designing Fun the Human Factors Way. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 140-147.

positiven Emotionen hervorgerufen werden können, liegen dagegen recht unterschiedliche Ansätze vor. Einige werden im Folgenden vorgestellt.

JORDAN unterscheidet zwischen Sinnenfreude („Physio-Pleasure“), Spaß an zwischenmenschlichen Aspekten und Beziehungen („Socio-Pleasure“), intellektueller Freude („Psycho-Pleasure“) und der Freude an Werten („Ideo-Pleasure“)<sup>154</sup> und folgt damit nicht der emotionspsychologischen Definition von Freude als „Gefühl von Selbstvertrautsein und Bedeutsamkeit, ein Gefühl, geliebt zu werden und liebenswert zu sein“, das körperliche Reize ausschließt: „Freude ist nicht dasselbe wie eine Empfindung von Angenehmem“<sup>155</sup>. JORDANs Unterteilung entspricht damit mehr einer allgemein verbreiteten Auffassung von „Freude“.

Emotionen, die ein Gefühl der Freude auslösen, sind nach seinen Untersuchungen (in absteigender Reihenfolge der Häufigkeit der Nennungen) Sicherheit - Vertrauen - Stolz - Erregung - Befriedigung - Unterhaltung - Freiheit - Nostalgie. Gute Ausstattungsmerkmale, hohe Benutzerfreundlichkeit, ansprechende Ästhetik und gute Leistung sind die vier meistgenannten Kriterien, die diese Gefühle hervorrufen<sup>156</sup>.

Die Gestaltung graphischer Benutzeroberflächen stellt ein weiteres großes Anwendungsfeld für eine positive Emotionalisierung von Produkten dar<sup>157</sup>. Beispielsweise beschreibt BRANDTZÆG<sup>158</sup>, wie die kombinierten Effekte von Verlangen, Entscheidungsbreite und sozialer Unterstützung Spaß fördern.

Auch wird die Ansicht vertreten, dass Produkte über ihre Formgebung sehr stark Bedeutungen transportieren. Produkte, zu denen der Nutzer ein enges emotionales Verhältnis aufbauen soll, sollten sich durch Humor und menschliche Züge auszeichnen (als Beispiele werden die Produkte von Alessi angeführt, die zum Teil der Gestalt des menschlichen Körpers nachempfunden sind), durch kleinkindhafte formale Proportionen (den „Baby-Instinkt“ weckend), Vertrautheit (Erfahrung, gelernte Bedienmuster werden erfüllt) und Metonymie (Vertauschung von Gefühl und Funktion) auszeichnen<sup>159</sup>.

<sup>154</sup> JORDAN, P. W. (1999\_II): Pleasure with Products. Human Factors for Body, Mind and Soul. In: GREEN, W. S. & JORDAN, P. W.: Human Factors in Product Design. Taylor & Francis, London, S. 206-217.

<sup>155</sup> IZARD, C. E. (1994): Die Emotionen des Menschen. Eine Einführung in die Grundlagen der Emotionspsychologie. 3. Auflage, Beltz, Weinheim und Basel, S. 271ff.

<sup>156</sup> JORDAN, P. W. (1998): Human factors for pleasure in product use. Applied Ergonomics 29 (1), S. 25-33.

<sup>157</sup> Siehe z.B. PICARD, R. (2002): Affective Computing & HCI. Basierend auf <http://www.idbook.com/>; Reeves & Nass – Stanford University; Picard - Affective Computing at MIT. MIT Press, Cambridge. [www.iis.ee.ic.ac.uk/~j.pitt/teaching/HCI\\_AffectiveComputing\\_2002.ppt](http://www.iis.ee.ic.ac.uk/~j.pitt/teaching/HCI_AffectiveComputing_2002.ppt). Gemäß Internetfassung vom 11.3.2005.

<sup>158</sup> BRANDTZÆG P. B. & FØLSTAD, A. (2001): How to Understand Fun: Using Demands, Decision Latitude and Social Support to Understand Fun in Human Factors Design. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 131-139.

<sup>159</sup> DEMIRBILEK, O. & SENER, B. (2001): A Design language for products: designing for happiness. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Affective Human Factors Design. Asean Academic Press, London, S. 22. Siehe hierzu auch: DEMIRBILEK, O. & SENER, B. (2003): Product design, semantics and emotional response. Ergonomics 46 (13-14), S. 1346-1360.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.2 Komfort fördern
- 

### 2.2.5.2 Gefallen begünstigendes und Emotionen weckendes Produktdesign

Dass das Gefallen stark mit dem Gesamtkomfortindex korreliert, hatte KOLICH im Rahmen seiner Sitzdruckmessungen festgestellt<sup>160</sup>. Es empfiehlt sich also eine genauere Betrachtung dieses Phänomens.

Als Pionier der Bemühungen, in einer strukturierten Art und Weise zuvor festgelegte zielgruppengerechte Produktcharakter umzusetzen, kann NAGAMACHI bezeichnet werden. Die von ihm als „Kansei Engineering“ (*jap.*: Gefühl) benannte Methode beruht darauf, zunächst grobe Kundenbedürfnisse zu formulieren, die in weiteren Schritten präzisiert, gefiltert und spezifiziert werden, bis am Ende ein Lastenheft für die Konstruktion entsteht<sup>161</sup>.

In einem Produktdesign, das aufgrund seiner formalen Ausprägung gefällt und positive Emotionen weckt, sieht auch HAN einen Weg, Komfort zu befördern. Er stellt ein Modell vor, das Produktdesign und Nutzerzufriedenheit korreliert. Im Rahmen der Anwendung auf Heim-Audiogeräte mit koreanischen und US-amerikanischen Probanden wurde dabei festgestellt, dass interkulturelle Übereinstimmungen auftreten, die einen Hinweis auf ein kulturübergreifendes Ästhetikverständnis in Bezug auf Kurven- und Kantenverläufe liefern<sup>162</sup> (siehe Kapitel 3). Alternativ kann auch die formale, strukturelle und kognitive Gestaltung des Produktes dessen ergonomische Qualität verdeutlichen. Auch dies kann als Strategie für die Förderung von Komfort aufgefasst werden<sup>163</sup>,

DANKWORT & FAISST entwickelten einen Ansatz, abstrakte sprachliche Termini, mit denen die Form und Anmutung eines Produktes beschrieben wird, als Eingabeparameter für die CAD-Modellierung zu verwenden. Es wird allerdings auch konstatiert, dass noch erheblicher Entwicklungsaufwand notwendig ist, bis dieser Ansatz breit zur Verfügung steht<sup>164</sup>.

Dass eine Zuordnung von ästhetischem Charakter zu entsprechenden Geometrie-Elementen schwierig ist, konstatiert auch KONRAD: "Obviously, more research is needed to assess the

<sup>160</sup> KOLICH, M. & TABOUN, S. M. (2004): Ergonomics modelling and evaluation of automobile seat comfort. *Ergonomics* (47), Nr. 8, S. 841-863.

<sup>161</sup> NAGAMACHI, M. (2001): Kansei engineering: A powerful ergonomic technology for product development. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.), *Proceedings of International Conference on Affective Design*. ASEAN Academic Press, London.

<sup>162</sup> HAN, S.-H. & HONG, S.-W. (2003): A systematic approach for coupling user satisfaction with product design. *Ergonomics* 46(13/14), S. 1441-1461. Siehe außerdem:  
HAN, S.-H. & LEE, M.-W. (2001): Models for Evaluating and Predicting the User Satisfaction of Product Designs: Similarities and Differences between Korean and American Consumers. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): *Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design*. ASEAN Academic Press, London, S. 415-422.

<sup>163</sup> YAP, B. L. (2001): Basic Instinct: A Heuristic Method for Pleasure-Based Human Factors Design. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): *Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design*. ASEAN Academic Press, London, S. 156-163.

<sup>164</sup> DANKWORT, C. W. & FAISST, K.-G. (2003): Engineering in Reverse - A Holistic Extension of CAD. Workshop on "New Trends in Engineering Design", Balatonfüred, Ungarn. Siehe auch:  
FAISST, K.-G. & DANKWORT, C. W. (2004): Aesthetics in a Formalised Reverse Design Process. *International Design Conference Design 2004* vom 18.-21. Mai 2004, Dubrovnik.

relationship between aesthetic judgements and the design elements that affect those judgements (...) "<sup>165</sup>.

Es stellt sich jedoch die Frage, ob dabei die Designsicht nicht zu stark formalistisch orientiert ist. YAP gibt zu bedenken, dass die Qualität von Design aus den inneren Produktqualitäten (hierzu zählen sämtliche kulturellen, strukturellen, formalen, funktionalen, sozialen, historischen und technischen Anforderungen) und der Qualität des Designprozesses besteht<sup>166</sup>. Die formalen Aspekte sind also nur eine Komponente von Design. Eine vertiefte Betrachtung des Sehsinns erfolgt in Kapitel 3.2.2.1.

Auch interaktive Produkte bieten sich als zu emotionalisierende Objekte an. Nach WENSVEEN & OVERBEEKE sind dabei die folgenden Schlüsselfragen zu stellen:

- Was sind die wichtigsten emotionalen Aspekte, die den Kontext der Nutzung ausmachen?
- Wie kann das Produkt diese Aspekte erkennen und ausdrücken?
- Wie sollte sich das Produkt durch die Kenntnis dieser Aspekte an den Nutzer anpassen?<sup>167</sup>

### 2.2.5.3 Haptische Qualität des Objekts

Das Gefallen lässt sich nicht nur visuell fördern, sondern auch über den Tastsinn. GOONETILLEKE hat Untersuchungen zur haptischen Stimulierung durchgeführt und kommt zu dem Ergebnis, dass sich Komfort nicht bei völlig homogener Druckverteilung einstellt, sondern eher bei punktueller Druckbelastung<sup>168</sup>.

McLOONE hat untersucht, welche Eigenschaften handgeführter Produkte zu einem Komforterlebnis beim Berühren führen und nicht nur Diskomfort vermeiden. Dabei zeigte sich, dass sphärische Objekte und Kugeln verschiedener Größen 73% der Objekte ausmachten, wovon etwa gleich viele mit vollkommen glatter und ebenmäßiger Oberfläche und solche, die überwiegend sphärisch, aber mit Kanten versehen waren. Häufigstes Material war Kunststoff, gefolgt von Textil, Metall und Silber. 68% der Objekte hatten eine glatte Oberfläche. Je größer die Objekte waren, desto weicher waren sie, je kleiner, desto härter. Viele der kugelförmigen Objekte hatten auch eine Zone mit Ecken und Texturen. Diese Ecken

<sup>165</sup> KONRAD, C. (2001): Designing a Good Looking Office. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 268-272.

<sup>166</sup> CAYOL, A. & BONHOURE, P. (2001): Future Design: A Search for the User's Pleasure. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 401-406.

<sup>167</sup> WENSVEEN, S. & OVERBEEKE, K. (2001): Adapting through Behaviour: What My Alarm Clock Should Know, Do and Feel. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 242-247.

<sup>168</sup> GOONETILLEKE, R. S. (2002): Do we know enough to design comfortable products? In: Proceedings of 2002 International CIRP Design Seminar, 16-18 May 2002 in Hong Kong. In Grundzügen wurde der Ansatz zuvor bereits publiziert:  
GOONETILLEKE, R. S. & ENG, T. J. (1994): Contact area effects on discomfort. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting. Human Factors Society, Santa Monica, CA, S. 688-690.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.2 Komfort fördern
- 

und Kanten waren sowohl visuell als auch taktil interessant. "These complex areas on otherwise smooth objects provided a place for thumb or fingers to find interesting surfaces to explore or provided the eyes with interesting secondary shapes"<sup>169</sup>. McLOONE verweist auch darauf, dass die Formgebung von Objekten, die wir gerne anfassen, das Ergebnis von Erfahrungen sind, die wir in der Natur sammeln<sup>170</sup>. Die mitgebrachten Objekte waren mehrheitlich braun oder schwarz bzw. silberfarben mit cremefarbenen Akzenten. Es überwiegen damit Erdfarben. Nur wenige Objekte waren in Primärfarben gehalten. Eine weitergehende Betrachtung des Einflusses der Farbe auf die haptische Signalwirkung wurde nicht vorgenommen. Zum Tastsinn siehe des Weiteren Kapitel 3.2.2.2.

#### **2.2.5.4 Förderung der eigenen Kreativität**

Weil die Erfahrungen, die die Menschen mit Produkten machen, subjektiv, von unterschiedlichen Anlässen geprägt sind und in verschiedensten Kontexten gemacht werden, halten es MÄKELÄ & FULTON SURI für vermessen, den Anspruch zu erheben, Freude und damit Komfort hervorrufende Produkte "designen" zu können. Vielmehr schlagen sie für die Gestaltung elektronischer Konsumgüter vor, die Kreativität der Nutzer zu unterstützen, und stellen hierfür Gestaltungsempfehlungen auf<sup>171</sup>.

#### **2.2.5.5 Ethische Qualität**

LIU<sup>172</sup> untersucht die Beziehungen zwischen Ästhetik, Ethik und der klassischen Arbeitswissenschaft und kommt zu dem Ergebnis, dass es für Wissenschaft wie Gesellschaft nützlich ist, wenn Ethik und Ästhetik in Zukunft stärker berücksichtigt werden. Ausgehend von den altgriechischen Philosophen, die alles menschliche Streben in die Fundamentalkriterien des "Wahren", "Schönen" und "Guten" eingeteilt haben, ordnet LIU diesen Zielen die entsprechenden Beurteilungskriterien, Richtungen der Philosophie und der Wissenschaft zu. LIU<sup>173</sup> schlägt ferner eine Methode namens „Engineering Aesthetics“ vor, mit der eine Beurteilung der ergonomischen Qualität von Produkten und Arbeitssystemen vorgenommen werden kann und gleichzeitig wissenschaftlich fundierte Fragen der Ästhetik eingeschlossen werden.

<sup>169</sup> McLOONE, H. (2001): Touchable Objects. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 240.

<sup>170</sup> Ebd., S. 235.

<sup>171</sup> MÄKELÄ, A. & FULTON SURI, J. (2001): Supporting User's Creativity: Design to Induce Pleasurable Experiences. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 387-394.

Ihre Schlussfolgerung ist die, dass Produkte erweiterbar, sozialförderlich, nutzerkontrolliert, fehlertolerant, physisch-sensorisch ansprechend, flexibel und individualisierbar sein sollten.

<sup>172</sup> LIU, Y. (2003,II): The aesthetic and the ethic dimensions of human factors and design. Ergonomics 46(13-14), S. 1293-1305.

<sup>173</sup> LIU, Y. (2003): Engineering Aesthetics and Aesthetic Ergonomics: Theoretical Foundations and A Dual-Process Research Methodology. Ergonomics 46(13-14), S. 1273-1292.



### 2.2.6 Sitzkomfort

Die bisher genannten Komfortfaktoren treffen auch auf den Sitzkomfort zu, und die aufgeführten Förderstrategien lassen sich hierauf anwenden. Im Folgenden werden Untersuchungen angeführt, die sich dezidiert mit der Komfortsteigerung beim Sitzen befassen.

#### 2.2.6.1 Übertragbarkeit der bisherigen Feststellungen

BRANTON<sup>174</sup> stellte fest, dass Sitzen kein Selbstzweck ist, sondern ein Mittel, um etwas anderes zu tun. Sitzkomfort allerdings erweist sich, verglichen mit Komfort im Allgemeinen, als nicht minder komplexes Konstrukt, weswegen KOLICH die Meinung vertritt, dass die Sitzkomfortforschung als eigenes Feld behandelt werden sollte<sup>175</sup>.

Dass die bisher genannten Ausführungen zu Komfort und den Möglichkeiten, ihn zu steigern, auch auf Sitze übertragen werden können, zeigt das Beispiel von DEMONTIS.

Sechs Fahrzeugsitze wurden unter Laborbedingungen (nicht im Fahrzeug eingebaut) untersucht. Es wurden 10-minütige Sitztests mit Druckverteilungsmessung und subjektivem Komfortrating durchgeführt. Eine anschließende Faktoranalyse hat gezeigt, dass 76% aller Varianzen von den Faktoren

- Statischer Komfort (Steifigkeit, Haltungskomfort, Überzug)
- Ästhetik
- Bedienungsfreundlichkeit

abgedeckt werden. Merkwürdigerweise wurde dabei nicht explizit zwischen Komfort und Diskomfort unterschieden<sup>176</sup>. Die Ergebnisse sind dennoch an dieser Stelle aussagekräftig, denn „statischer Komfort“ befasst sich mit der Vermeidung von Diskomfort, während die beiden anderen Faktoren Komfort im Sinne von „Gefallen“ begünstigen. Die Wichtigkeit der Bedienungsfreundlichkeit von Sitzeinstellungen wird übrigens auch von GOONETILLEKE & ENG unterstrichen<sup>177</sup>.

#### 2.2.6.2 Beispielhafte Anwendung

Ein konstruktives Beispiel dafür, wie sich der Komfort eines Bürostuhls maximieren und der Diskomfort minimieren lässt, liefert OVERBEEKE<sup>178</sup>. Ausgangspunkt der Arbeit ist die

<sup>174</sup> BRANTON, P. (1969): Behaviour, body mechanics, and discomfort. In: GRANDJEAN, E. (Hrsg.): Sitting Posture. Taylor & Francis, London, S. 202-213.

<sup>175</sup> KOLICH, M. (2003): Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation. Applied Ergonomics 34 (2), S. 183ff.

<sup>176</sup> DEMONTIS, S. & GIACOLETTO, M. (2001): Prediction of car seat comfort from human-seat interface pressure distribution. Society of Automotive Engineers, Paper 2002-01-0781.

<sup>177</sup> GOONETILLEKE, R. S. & ENG, T. J. (1994): Contact area effects on discomfort. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting. Human Factors Society, Santa Monica, CA, S. 688-690.

<sup>178</sup> OVERBEEKE, K. J., VINK, P. & CHEUNG, F.-K. (2001): The Emotion-Aware Office Chair. An exploratory study. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 262-267.

Beobachtung, dass körperliche Bewegung ein Anzeichen für beginnenden Diskomfort ist. Diese Makrobewegungen sind von außen wahrnehmbar und sind Indikatoren des emotionalen Zustands. Zunächst erfolgte ein Vergleich von Mikrobewegungen (aufgezeichnet) und Emotion (über Fragebögen erhoben). Als Ergebnis wird festgehalten, dass mit der Müdigkeit auch die Makrobewegungen zunehmen.

Differenziert wurden nun die Zustände vorgebeugtes Sitzen, hintere Sitzhaltung und ihre Intensität, Abwesenheit von Bewegungen, unbesetzter Stuhl, Orientierung zum Tisch und Abstand vom Tisch. Je nach Ausprägung dieser Faktoren soll der Stuhl folgende Arbeitsweisen unterschützen:

- Konzentriert und abgeschirmt (Telefonate führen)
- Konzentriert und offen (Gespräch mit Kollegen)
- Entspannt und abgeschirmt (Emails lesen, lesen)
- Entspannt und offen (Freitagabend -Atmosphäre)

Hiervon wurde ein CAD-Prototyp erstellt, der über eine selbsttätige Mechanik mit breitenveränderlicher Nackenstütze, zur Seite und nach unten wegschwenkbaren Armlehnen und Stopper für alle Räder verfügt. Komfortwirksam sind bei diesem Ansatz die Berücksichtigung des Nutzungskontextes, die Bedienungsfreundlichkeit der Verstellfunktionen, aber auch ästhetische Aspekte der konzeptionell wie formal sehr interessanten Lösung (siehe Abbildung 2-5).

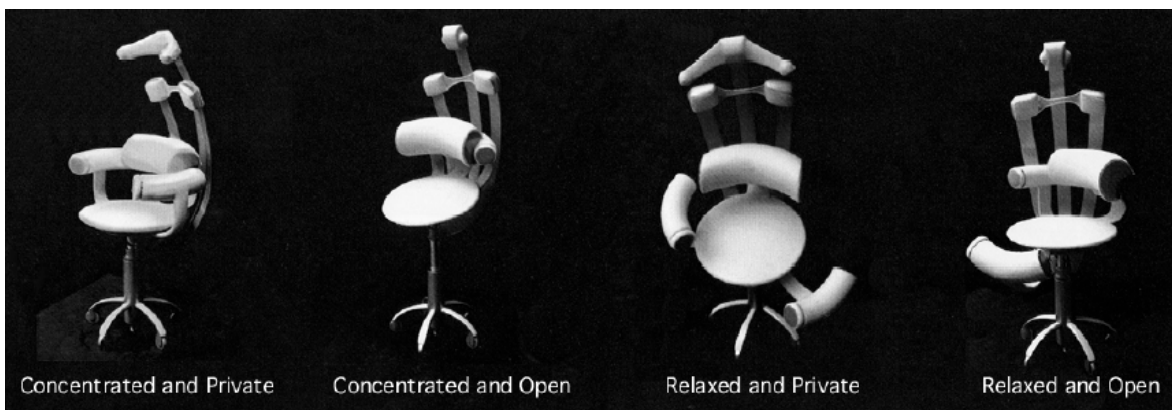


Abbildung 2-5: Stuhlkonzept. Aus: OVERBEEKE, VINK & CHEUNG, S. 266.

### 2.2.6.3 Weiterentwicklung des Sitzkomfortmodells von ZHANG

LOOZE, KUIJT-EVERS & DIEËN<sup>179</sup> stellen eine Weiterentwicklung des in Kapitel 2.2.1 vorgestellten Komfortmodells von ZHANG vor. 2003. Dabei wird eine Unterscheidung in Mensch, Produkt und Kontext vorgenommen. Wie bei Zhang ist Komfort von Erwartungen und Emotionen gespeist, Diskomfort dagegen von physischen Vorgängen. Komfortauslösende Momente auf Produktseite sind seine physischen Eigenschaften (die auch Diskomfort auslösen können) und sein ästhetisches Design. Kontextseitig ist die physische

<sup>179</sup> LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. & DIEËN, J. H. van. (2003): Sitting comfort and discomfort and its relationships with objective measures. *Ergonomics* 46(10), S. 985-997.

Umgebung und die Arbeitsaufgabe für Diskomfort wie Komfort verantwortlich, wobei beim Komfortempfinden noch zusätzlich psychosoziale Faktoren Einfluss haben (siehe Abbildung 2-6).

## COMFORT MODEL

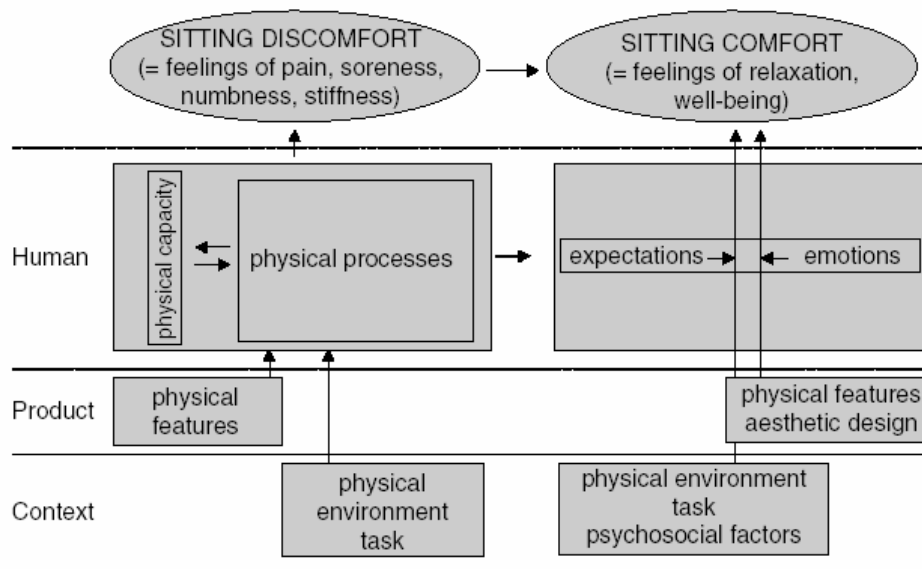


Abbildung 2-6: Sitzkomfortmodell nach LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. and DIEËN, J. H. van. (2003), S. 988.

Das Modell stellt somit eine Präzisierung, aber keine Neuausrichtung des ZHANGschen Komfortmodells dar, das damit einige der in Kapitel 2.2.2 und 2.2.3 genannten Komfortfaktoren berücksichtigt. Wiederum wird der Ästhetik des Produktes ein Einfluss auf den Komfort zugesprochen – der Frage, wie sich diese gezielt nutzen lässt, wird sich Kapitel 3 zuwenden.

### 2.2.7 Methoden zur Messung des Komforts, auch beim Sitzen

#### 2.2.7.1 Subjektive Verfahren

##### Verbale Befragung

Subjektive Verfahren zur Messung des Komforts basieren überwiegend auf direkter Befragung, sei es ohne oder mit rechnergestützten Verfahren. Beispielsweise haben KIRAKOWSKI & CORBETT einen metrischen Fragebogen zur Erhebung der unabhängigen Variablen Kompetenz und Affekt (SUMI) entwickelt<sup>180</sup>, CHIN, DIEHL & NORMAN ein ebenfalls fragebogenbasiertes Messverfahren namens QUIS, das der Ermittlung der subjektiven Nutzerzufriedenheit dient<sup>181</sup>.

<sup>180</sup> KIRAKOWSKI, J. & CORBETT, M. (1988): Measuring User Satisfaction. In: Jones, D. M. & Winder, R. (Hrsg.): People and Computers IV, Cambridge University Press, Cambridge, S. 329-338.

<sup>181</sup> CHIN, J. P., DIEHL, A. D. & NORMAN, K. L. (1988): Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface. In: Proceedings of the CHI'88 Conference on Human Factors in Computing ACM, New York.

Entscheidend ist dabei das semantische Differential, und das war seit SHACKEL<sup>182</sup> einer ständigen Veränderung unterworfen – maßgeblich bedingt durch die erst mit ZHANG vollzogene Trennung in Komfort und Diskomfort. HABSBURG beispielsweise stellte fest, dass folgende Elemente seines semantischen Differentials für die subjektive Bewertung eine in sich stimmige Gruppierung in gute bzw. schlechte Sitze lieferten: „weich“ / „lang“ / „anpassend“ / „tief“ / „erholsam“ / „komfortabel“ / „für mich“ / „Schulterkomfort“ / „Gesamtkomfort“. Da die Aussage "für mich / nicht für mich" nach den Kriterien "komfortabel / unkomfortabel" und "erholsam / ermüdend" die dritthöchste Korrelation mit der Bewertung des Gesamtkomforts aufweist<sup>183</sup>, haben HELANDER & ZHANG die Frage "do you like the chair?" mit in ihr semantisches Differential aufgenommen. Bei HABSBURG fehlte allerdings die Komponente „Ästhetik“<sup>184</sup>.

Eine erste Studie von ZHANG, HELANDER & DRURY<sup>185</sup> markiert eine Wende. Darin wurde festgestellt, dass Komfort und Diskomfort unabhängige Parameter sind, die mit unterschiedlichen Faktoren zusammenhängen: Diskomfort mit Müdigkeit und Biomechanik, Komfort mit einem Gefühl des Sich-Wohlfühlens und der Ästhetik. Eine Faktoranalyse bestätigte die Faktorstruktur von Komfort und Diskomfort, und eine Varianzanalyse zeigte, dass Diskomfort abhängig war von der zunehmenden Müdigkeit während eines Arbeitstages, aber nicht vom Stuhl-Design.

In einer Folgestudie wurde die Zahl der Deskriptoren weiter verringert, bis am Ende 16 übrigblieben. Diese sind – bezogen auf Komfort<sup>186</sup>: „Ich fühle mich entspannt“ – „Ich fühle mich erfrischt“ – „Ich fühle mich wohl“ – „Der Stuhl ist geräumig“ – „Der Stuhl sieht gut aus“ – „Der Stuhl fühlt sich weich an“ – „Ich mag den Stuhl“ [sic]. Da es sich hierbei um ein vielfach validiertes Differential handelt, das außerdem an Sitzen entwickelt wurde, wird dieses in der weiteren Untersuchung herangezogen. Wichtig bei der Befragung ist jedoch, dass nicht zu viel Zeit zwischen der Bewertung zweier Stühle vergeht, da der vorherige Sitzeindruck rasch verfliegt<sup>187</sup>.

<sup>182</sup> SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. *Ergonomics* (12), S. 269-306 verwendete folgendes Differential: I feel completely relaxed - I feel perfectly comfortable - I feel quite comfortable - I feel barely comfortable - I feel uncomfortable - I feel restless and fidgety - I feel cramped - I feel stiff - I feel numb (or pins and needles) - I feel sore and tender - I feel unbearable pain.

<sup>183</sup> HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1977): What really connecting seating comfort? *Studies of correlates of static seat comfort*. Society of Automotive Engineers, Paper 770247, S. 1119.

<sup>184</sup> Siehe auch: HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1980): Calibrating Comfort: Systematic Studies of Human Responses to Seating. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): *Human Factors in Transport Research*, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 214-222.

<sup>185</sup> ZHANG, L., HELANDER, M. G., & DRURY, C. G. (1996): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. *Human Factors* 38, S. 377-389.

<sup>186</sup> Das Differential für Diskomfort lautet: "Ich habe Muskelkater" – "Ich habe schwere Beine" – "Ich fühle mich steif" – "Ich bin müde" – "Ich habe Schmerzen" – "Ich habe ein Taubheitsgefühl" – "Ich fühle ungleichmäßigen Druck" – "Ich fühle mich verkrampft" – und „Ich fühle mich rastlos“

<sup>187</sup> HELANDER, M. G., CZAJA, S. J., DRURY, C. G., CARA, J. M. & BURRI, G. (1987): An ergonomic evaluation of office chairs. *Office: Technology and People*, 3, S. 247-262.

### Nonverbale Befragung

Ein weiteres Verfahren stellt die non-verbale Befragung dar, die berücksichtigt, dass Emotionen und bewusste Artikulation kognitiv in zwei verschiedenen Hirnhälften verarbeitet werden<sup>188</sup>. Ein Vertreter non-verbaler Befragung ist die Methode der sog. „Emocards“: Karikaturgesichter (acht männliche Gesichter und acht weibliche) mit eindeutigen emotionalen Ausdrücken werden bildlich dargestellt (siehe Abbildung 2-7). Diese Ausdrücke schwanken je nach Ausmaß von „Annehmlichkeit“ und „Angeregt-Sein“ (körperlicher Zustand der Aktivierung). In der Psychologie sind diese beiden Größen die aussagekräftigsten Maße für Gefühle<sup>189</sup>. Jedes Gefühl wird dabei im Niveau der Annehmlichkeit und des Angeregt-Seins eingeordnet.

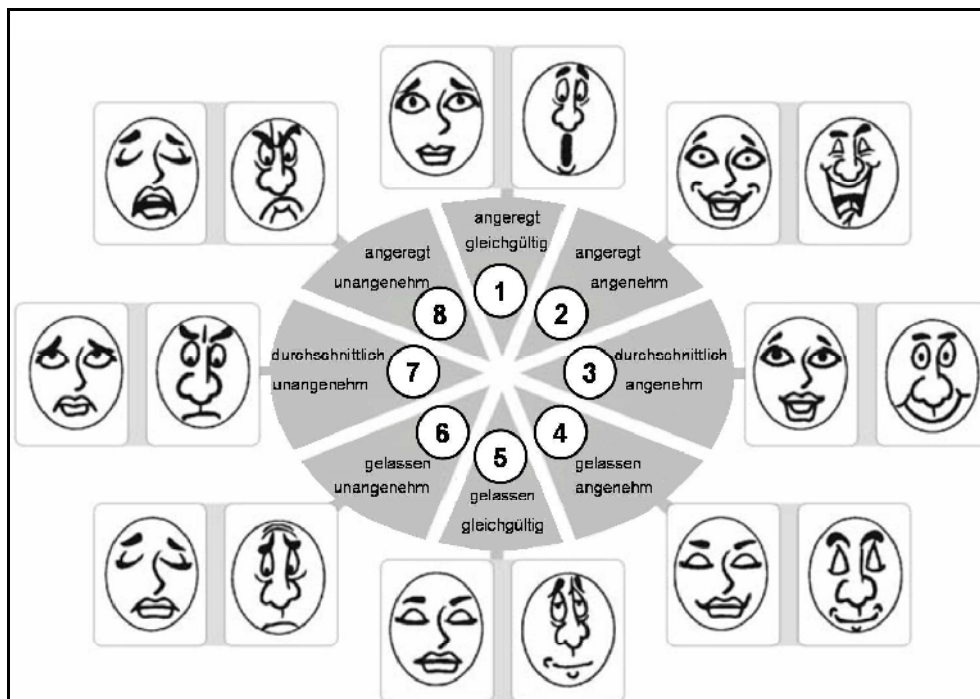


Abbildung 2-7: Emocards und deren Bedeutung. Quelle: DESMET, P. & OVERBEEKE, C.J. (2001), S. 38.

Grundlage ist RUSSELLs Zirkel der Gefühle<sup>190</sup>, dem DESMET entsprechende Gesichtsausdrücke zugeordnet hat<sup>191</sup>. So kann jede Person einem Objekt eine Emocard zuordnen, deren Gesichtsausdruck am treffendsten die eigene Gemütslage beim Betrachten des Objektes wiedergibt. Ziel des Verfahrens ist es, die von Designmerkmalen hervorgerufenen Emotionen

<sup>188</sup> DUECK, G. (2002): Omnisophie. Über richtige, wahre und natürliche Menschen. Springer, Berlin, S. 142.

<sup>189</sup> SCHLOSBERG, H. (1952): The description of facial expression in terms of two dimensions. Journal of Experimental Psychology, 44, S. 229-237.

<sup>190</sup> RUSSELL, J. A. (1989): Measures of Emotion. In: Plutchik, R. & Kellerman, H. (Hrsg.): The Measurement of Emotions, Bnd. 4. Academic Press, London, S. 83.

<sup>191</sup> DESMET, P. & OVERBEEKE, C.J. (2001): Designing Products with added emotional value: development and application of an approach for research through design. The Design Journal, 4(1), S. 32-47.

- 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft
  - 2.2 Komfort fördern
- 

zu identifizieren. Die Emocard-Bewertung bietet damit die Möglichkeit, das Design eines Produkts nonverbal zu bewerten. Sie wird in Kapitel 5 zum Einsatz gebracht.

Eine Weiterentwicklung stellt das „Product Emotion Measurement Instrument“ (PrEmo)<sup>192</sup> dar, eine animierte Form der Gesichter. Hierbei drückt ein geschlechtsloses Kunstwesen (siehe Abbildung 2-8) mimische und gestische Regungen aus, die die positiven Emotionen „Verlangen“, „angenehme Überraschung“, „Inspiration“, „Erheiterung“, „Bewunderung“, „Befriedigung“ und „Faszination“ ausdrücken, ferner die negative „Entrüstung“, „Verachtung“, „Ekel“, „unangenehme Überraschung“, „Missvergnügen“, „Enttäuschung“ und „Langeweile“. Der Proband gibt für jede Regung auf einer dreistufigen Skale an, inwieweit das dargestellte Gefühl die Emotion widerspiegelt, die er beim Betrachten des Produkts bzw. beim Umgang damit hat.

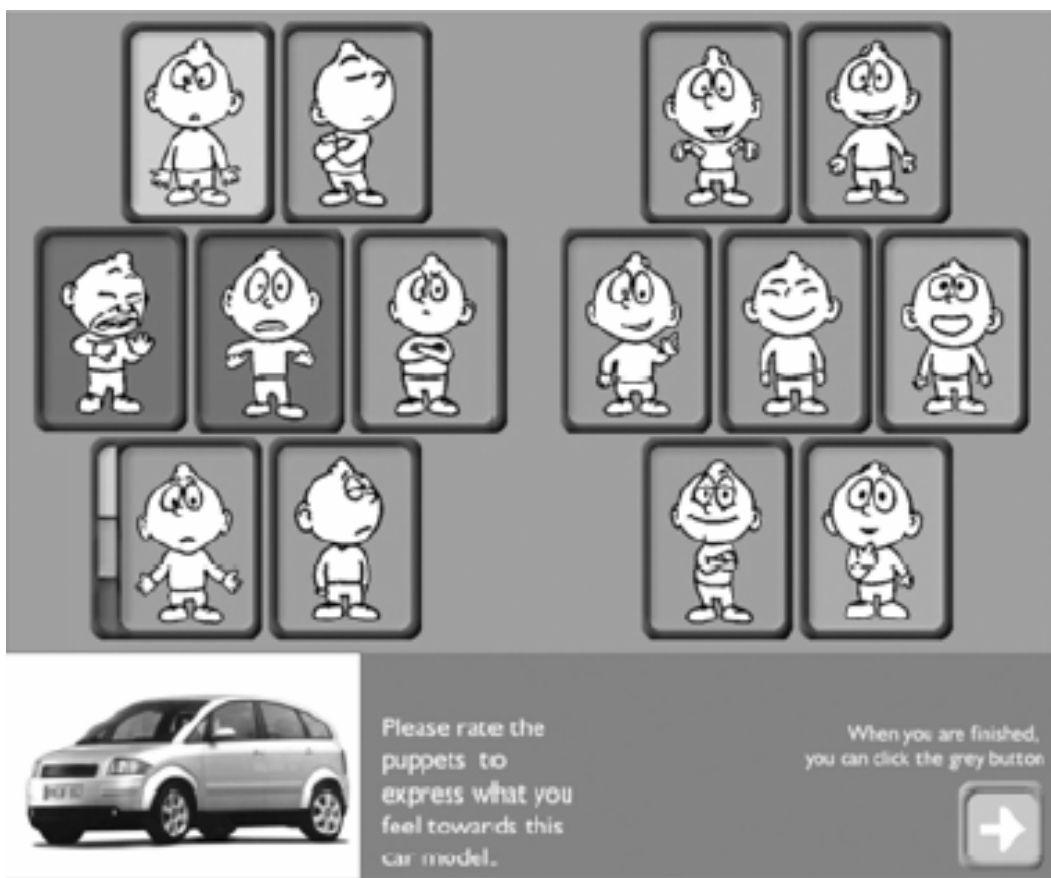


Abbildung 2-8: PrEmo Interface. Quelle: <http://static.studiolab.io.tudelft.nl/gems/desmet/PrEmo.pdf>

Beide Verfahren sind insofern den Bemühungen um eine Komfortsteigerung in Sinne des Gefallens zuzurechnen, als diese Emotionen Einflussfaktoren darstellen.

<sup>192</sup> DESMET, P. M. A., HEKKERT, P., & JACOBS, J. J. (2001): When a car makes you smile: Development and application of an instrument to measure product emotions. To be published in: HOCH, S. J. & MEYER, R. J. (Hrsg.): Advances in Consumer Research, Band 27.

### 2.2.7.2 Objektive Verfahren

Objektive Verfahren zur Messung von Komfort gibt es nach Kenntnis des Autors nicht. Was es gibt, sind psychophysische Messverfahren, mit denen Stimmungsschwankungen ermittelt werden können. Dem Autor ist jedoch nicht bekannt, dass diese eine zuverlässige Korrelation mit Gefühlen von Komfort zulassen. Insofern dienen die folgenden Ausführungen nach DETENBER<sup>193</sup> vor allem der Erwähnung, weniger der Empfehlung. Ihm zufolge gibt es zwei Schulen in der wissenschaftlichen Betrachtung von Emotion: Die eine, die Emotionen diskret und nach Kategorien getrennt betrachtet (z.B. IZARD, PLUTCHIK) und die andere, die sie als vielschichtiges Konstrukt betrachtet (z.B. RUSSELL).

Die erste Schule geht davon aus, dass es die Grundemotionen Ärger, Furcht, Glück, Überraschung, Ekel und Trauer gibt, die weltweit dieselben Gesichtsausdrücke hervorrufen. Weitere Emotionen entstehen dann aus Mischungen dieser Grundemotionen. Diese sind dann vom sozialen und kulturellen Umfeld abhängig. Die zweite Schule sieht drei Dimensionen, auf denen alle Emotionen aufbauen: Erregung, Lust und Dominanz.

Emotionen werden verbal, durch Körperreaktionen oder durch Verhalten geäußert. Hier setzen die verschiedenen Meßmethoden ein, die im Folgenden vorgestellt werden.

*Bewertung durch direkte Befragung* kann verbal durch Protokoll im Interviewmodus oder durch lautes Denken erfolgen. Die Auswertung kann auch mit Hilfe des Computers vorgenommen werden. So gibt es Spracherkennungsprogramme, die die Gefühlslage des Sprechers identifizieren können, z.B. Ethnograph, QSR NU\*DIST, Diction 5.0 der Fa. Scolaris).

*Psychophysiologische Meßverfahren* erfassen Puls, Hautwiderstand, Blutdruck, Kortisonausschüttung, das EMG der Gesichtsmuskulatur, Pulsschwankungen (Beschleunigung bei positiver Emotion, Verlangsamung bei negativer) sowie Hirnstrommessungen. Es darf nach Ansicht des Autors als fraglich angesehen werden, ob derartige Verfahren geeignet sind, die im Zusammenhang mit Konsumgütern vorliegenden und im Vergleich mit den Elementaremotionen marginalen Gefühlsveränderungen überhaupt erfassen kann.

*Verhaltensfassung* wird als letzter objektiver Ansatz angeführt. Annäherung, Vermeidung, Körperhaltung, Gestik, Bewegungen und Gesichtsausdruck sind dabei die zu erfassenden Parameter.

### 2.2.8 Abgeleitete arbeitswissenschaftliche Empfehlungen zur Steigerung des Sitzkomforts

Die in Kapitel 2.2.5 angeführten Förderstrategien haben ihre Wirksamkeit in zahlreichen Untersuchungen unter Beweis gestellt, sollten aber zielgruppen- und produktspezifisch angewendet werden. Das heißt, dass beispielsweise Bedienungsfreundlichkeit zwar im Sinne eines „Design-for-all“-Ansatzes für Jung und Alt gleichermaßen anzustreben ist, sich die Ausprägung aber an die jeweils etablierten mentalen Modelle anpassen muss, und die können durchaus voneinander abweichen. Auch wird die Bedienungsfreundlichkeit, um bei diesem Beispiel zu bleiben, eine unterschiedliche Priorität haben, je nachdem, ob es sich um einen dekorativen Luxusgegenstand (Heimkino) oder um medizinische Gerätschaften

<sup>193</sup> DETENBER, B. H. (2001): Measuring Emotional Responses in Human Factors Research: Some Theoretical and Practical Considerations. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 124-130.

(Hämoglobintester) handelt. So, wie die Empfehlungen zur Vermeidung von Diskomfort selektiv anzuwenden sind, gilt dies auch für die zur Förderung von Komfort.

Beispielsweise lassen sich diese Empfehlungen punktuell auf gesundheitsrelevante Funktionen (z.B. Sitzeinstellungen) anwenden, die nicht zum Handlungsziel beitragen und daher vom Nutzer gerne vernachlässigt werden. Wenn man diese so gestaltet, dass die Bedienung Spaß macht, lässt sich neben der Förderung von Komfort gleichzeitig auch langfristig Diskomfort vermeiden<sup>194</sup>.

Was den Faktor "Ästhetik" angeht, so hat bereits SHACKEL erkannt: "As a final suggestion, which might equally be placed under the heading of Chair Selection, there is the question of chair appearance. How far do the appearance, colour and related factors enter into or influence a person's choice, and his subjective responses when acting as a subject, and how far do they affect his ultimate acceptance and regular usage (or tolerance) of a chair? As a part of this area of investigation, it would be desirable also to include factors such as the influence of fashion and status"<sup>195</sup>. "Ästhetik" erfuhrt in den Kapiteln 2.2.2.1 bis 2.2.2.6 wiederholt Erwähnung und zeigt sich damit als Größe, die beim heutigen Verständnis des Komforts in der Arbeitswissenschaft nicht mehr vernachlässigt werden darf. Die Ermunterung, dies in der praktischen Arbeit zu berücksichtigen, darf als Anfang aller Empfehlungen angesehen werden.

<sup>194</sup> DEUBZER, E. M. (2004): Zur Psychologie des Sitzens. Welche Funktionen stellen sich Nutzer am Sitz ein und welche Konsequenzen sollte dies für die Gestaltung der Funktionen haben? In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 166.

<sup>195</sup> SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969): The assessment of chair comfort. Ergonomics (12), S. 303.



### 2.3 Forschungsdefizit

Zusammenfassend kann also festgehalten werden, dass die Arbeitswissenschaft Komfort als Forschungsgegenstand erkannt hat, und dass sich die getrennte Betrachtung von Komfort im Sinne des „Gefallens“ und Diskomfort im Sinne des „Erleidens“ als bewährte Herangehensweise etabliert hat. Diskomfort umfasst physische Aspekte, die in den typischen ergonomischen Kriterien der menschengerechten Anpassung von Produkten gemäß der Anthropometrie ihrer Nutzer und der Einhaltung leistungsförderlicher Arbeitsumgebungsbedingungen, z.B. in Bezug auf Lärm, Schwingungen und klimatische Bedingungen, Berücksichtigung finden. In diesem Sinn ist die Abwesenheit von Diskomfort eine Voraussetzung dafür, dass Komfort wahrnehmbar wird, denn Diskomfort überlagert Komfort<sup>196</sup>.

Komfort wird heute in Verbindung mit emotionalen Aspekten des Gefallens gebracht, die unter anderem durch die innere Einstellung des Nutzers zur Nutzungssituation und zum Arbeitsinhalt, aber eben auch zum verwendeten Arbeitsmittel determiniert werden. Die Einstellung zum Arbeitsmittel wird aber auch geprägt davon, ob es dem Nutzer subjektiv gefällt oder nicht, was letztlich dazu führt, dass das Gefallen eines Produkts über dessen wahrnehmbare ergonomische Qualität mitentscheidet.

Dieser Zusammenhang wurde bereits an diversen Arbeitsmitteln untersucht, so auch an Sitzmöbeln. Dabei wurde festgestellt, dass sich das Gefallen eines Sitzmöbels auf den subjektiv wahrgenommenen Komfort auswirkt. Dass ein solcher Zusammenhang nicht überraschend ist, hatte JORDAN bei seinem Hinweis auf die Bedeutung des Designs für die Arbeitswissenschaft schon 1988 implizit formuliert: "(...) if the human factors specialists concern themselves with usability issues only, then they will not - in all probability - be fully addressing the users' needs. In order that this can be achieved, human factors specialists must address issues, such as aesthetics, that they would previously not have become involved with. This may mean, for example, understanding the link between particular aesthetic properties, such as colour and particular emotional responses. Similarly, particular emotional responses may be associated with particular types of "form language". Human factors, as a profession, may have to develop a better understanding of aesthetics and the classification of products in terms of aesthetic properties in order that such issues can be addressed"<sup>197</sup>.

Dem pflichtet auch HELANDER bei: "Even more important is to find models to integrate the role of emotion with cognition in evaluative studies of product design. Many interesting opportunities of research have emerged on the horizon, particularly as interdisciplinary collaboration between industrial designers and ergonomists"<sup>198</sup>.

<sup>196</sup> LOOZE, M. P. de, KRAUSE, F., REIJNEVELDT, K., DESMET, P. M. A. & VINK, P. (2003): Seat appearance and sitting comfort. In: Proceedings of the XV<sup>th</sup> Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7<sup>th</sup> Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society, Seoul, S. 1-4.

<sup>197</sup> JORDAN, P. W. (1998): Human factors for pleasure in product use. *Applied Ergonomics* 29 (1), S. 32.

<sup>198</sup> HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg., 2001): Proceedings of the International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London.

## 2. Der Komfortbegriff in der Arbeitswissenschaft

### 2.3 Forschungsdefizit

---

Es sind bis heute keine Untersuchungen bekannt, die nicht nur einen Zusammenhang zwischen ästhetischem Urteil (Gefallen) und dem Gesamtkomfort nachweisen, sondern auch der Frage nachgehen, welche Faktoren diesem Gefallen zugrunde liegen. So stellte HELANDER fest, dass seine Stuhltester, so verschieden sie auch waren, einen ähnlichen Geschmack hatten. Das widerspricht dem Klischee, dass verschiedene Leute unterschiedliche Geschmäcker haben. Er schließt daraus: "More research needs to be done to understand the conformity of taste"<sup>199</sup>.

Das soll mit der vorliegenden Arbeit am Beispiel von Bürostühlen erfolgen. Während bei technisch-interaktiven Produkten vor allem graphische Komponenten die ästhetische Qualität prägen, wird diese bei einem Bürostuhl von allem durch seine Formgebung, seine Farbe und seine Materialität – im deutschen Sprachgebrauch durch sein „Design“ – festgelegt. Wodurch die ästhetische Qualität determiniert wird, ob es Indizien für interindividuelle Ästhetik-Präferenzen gibt und was diese auszeichnet, wird im folgenden Kapitel untersucht.

<sup>199</sup> HELANDER, M. (2003): Forget about Ergonomics in Chair Design? Focus on Aesthetics and Comfort! Ergonomics 46 (14), S. 1317.

### 3. Determinanten des Gefallens. Evolutionspsychologischer Zugang zur Ästhetik und Ansatz einer praktischen Anwendung.

Dieser Abschnitt geht der Frage nach, ob die komfortwirksame Komponente des Gefallens nur eine Frage individueller Vorliebe ist, oder ob es Anzeichen für die Existenz objektiver Kriterien gibt, die ein positives Gefallensurteil begünstigen. Es handelt sich hierbei also um eine Fragestellung zur Ästhetik des Produkts.

Zunächst wird in Kapitel 3.1 eine Klärung der wesentlichen Begriffe vorgenommen, auch eine Abgrenzung der oftmals unscharf gebrauchten Termini Ästhetik, Kognition und Emotion. Es wird erläutert, dass weder der Geschmack, noch Mode oder der Zeitgeist bei dieser Untersuchung berücksichtigt werden müssen, weil diese den kognitiven und emotionalen Teil der Wahrnehmung betreffen. Diese Arbeit beschränkt sich jedoch weitgehend auf den ästhetischen Teil im Sinne der erwähnten Abgrenzung der drei Bereiche.

Kapitel 3.2 stellt den Ansatz einer evolutionspsychologischen Ästhetik vor, dem zufolge die Ausprägung unserer Sinne ein Produkt der Evolution ist, und dass sich daraus evolutionsbedingt Präferenzen der einzelnen Sinne herleiten lassen.

Kapitel 3.3 zeigt auf, dass diesen Präferenzen 4 Prinzipien zugrunde liegen. Die historisch bekannten Gesetzmäßigkeiten und Erkenntnisse aus verschiedenen Disziplinen in Bezug auf das Funktionieren menschlicher Sinne (z.B. Gestaltgesetze) werden dabei den einzelnen Prinzipien zugeteilt, um den Nachweis der Stimmigkeit zu erbringen.

Kapitel 3.4 geht der Frage nach, ob sich diese Prinzipien auf die menschliche Wahrnehmung beschränken, oder ob sich diese wenigstens teilweise in der Schöpfung als „Masterplan“ wieder finden.

Kapitel 3.5 sucht nach weiteren Hinweisen darauf, dass die Natur selbst den Formenvorrat liefert, der der menschlichen Wahrnehmung entgegenkommt.

Kapitel 3.6 synthetisiert die bis dahin als evolutionsbedingt präferenzsteigernd identifizierten Merkmale unter dem Begriff der „Biomorphie“, überprüft deren Übertragbarkeit auf das Design und liefert Beispiele hierfür.

Kapitel 3.7 fasst die Ergebnisse dieses Abschnitts schließlich zusammen und steckt den Gültigkeitsbereich der vorgenommenen Empfehlungen ab.

Dieses Kapitel ist sehr ausführlich gehalten, weil es zeigen soll, dass die Vielzahl von Theorien und Methoden zur Ästhetik sich auf Präferenzen der Sinne und die 4 evolutionspsychologischen Grundprinzipien zurückführen lassen. Selbst wenn hier nicht alle Theorien und Methoden erwähnt werden können<sup>200</sup>, untermauert doch die getroffene Auswahl und die in den Kapiteln 1.1 und 1.1 vorgenommene Zuordnung zu Sinnespräferenzen und den 4 Grundprinzipien die Aussagekraft des hier gewählten evolutionspsychologischen Ansatzes.

<sup>200</sup> Eine gute Ergänzung zu den in Kapitel 3 aufgeführten Quellen ist LIDWELL, W., HOLDEN, K. & BUTLER, J. (2003): Universal Principles of Design. 100 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach through Design. Rockport, Gloucester.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.1 Ästhetik
- 

### 3.1 Ästhetik

"Zunächst glaubt man, das Problem der Wahrnehmung sei ein physiologisches, oder ein neurologisches, oder ein neuroanatomisches, oder ein psychologisches usw. Problem; aber es sind gerade die Resultate dieser Wissenschaften, die immer wieder zeigen, dass Wahrnehmung ein logisch-philosophisches, ein sozio-kulturelles, manchmal sogar ein politisches Problem ist. Gestützt von der Idee einer "Ars Electronica" wage ich sogar zu sagen, dass die Frage, von welchem Standpunkt aus man das Phänomen des Wahrnehmens wahrnehmen möchte, eine Frage ist, die zur Metaphysik gehört und nur in diesem Bereich entschieden werden kann" <sup>201</sup>. Ästhetik ist also ein seit über 2500 Jahren intensiv bearbeitetes Feld, das es notwendig macht, zunächst einige Grundlagen zu klären<sup>202</sup>.

#### 3.1.1 Grundlagen

##### 3.1.1.1 Bedeutung des Begriffs „Ästhetik“

Im Gegensatz zur Alltagssprache, die mit „Ästhetik“ die „Lehre vom Schönen“ meint, und zur akademischen Auseinandersetzung, die darunter vor allem „Kunstkritik“ versteht, bezeichnet der Ausdruck (von *griech.* aisthesis - αἴσθησις, Wahrnehmung) „Lehre von der sinnlichen Wahrnehmung“, ohne dass dabei einzelne Sinne von herausgehobener Bedeutung sind<sup>203</sup>. Ästhetische Erfahrung wiederum ist das Ergebnis sinnlicher Wahrnehmung.

##### 3.1.1.2 Abgrenzung Ästhetik – Kognition – Emotion

Allerdings ist nur ein Teil unserer täglichen Erfahrungen ästhetischer Natur. Der Rest ist Kognition und Emotion zuzurechnen und wird deswegen in der vorliegenden Arbeit nur am Rande behandelt. Der Prozess der Verarbeitung von Kunst beispielsweise läuft in fünf Schritten ab<sup>204</sup>:

1. Rezeption,
2. Vergleich mit zuvor Gesehenem,
3. Klassifikation nach Kriterien der Bedeutsamkeit,
4. ästhetisches Urteil und
5. ästhetische Emotion

<sup>201</sup> VON FOERSTER, H. (2002): Wahrnehmen. In: BARCK, K. et al. (Hrsg.): Aisthesis. Wahrnehmung heute oder Perspektiven einer anderen Ästhetik. Reclam, Leipzig, S. 434.

<sup>202</sup> Einen sehr guten Überblick über die Breite des Feldes liefert z.B. MASER, S. (2002): Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 6. Auflage.

<sup>203</sup> HARTMANN sieht nur die „äußeren Sinne“ Auge und Ohr als „aufnehmende Werkzeuge des Schönen“, siehe: HARTMANN, N. (1998): Ästhetik. De Gruyter, Berlin, S. 17.

MASER ist Vertreter der erweiterten Sicht als „Lehre von der sinnlichen Wahrnehmung“, siehe: MASER, S. (2002): Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 6. Auflage, S. 15.

<sup>204</sup> LEDER, H., BELKE, B., OEERST, A. & AUGUSTIN, D. (2004): A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments. British Journal of Psychology, 95, S. 489-508.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

Diese Unterteilung entspricht im Wesentlichen auch dem psychobiologischen Ansatz von BERLYNE<sup>205</sup> und TREISMAN<sup>206</sup>. Nach der Logik von BAUMGARTEN<sup>207</sup> wären nur die ersten zwei bis drei Schritte mit *Ästhetik* verknüpft, weil diese weitgehend automatisch ablaufen und in ihnen der Grad festgelegt wird, zu dem unser Wahrnehmungssystem Strukturen erkennt, den Neuheitswert einstuft und den resultierenden Affekt bewertet. Nur in den ersten 2-3 Stufen kann von ästhetischem Genuss oder ästhetischem Missfallen gesprochen werden, während auf den folgenden Stufen kognitive und emotionale Prozesse an der Erfahrung beteiligt sind. Diese Trennung hat Sinn, weil die innerhalb der drei Abschnitte Ästhetik, Kognition und Emotion ablaufenden Prozesse unterschiedlich sind, auch wenn sie sich im Zuge des Gesamterlebnisses schwer voneinander trennen lassen. Auch GOLDSTEIN vertritt die Ansicht, dass Ästhetik als sinnliche Wahrnehmung zum Ziel hat, Dinge wahrzunehmen, wiederzuerkennen und zu kategorisieren<sup>208</sup>.

Bei der Zuweisung von Bedeutung spielen mehrere *kognitive* Prozesse eine Rolle, wie zum Beispiel Interpretationen, Abgleich mit Erinnerungen und Assoziationen<sup>209</sup>. Diese Prozesse erlauben es uns, Metaphern zu erkennen, Produkten Persönlichkeitsmerkmale<sup>210</sup> zuzuweisen

<sup>205</sup> BERLYNE unterscheidet zwischen a) formalen, also objektiven Aspekten des Erlebten (sog. kollative Variablen). Diese sind: Ambiguität, Undeutlichkeit, Inkongruenz, Unsicherheitserzeugung, Komplexität. Es geht also um fremdartige Perzepte, die beim Wahrnehmen eingeordnet, d.h. vertraut gemacht werden sollen; b) Kognitiven und emotionalen Voraussetzungen beim Betrachter (sog. motivationalen Variablen) und c) Reaktionen (also verbalen und nonverbalen Daten).

Siehe: BERLYNE, D. E. (1971): *Aesthetics and Psychobiology*. Appleton-Century-Crofts, New York.

<sup>206</sup> TREISMAN differenziert aber nur den ästhetischen Teil der Wahrnehmung und nimmt dabei folgende Unterteilung vor: 1. Identifizierung von Elementarmerkmalen auf einer präattentiven Stufe. Dabei werden Informationen zu Form, Farbe, Bewegung und Position getrennt wahrgenommen und nicht verknüpft. 2. Aufmerksamkeitsgerichtetes Zusammensetzen der Elementarmerkmale zu Objekten. 3. Aufbauen des Gegenstandes ("Wahrnehmung"). 4. Vergleich des Objektes mit gespeicherten Repräsentationen. 5. Identifikation bei Übereinstimmung. Siehe GOLDSTEIN, E. B. (2002): *Wahrnehmungspsychologie*. 2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. RITTER, M. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 208.

<sup>207</sup> BAUMGARTEN, A. G. (1750): *Aesthetica*. Olms, Hildesheim.

<sup>208</sup> GOLDSTEIN wählt allerdings für die Wahrnehmung von Objekten eine verfeinerte Unterteilung der rein ästhetischen Teilprozesse: 1. Erkennen des Objektes, 2. Merkmale und Merkmalskomplexe in der Wahrnehmung zu Einheiten organisieren, 3. Objekte und Oberflächen bei wechselnden Darbietungs- und Beobachtungsbedingungen erkennen, 4. eine begriffliche Ordnung der Welt aufbauen und 5. Lernen. Siehe: GOLDSTEIN, E. B. (2002): *Wahrnehmungspsychologie*. 2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. M. Ritter. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 187.

<sup>209</sup> Siehe hierzu auch den psychophysikalischen Ansatz der Formwahrnehmung von GIBSON: GIBSON, J. J. (1973): *Die Wahrnehmung der visuellen Welt*. Aus dem Amerikanischen übertragen von Vera Schumann. Beltz, Weinheim / Basel. WELLEK sieht den Menschen als nicht dafür geschaffen an, Gegenstände objektiv zu erfassen und zu erkennen: WELLEK, A. (1969): *Ganzheitspsychologie und Strukturtheorie* (2. Auflage). 12 Abhandlungen zur Psychologie und philosophischen Anthropologie. Francke, Bern, S. 501.

<sup>210</sup> Siehe z.B. bei JANLERT, L. E. & STOLTERMAN, E. (1997): *The Character of Things*. *Design Studies*, 18, S. 297 - 314. Hierbei wird „Charakter“ definiert als "Set of coherent characteristics and attributes that apply to appearance and behaviour alike, cutting across different functions, situations and value systems - esthetical, technical, ethical - providing support for anticipation, interpretation and interaction " (S. 297).

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

und die persönliche oder symbolische Bedeutung des Produkts zu bewerten<sup>211</sup>. Die Bedeutungszuweisung ist dennoch keine rein kognitive Leistung. So zeigt beispielsweise die kognitive Linguistik<sup>212</sup> ebenso wie die Verhaltenswissenschaft, dass unser Körper und die körperlichen Aktionen eine wichtige Rolle beim Verstehen figurativer Ausdrücke von Produkten spielen<sup>213</sup>.

Die den *emotionalen* Reaktionen zugrundeliegenden Prozesse werden am besten vom Wertschätzungsmodell<sup>214</sup> beschrieben. Nach dieser Theorie ist eine Emotion hervorgerufen von der Bewertung einer Situation oder eines Ereignisses als potentiell förderlich oder bedrohlich für die eigenen Belange. Wichtig dabei ist, dass jeder Emotion unterschiedliche Muster der Wertschätzung zugrunde liegen. Wenn überhaupt gibt es nur sehr wenige direkte Beziehungen zwischen Situation und emotionaler Reaktion. Es ist eher die Interpretation von Situation oder Ereignis, die die Emotion hervorruft und nicht die Situation bzw. das Ereignis selbst. Weil sich emotionale Produkterfahrungen mit dieser Theorie gut beschreiben lassen, birgt das Verständnis dieses Prozesses wichtige Anhaltspunkte dafür, Produkte so zu gestalten, dass sie bestimmte Emotionen auslösen<sup>215</sup>, weil zwar die Menschen in ihren emotionalen Reaktionen verschieden sind, aber allgemeine Regeln für den Prozess der Emotionsanregung aufgestellt werden können<sup>216</sup>. Gerade die individuell verschiedene

<sup>211</sup> Siehe z.B. CSIKSZENTMIHALYI, M. & ROCHBERG-HALTON, E. (1981): *The Meaning of Things*. Cambridge University Press, Cambridge.

<sup>212</sup> LAKOFF, G. & JOHNSON, M. (1980): *Metaphors we Live by*. Chicago University Press, Chicago.

<sup>213</sup> ROMPAY, T. van & HECKERT, P. (2001): *Embodied Design: The Role of Bodily Experiences in Product Design*. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): *Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design*. ASEAN Academic Press, London, S. 61-67. Vgl. auch: BÖHME, G. (1991): Für eine ökologische Naturästhetik. Ein Gespräch. In: RÖTZER, F. (Hrsg.): *Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien*. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 475-490. LEINENBACH untermauert die Bedeutung körperlicher Erfahrungen und beschreibt die von Ernst Kapp unter dem Begriff „Organprojektion“ verstandene Rückkopplung der Erfahrungen mit der eigenen Körperlichkeit und deren Übertragung auf das menschliche Schaffen. Siehe: LEINENBACH, H. (1990): *Die Körperlichkeit der Technik. Zur Organprojektionstheorie Ernst Kapps*. Die Blaue Eule, Essen.

<sup>214</sup> Siehe PLUTCHIK, R. (2003): *Emotions and Life. Perspectives from Psychology, Biology, and Evolution*. American Psychological Association, Washington, DC, S. 21. Das Modell geht zurück auf ARNOLD, M. B. (1960): *Emotion and personality*. Columbia University Press, New York; FRIJDA, N. H. (1986): *The emotions*. Cambridge University Press, Cambridge; ORTHONY, A., CLORE, G.L. & COLLINS, A. (1988): *The cognitive structure of emotions*. Cambridge University Press, Cambridge.

<sup>215</sup> DESMET, P. & HECKERT, P. (2002): *The basis of product emotions*. In: Green, W. & Jordan, P. (Hrsg.): *Pleasure with Products, beyond usability*. London: Taylor & Francis, S. 60-68.

<sup>216</sup> DESMET, P. (2004): *Emotional Experience*. In: BRUDER, R. (Hrsg.): *Ergonomie und Design. Tagungsband zur GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen, Zeche Zollverein*. Ergonomia, Stuttgart, S. 107-110 unterscheidet dabei zwischen 4 Typen emotionaler Reaktion: Instrumentale (helfen bei der Verfolgung von Zielen), ästhetische, soziale (z.B. Bewunderung) und interessebezogene Emotionen (z.B. Faszination, Neugier, Langeweile).

emotionale Reaktion erschwert allerdings die Planbarkeit<sup>217</sup>. Im Fall positiver Wertschätzung kann dann von „befriedigendem Erleben“ gesprochen werden<sup>218</sup>.

Interessanterweise zeigen die Resultate der Neurowissenschaften, dass Kognition und Emotion keinen Gegensatz darstellen. Die Gegenüberstellung Kopf vs. Herz ist nicht angemessen, da praktisch alle kognitiven Leistungen von emotionalen Färbungen begleitet und viele überhaupt nur durch diese emotionale Markierung ermöglicht werden<sup>219</sup>: Menschen, bei denen die für die emotionale Bewertung von Wahrnehmung zuständigen Bereiche im Gehirn zerstört sind, sind kaum noch in der Lage, neue Informationen aufzunehmen<sup>220</sup>. Dies zeigt auch, dass es eine Rückkopplung von den Emotionen zum kognitiven Wissen gibt – ein Umstand, den das Marketing als „Ausstrahlungseffekt“ bezeichnet und zu Werbezwecken nutzt<sup>221</sup>. Ein weiteres Charakteristikum besteht schließlich darin, dass das emotionale Werturteil sehr rasch gefällt wird und anschließend nur schwer zu ändern ist<sup>222</sup>.

### 3.1.1.3 Ausgewählte Merkmale der Wahrnehmung

Sämtliche gesichteten Quellen teilen die Meinung, dass Wahrnehmung ein aktiver Vorgang ist. Sie beschäftigt alle Sinne, das Gehirn und den gesamten Körper. „Es wird der Komplexität der Wahrnehmung keineswegs gerecht, wenn man sie in „nur“ fünf Fähigkeiten [*die fünf Sinne, Anm. d. Verf.*] aufgliedert, die in ihrer Erlebnisqualität different sind<sup>223</sup>. Das heißt, "das Ästhetische ist eine Angelegenheit des ganzen Organismus"<sup>224</sup>. "Mit dem Aspekt der Gleichzeitigkeit ästhetischer Wahrnehmungen hängt das Ungleichgewicht zusammen. Wenn ein Ziel der ästhetischen Wahrnehmung und eine Hauptantriebsquelle in der Suche nach dem Anderen besteht, dann beruht diese auf einer ständigen Bewegung. (...) Das Ästhetische gründet sich nicht nur auf Erreichung und Bewahrung, sondern auf Suche, auf Annäherung"<sup>225</sup>.

<sup>217</sup> HEGEMANN, M. (1992): Ästhetik und Industriedesign. Dissertation an der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München, Schriftenreihe Produktentwicklung und Industriedesign, Band 3. Akademischer Verlag, München, S. 79.

<sup>218</sup> ABBOTT, L. (1958): Qualität und Wettbewerb. Beck, München und Berlin, S. 43.

<sup>219</sup> DAMASIO, A. (1999): The feeling of what happens. Body and emotion in the making of consciousness. Times, New York. Siehe auch: ARNHEIM, R. (1996): Anschauliches Denken: Zur Einheit von Bild und Begriff. Du Mont, Köln, S. 25.

<sup>220</sup> PAAL, G. (2005): Was ist Schön? Ästhetik und Erkenntnis. Königshausen & Neumann, Würzburg, S. 9.

<sup>221</sup> KROEBER-RIEL, W. (2004): Strategie und Technik der Werbung. Verhaltenswissenschaftliche Ansätze. Kohlhammer, Stuttgart.

<sup>222</sup> Viele Beispiele hierfür liefert GLADWELL, M. (2005): Blink! Die Macht des Moments. Campus, Frankfurt a. Main.

<sup>223</sup> GOLDSTEIN, E. B. (2002): Wahrnehmungspsychologie. 2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. M. Ritter. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 3.

<sup>224</sup> SCHURIAN, W. (1986): Psychologie ästhetischer Wahrnehmungen. Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 99.

<sup>225</sup> Ebd., S. 101. SCHURIAN unterscheidet hierbei evolutiv-symbolische, selbstreflexive, reflexive, organismische, zelluläre, organelle Ebene, sowie die dissipative Strukturebene: S. 74.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

Diese Ganzheitlichkeit ist notwendig, denn „unsere Sinnessysteme messen nicht die Außenreize, sondern sie zeigen sie an. Ihre Aufgabe ist eine optimale Differenzierung zwischen den Umweltreizen“<sup>226</sup>, „damit der Organismus sein Leben in ihr führen kann“<sup>227</sup>. Dies trifft nach HOLST auf alle Lebewesen zu. Sie ist dabei zugleich reflexiv<sup>228</sup>, denn für den Wahrnehmenden, der also sieht, fühlt, hört etc. ergibt sich ein Unterschied in seiner Befindlichkeit. Die Befindlichkeit reagiert. Diese Reaktion kommt dem wahrgenommenen wieder zu<sup>229</sup>. Das wiederum bedeutet, dass uns das, was wir wahrnehmen, prägt<sup>230</sup> (siehe „Ausstrahlungseffekt“ im vorherigen Kapitel). Umgekehrt wird die Wahrnehmung beeinflusst durch persönliche Meinungen, Einstellungen, Absichten, Wünsche und Ziele. Welche davon dominant sind, ist individuell verschieden<sup>231</sup>. Wahrnehmung versucht darüber hinaus evolutionsbedingt, in den Umweltreizen Muster und Regeln zu erkennen und damit die komplexe Realität zu strukturieren – mit anderen Worten: „Die ganze Welt ist für uns ein Rorschach-Test“<sup>232</sup>.

Da das Informationsangebot in der Regel größer ist als die Kanalkapazität der Übertragungswege, ist ein hohes Maß an Selektion notwendig. Vereinfachung der Sinneseindrücke, Ordnung, Gruppierung und Filterung sind dabei angewandte Strategien, die in Kapitel 3.2.2 für die Sinneskanäle separat beschrieben werden.

ESCHERLE stellt fest, dass der kognitive Teil der Wahrnehmung, in dem ästhetische Werturteile gefällt werden, abhängig ist von ethnischer, biologischer und kultureller

<sup>226</sup> HAJOS, A. (1980): Einführung in die Wahrnehmungspsychologie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 55.

<sup>227</sup> HOLST, E. v. (1970): Zur Verhaltensphysiologie bei Tieren und Menschen. Gesammelte Abhandlungen, Band I. Piper & Co., München, S. 177.

<sup>228</sup> FUCHS unterscheidet außerdem zwischen Objektwahrnehmung, Selbstwahrnehmung und ästhetischer Wahrnehmung. Diese Unterteilung wird hier nicht vorgenommen, da für den Verfasser zumindest der Unterschied zwischen ästhetischer W~ und Objektw~ nicht nachvollziehbar ist. Siehe: FUCHS, M. (2002): Kunst und Ästhetik. Neuere Entwicklungen. Aufsatz von Prof. Dr. phil. Max Fuchs, Direktor der Akademie Remscheid. Gemäß Internetfassung vom 9. Februar 2004. <http://www.akademieremscheid.de/ars/publikationen/aufsaeetze/fuchskunstundaesthetik.pdf>.

<sup>229</sup> LIPPE, R. ZUR (1987): Sinnenbewusstsein. Grundlegung einer anthropologischen Ästhetik. Rowohlt, Reinbek, S. 51.

<sup>230</sup> REISER plädiert deswegen für einen Einsatz guter Form auf breiter Basis in allen öffentlichen Bereichen, denn "das Erlebnis einer guten Atmosphäre, das emotionale Aufnehmen, das fast unbewußt geschieht, einer guten Objektbeziehung, ist das, was die Vorstellungen, die Vorlieben, kurz, den Geschmack des Menschen prägt". Siehe REISER, R. (1985): Was die Vergangenheit die Zukunft lehrt. Rückblick, Bestandsaufnahme, Ausblick. In: Möbeldesign. Made in Germany. Hrsg. v. Design Center Stuttgart. S. 84.

<sup>231</sup> FRIEDRICH-LIEBENBERG, A. (1976): Anmutungsleistungen von Produkten. Hanstein, Köln. Zur inneren Einstellung s.a.: STOLNITZ, J. (1998): The Aesthetic Attitude. In: Korsmeyer, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions. Blackwell Publishers, Oxford, S. 80.

<sup>232</sup> CASPARY, R. (2006): "Die Welt als Lotteriespiel? - Neue Erkenntnisse über den Zufall". Manuskript einer Radiosendung des SWR 2 am 23.8.2006, 8.30 Uhr. Redaktion: Sonja Striegl. Verfügbar über den Manuskriptdienst des Südwestrundfunks und online auf [http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/wissen/wi20050302\\_3010.rtf](http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/wissen/wi20050302_3010.rtf).



Disposition<sup>233</sup>. Auch eine gewisse geographische Gebundenheit lässt sich erkennen: Künstlerische Arbeiten, die fast durchgängig an einem Ort und zu einer Zeit wertgeschätzt werden, verlieren ihren Status, wenn sie zeitlich oder räumlich verändert werden, weil es am Bezug zum Betrachter fehle, dem Inhalt, und der persönlichen Motivation des Schaffenden<sup>234</sup>.

Zum Faktor „Zeit“ weist FUCHS darauf hin, dass sich die Sinne in Abhängigkeit von Ort und Zeit verändern, so dass man davon ausgehen muss, dass der Mensch heute anders riecht, fühlt, schmeckt, sieht und hört als der antike Mensch<sup>235</sup> – was auch dem später beschriebenen evolutionspsychologischen Ansatz entspricht. Letztlich ist für deren zentralen Faktor, die Anpassung, nicht nur der Prozess der Veränderung, sondern auch die Geschwindigkeit, in der sie erfolgt, für das Überleben der Spezies verantwortlich<sup>236</sup>.

#### 3.1.1.4 Positive Aspekte positiver ästhetischer Urteile

Gerade weil die eben erwähnte Prägung durch die Wahrnehmung vorliegt, haben die Menschen ein grundlegendes Bedürfnis nach positiven ästhetischen Eindrücken<sup>237</sup>. MASLOW führt als Extrembeispiel Menschen an, die durch Hässlichkeit krank und nur durch „Schönheit“ geheilt werden. Sie haben ein aktives Verlangen, das nur von „Schönheit“ befriedigt werden kann. Dieses Phänomen beobachtet er allgemein bei gesunden Kindern. Diesen Drang führt er auch als Erklärung für die Irritation an, die beispielsweise ein schief hängendes Bild auslöst<sup>238</sup> – wer fühlte sich nicht an Loriots Sketch erinnert! BÖSEL spricht in diesem Zusammenhang von belohnendem Charakter der Wahrnehmung<sup>239</sup>, NORMAN erwähnt den produktivitätssteigernden Effekt, den „aesthetically pleasing objects“ auf den Menschen haben<sup>240</sup>.

<sup>233</sup> ESCHERLE, H.-J. (1986): Industriedesign für ausländische Märkte. Dissertation, München, S. 200.

<sup>234</sup> MUELDER EATON, M. (1998): Locating the Aesthetic. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions. Blackwell Publishers, Oxford, S. 84.

<sup>235</sup> FUCHS, M. (2002): Kunst und Ästhetik. Neuere Entwicklungen. Aufsatz von Prof. Dr. phil. Max Fuchs, Direktor der Akademie Remscheid. Gemäß Internetfassung vom 9. Februar 2004. Siehe <http://www.akademieremscheid.de/ars/publikationen/aufsaeetze/fuchskunstundaesthetik.pdf>.

Daraus folgt für BIH, dass Objekte nicht nur statisch und passiv sind, sondern direkten Einfluss auf die Gefühle und Gedanken der Menschen haben:

BIH, H. D. (1992): The Meaning of Objects in Environmental Transitions. Experiences of Chinese Students in the United States. *Journal of Environmental Psychology*, 12, S. 135-147.

<sup>236</sup> Diese Feststellung wurde DARWIN sinngemäß entlehnt und auf die ökonomische Anpassung von Unternehmen gemünzt, siehe SPATH, D. (Hrsg.) (2004): Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen - Zukunft gestalten. Hanser, München, S. V.

<sup>237</sup> POCHAT erwähnt, dass das Schaffen schöner Objekte eine Art ästhetischer Trieb des Menschen ist: POCHAT, G. (1983): Der Symbolbegriff der Ästhetik und Kunsttheorie. Du Mont, Köln, S. 142.

<sup>238</sup> MASLOW, A. H. (1954 / 2002): Motivation und Persönlichkeit. Rowohlt, Reinbek, S. 79.

<sup>239</sup> BÖSEL, R. M. (2003): Ästhetisches Empfinden: Neuropsychologische Zugänge. In: KÜPPER, J. & MENKE, C. (Hrsg.): Dimensionen Ästhetischer Erfahrung. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 278.

<sup>240</sup> NORMAN, D. A. (2005): Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things. Basic Books, N.Y., S. 10.

Abgesehen von der luststeigernden Wirkung führt SCHURIAN drei weitere Aspekte des „Schönen“ für die Wahrnehmung an:

1. es erleichtert die Orientierung im Lebensraum (Struktur, Ordnung)
2. es bereichert das Verhalten und Handeln
3. es erinnert an das Andere (Wünsche, Träume...)<sup>241</sup>.

Insbesondere der erste Punkt wird in der evolutionären Ästhetik eine zentrale Rolle spielen.

Darüber hinaus gibt es Anhaltspunkte, dass positive Wahrnehmung im Sinne positiver Rückkopplung (Reflexivität) auch die Produktivität steigert<sup>242</sup>.

### 3.1.1.1 Schönheit

„Ästhetik“ als „sinnliche Wahrnehmung“ ist damit ein Vorgang, während „Schönheit“ ein mögliches Werturteil an dessen Ende<sup>243</sup> und damit eine Ausprägung des „Gefallens“ darstellt<sup>244</sup>. Die ursprüngliche indogermanische Bedeutung von „schön“ ist „nutzbar“, „hell“, „durchsichtig“ und „tauglich“<sup>245</sup>. Im deutschen Sprachraum leitet sich „Schönheit“ damit von „schauen“ ab<sup>246</sup>, was eine Dominanz des Sehens bedeutet, die jedoch nicht universell gültig ist<sup>247</sup>.

So verwundert auch nicht, dass „Schönheit“ selbst in der europäischen Philosophie verschiedene Bedeutungen hat, darunter „Ordnung“, „Angemessenheit“ und „sinnliche Attraktivität“<sup>248</sup>. Entsprechend bunt ist auch der Strauß gegensätzlicher Bedeutungen. So sieht ROSENKRANZ „Hässlichkeit“ als Ergebnis von „Inkorrektheit“, „Formlosigkeit“ („Defiguration“) und „Asymmetrie“<sup>249</sup> (vgl. Kapitel 3.3.2.4).

<sup>241</sup> SCHURIAN, W. (1986): Psychologie ästhetischer Wahrnehmungen. Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 74.

<sup>242</sup> In Bezug auf Farbgestaltung siehe LAUGWITZ, B. (2001): Experimentelle Untersuchung von Regeln der Ästhetik von Farbkombinationen und von Effekten auf den Benutzer bei ihrer Anwendung im Benutzeroberflächendesign. Dissertation an der Universität Mannheim.

<sup>243</sup> HARTMANN spricht von „nachträglicher ästhetischer Reflexion“, die zur Wertung „schön“ führen kann. Siehe HARTMANN, N. (1998): Ästhetik. De Gruyter, Berlin, S. 3.

<sup>244</sup> Thomas von Aquin: Pulchrum dicatur id cuius ipsa apprehensio placet (Schönheit als Auffassung dessen, was gefällt). Siehe: (Summa Theol. Ia IIae, 27.1 -3).

<sup>245</sup> SCHURIAN, W. (1986): Psychologie ästhetischer Wahrnehmungen. Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 74.

<sup>246</sup> BÖSEL, R. M. (2003): Ästhetisches Empfinden: neuropsychologische Zugänge. In: KÜPPER, J. & MENKE, C. (Hrsg.): Dimensionen Ästhetischer Erfahrung. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 268.

<sup>247</sup> In Asien beispielsweise ist „Schönheit“ mit gustatorischem Genuss belegt. Siehe: CHUNG, J.-H. (2004): Kulturelle Identität zwischen aufgehender und untergehender Sonne. Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal, S. 50.

<sup>248</sup> SPARSHOTT, F. E. (1963): The Structure of Aesthetics. Routledge and Kegan Paul, London, S. 59.

<sup>249</sup> ROSENKRANZ, K. (1853/1996): Ästhetik des Häßlichen. Reclam, Leipzig, S. 54 & 70. Als weitere Aspekte der Defiguration nennt er „das Gemeine“ („das Kleinliche“, „das Schwächliche“, „das Niedrige“), „das Widrige“ („das Plumpe“, „das Tote und Leere“) und „das Schäßliche“ („das Abgeschmackte“, „das Ekelhafte“, „die Karikatur“) (S. 138ff).

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

Darauf, dass die Schönheit nicht das einzige Kriterium des Gefallens sein darf, weist RECK hin: "Kitsch ist der Versuch, an die Stelle der Wahrheit die Schönheit als oberste Norm des künstlerischen Schaffens zu setzen"<sup>250</sup>.

Anzumerken ist noch, dass die Bildung eines ästhetischen Werturteils dem Menschen als Gattung vorbehalten ist. Die jüngere Neurowissenschaft zeigt, dass die Wahrnehmung für visuelle Schönheit in Natur und Kunst eine rein menschliche Fähigkeit ist. Selbst die großen Menschenaffen sind nicht in der Lage, Ästhetik zu beurteilen. Obwohl Schimpansen eine gewisse Neigung zum "Bildermalen" hätten, sei die Würdigung von Kunst eine ausschließlich menschliche Eigenschaft. Sie habe sich, wie aus dem Fund der ersten dekorativen Objekte zu schließen, vor etwa 40.000 Jahren entwickelt<sup>251</sup>.

#### 3.1.1.2 Geschmack

Geschmack als Fähigkeit zu ästhetischer Urteilsbildung setzt nach KANT Interesselosigkeit voraus, wobei Interesse definiert wird als "Wohlgefallen bei der Vorstellung der Existenz einer Sache"<sup>252</sup> (vgl. Kapitel 3.1.4). Möglicherweise deshalb, weil diese Voraussetzung in der Praxis schwer zu erfüllen ist, stellt er fest, dass zu der lateinischen Weisheit „de gustibus non est disputandum“ zwei zulässige Übersetzungen möglich sind: „Über Geschmack lässt sich streiten“, aber auch „Über Geschmack lässt sich *nicht* streiten“<sup>253</sup>. BURCKHARDT sieht historisch in der Diskussion über Geschmacksfragen zugleich die Erziehung zur politischen Gleichheit. (...) "der Geschmack verbündet sich mit der Einfachheit. Einen guten Geschmack hat, wer sich einfach einrichtet. Das hat natürlich Sprengkraft, denn der Adel hat sich ja prunkvoll eingerichtet. Schön war zunächst prunkvoll. Wenn nun eine Klasse kommt und sagt, Geschmack hat, wer sich einfach einrichtet, und dabei noch denkt, der Adel richtet sich prunkvoll ein mit unserem Geld, dann hat dieses Geschmacksurteil politische Sprengkraft<sup>254</sup>". Auch HEGEMANN sieht „guten Geschmack“ kollektiv, nämlich als „das aktuelle Durchschnittsempfinden einer gesellschaftlichen Mehrheit“<sup>255</sup>.

<sup>250</sup> RECK, H. U. (1985): Stilnotate zwischen Lebensform, Subversion und Funktionsbegriff. In: BROCK, B. & RECK, H. U. (Hrsg.): Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode. Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin. Du Mont, Köln. S. S. 124.

<sup>251</sup> CELA-CONDE, C. J. , MARTY, G., MAESTÚ, F., ORTIZ, T., MUNAR, E., FERNÁNDEZ, A., ROCA, M., ROSSELLÓ, J. & QUESNEY, F. (2004): Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, vorab Online veröffentlicht unter [www.pnas.org](http://www.pnas.org), Nr.: 10.1073/pnas.0401427101, zur Zeit im Druck.

<sup>252</sup> KANT, I. (1790/1968): Kritik der Urteilskraft. Hrsg. von K. Vorländer. Unveränderter Nachdruck der sechsten Auflage von 1924. Felix Meiner, Hamburg, §5. Die positive Aussage resultiert aus der im Lateinischen möglichen Übersetzung des Gerundivs mit „darf nicht“, welche in Kombination mit dem „non“ eine doppelte Verneinung ergibt.

<sup>253</sup> Ebd., §38.

<sup>254</sup> BURCKHARDT, L. (1986): Der gute Geschmack. In: BROCK, B. & RECK, H. U.: Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode. Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin. Du Mont, Köln, S. 41.

<sup>255</sup> HEGEMANN, M. (1992): Ästhetik und Industriedesign. Dissertation an der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München, Schriftenreihe Produktentwicklung und Industriedesign, Band 3. Akademischer Verlag, München, S. 171.

Das genaue Gegenteil behauptet der schottische Philosoph HUME. Die Philosophen zu jener Zeit stimmten noch weitgehend mit dem antiken Schönheitsbegriff überein, nach dem es allgemeingültige Regeln für das gibt, was als "schön" wahrgenommen wird. Hume hielt dem seine Erfahrung entgegen, dass die Meinungen immer dann auseinandergehen, wenn die graue Theorie auf das konkrete Objekt angewandt wird. Seine Erklärung ist die, dass unsere Geschmäcker einfach zu unterschiedlich sind und niemand die Autorität besitzt, seine Meinung zum Standard zu erheben. Wenn allerdings bestimmte Kunstwerke von einer Mehrheit als herausragend schön eingestuft werden, dann muss es doch auf der anderen Seite so etwas wie eine Regel für das Schöne geben. Als Beispiel führt er hier die Werke Homers an, die durch 2000 Jahre hindurch geschätzt werden.

Nun begibt sich Hume aber nicht auf die Suche nach diesen Regeln, sondern legt stattdessen fest, welches Rüstzeug jemand mitbringen muss, der sich mit der Kritik von Kunst befasst: Breite Erfahrung im Umgang mit Kunst, keine Vorurteile und einen feinen Geschmack: "Now as these qualities may be found in a small degree, or may be mixed and confounded with each other, it often happens, that the taste is not affected with such minute qualities, or is not able to distinguish all the particular flavours, amidst the disorder, in which they are presented"<sup>256</sup>. Was schön ist und was nicht, darf also nur von entsprechend kompetenten Kritikern festgelegt werden, und es gibt keine Regeln für das Schöne, aber man kann lernen, das Schöne zu erkennen und zu schätzen.

Der Geschmack ist jedoch den persönlichen Einflussgrößen eines ästhetischen Urteils zuzuordnen, also im kognitiven bzw. emotionalen Bereich der Wahrnehmung zu sehen. Er wird daher nicht weiter betrachtet (siehe Kapitel 3.1.5).

### 3.1.1.3 Mode, Zeitgeist und Stil

Mode, Zeitgeist und Stil sind soziokulturelle Größen mit Einfluss auf das ästhetische Urteil, die sich voneinander zeitlich abgrenzen lassen: Mode wechselt sehr viel kurzfristiger als Stil<sup>257</sup>. SIMMEL sieht in ihr eine „Nachahmung eines gegebenen Musters, (die) dem Bedürfnis nach sozialer Anlehnung (genügt)<sup>258</sup>“. Negativ belegt sieht sie LOEWY: „Die Anwendung des Modischen in der Gestaltungspolitik ist schlechte Formgestaltung, die kostspielig und unbrauchbar ist“<sup>259</sup>. Das Zustandekommen einer Mode wird deswegen seitens der Industrie ungern dem Zufall überlassen – schließlich eignet sie sich trefflich, um auf gesättigten Märkten die Nachfrage durch künstliche Veralterung der Produkte („psychische Obsoleszenz“) zu erhöhen<sup>260</sup>. Beispielsweise wird die Farbgestaltung von Produkten von Vertretern der Branchen Textil, Kosmetik, Automobilindustrie und Inneneinrichtern, der sog.

<sup>256</sup> HUME, D. (1998): Of the Standard of Taste. In: Korsmeyer, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions. Blackwell Publishers, Oxford, S. 142.

<sup>257</sup> LEITHERER, E. (1989): Betriebliche Marktlehre. Poeschel, Stuttgart, S. 102. Siehe auch HEINE (unten), S. 99.

<sup>258</sup> SIMMEL, G. (1911): Die Mode. In: Philosophische Kultur, Gesammelte Essays. Leipzig, Klinkhardt, S. 32.

<sup>259</sup> LOEWY, R. (1946): Selling through Design. In: Industrial Art Explained, London, S. 227.

<sup>260</sup> HEINE, C. (1968): Die psychische Veralterung von Gütern. Wesen, Ursachen, absatzwissenschaftliche Konsequenzen. Lorenz Spindler, Nürnberg. HEINE sieht in der Mode ein gesellschaftliches Ausdrucksmittel, das zwiespältig wirkt: integrierend (man will dazugehören), aber auch differenzierend (individuelle Heraushebung (S. 105).

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

Color Marketing Group, regelmäßig in gegenseitiger Abstimmung verändert. „Der Kunde merkt es daran, dass mit jeder Saison ganze Familien wie gleichgeschaltet auf die Bühne treten. Dann mag er sich fragen: Warum bekomme ich plötzlich nichts mehr, was zu der Hose von vor zwei Jahren passt?“<sup>261</sup>. Zeitlich schwerer einzuordnen sind sog. „Looks“, die einen zeitgenössischen Anmutungscharakter verkörpern, Stile dagegen einen historischen<sup>262</sup>.

PAPANEK bestätigt die ökonomische Funktion der Mode: "Die wirtschaftlichen, psychologischen, geistigen, technischen und intellektuellen Bedürfnisse eines menschlichen Wesens sind gewöhnlich schwieriger und mit weniger Gewinn zu befriedigen als die sorgfältig angeheizten und manipulierten, von Laune und Mode diktierten "Nöte" <sup>263</sup>.

Stil weist demgegenüber einen stärker ordnenden, dauerhafteren Charakter auf, und steht damit auch im Kontrast zur Natur: "Natur ist Stilllosigkeit: Erscheinung, Trug, Leidenschaft. Kunst, die Abbildung braucht, verursacht Leiden: undurchschaute Affekte. Darum der Gruppenname De Stijl: der bewußte Durchgang durch die Realität zielt auf die Natur des Geistigen, nicht auf das Geistige in der Natur. (...) Daß damit ein lebensweltliches Gestaltungsideal wie auch eine Erkenntnistheorie der Freiheit einhergehen, folgt aus dem Begriff des Stils als der Form von Nicht-Natürlichkeit" <sup>264</sup>.

Stil wird so „zum Erscheinungsbild des Erfolgs“. Dennoch ist er einem Wandel unterworfen, „weil Erfolgreiches auch nachgeahmt wird und deswegen ein erfolgreicher Stil nicht kontinuierlich durchgehalten werden kann“<sup>265</sup>. Ob man jedoch im Bereich der Bekleidung, in dem „Mode“ nicht nur zeitlich besetzt ist, behaupten kann, „Stilwandel in der Kleidung ist Mode“<sup>266</sup>, sei dahingestellt.

Mode, Zeitgeschmack und Stil fungieren somit als Muster sozialer Akzeptanz (Prinzip der kognitiven Entlastung) und prägen damit auch die Auffassung davon, was „schön“ ist bzw.

<sup>261</sup> DWORSCHAK, M. (2006): Das Farbkartell. In: Der Spiegel Nr. 25 vom 19.6.2006, S. 127. Siehe hierzu auch: SEITZ, M. (2003): Farbenlehre. In: BMW Magazin 4/2003 (67). Bayerische Motorenwerke (Hrsg.), Hoffmann und Campe, München.

<sup>262</sup> KOPPELMAN, U. (1976): Produktmarketing und Warenverkaufskunde. E. Schmidt, Berlin, Bielefeld, München.

<sup>263</sup> PAPANEK, V. (1972): Das Papanek-Konzept. Nymphenburger Verlagshandlung, München, S. 25.

<sup>264</sup> RECK, H. U. (1985): Stilnotate zwischen Lebensform, Subversion und Funktionsbegriff. In: RECK, H. U. (1985): Stilnotate zwischen Lebensform, Subversion und Funktionsbegriff. In: BROCK, B. & RECK, H. U. (Hrsg.): Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode. Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin. Du Mont, Köln. S. S. 117.

<sup>265</sup> BROCK, B. & RECK, H. U. (1986): Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode. Hrsg. vom Internat. Design Zentrum Berlin. Du Mont, Köln, S. 10. CONRAD spricht deswegen vom Stil als einer „Gestaltqualität höherer Ordnung“. Siehe: CONRAD, K. (1978): Gestaltqualität und Archetypus. In: Weinhandl, F. (Hrsg.): Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von Ehrenfels (2. Auflage). Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 106.

<sup>266</sup> HILKE, A. (1986): Stilwandel in der Mode. In: BROCK, B. & RECK, H. U. (Hrsg.): Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode. Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin. Du Mont, Köln, S. 290.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.1 Ästhetik
- 

gefällt<sup>267</sup>. Sie sind den soziokulturellen Einflussgrößen des ästhetischen Urteils zuzuordnen und im kognitiven bzw. emotionalen Bereich der Wahrnehmung angesiedelt. Sie werden daher ebenfalls im Folgenden nicht weiter betrachtet (siehe Kapitel 3.1.5).

### 3.1.2 Kritik an der Nutzbarmachung der Ästhetik für kommerzielle Zwecke

Die Wirtschaftswissenschaften haben die absatzförderliche Wirkung guter Gestaltung bereits als Chance erkannt<sup>268</sup>, wogegen HAUG schon 1972 Einwände erhoben hat. Er kritisiert das Streben nach "Warenschönheit" als Instrumentalisierung des Designs zur Absatzsteigerung<sup>269</sup>. Dem pflichtet auch der Soziologe BOURDIEU zu. Seiner Meinung nach ist Geschmack und damit „das Schöne“ nicht wissenschaftlich fassbar, und bereits der Versuch, dies zu tun, stellt eine Grenzüberschreitung dar: "This barbarous reintegration of aesthetic consumption into the world of ordinary consumption abolishes the opposition, which has been the basis of high aesthetics since Kant, between the "taste of the sense" and the "taste of reflection", and between facile pleasure, pleasure reduced to a pleasure of the senses, and pure pleasure, pleasure purified of pleasure, which is predisposed to become a symbol of moral excellence and a measure of the capacity for sublimation which defines the truly human man"<sup>270</sup>.

Aus der Sicht des Designs sieht BÜRDEK die Gefahr, dass die Aufstellung rational-funktionalistischer Gestaltungstheorien zu bloßer „Hüllenmacherei“ führt, nämlich "zu oberflächlich anmutungshaft gestalteten Produkten, deren Anmutungsleistungen keinerlei Zusammenhang zur Sachleistung erkennen lassen, andererseits zur Überbetonung von Sachleistungen (...) ohne Befriedigung von Novitäts- und Abwechslungsbedürfnissen und ohne Wunschentsprechung nach persönlicher Note, Eleganz und Ornament"<sup>271</sup>.

Auch ökologische Bedenken lassen sich anführen, wenn man unterstellt, dass der Absatz von Produkten, die gefallen, keinen Ersatz sondern eine Ergänzung für das bereits vorhandene Sortiment von ca. 10.000 Dingen je Haushalt darstellt<sup>272</sup>.

<sup>267</sup> ECO, U. (2004): Rubens hätte einen Picasso häßlich gefunden. Umberto Eco über die Vergänglichkeit von Schönheit - und die von Schönheitsidealen. Interview im Süddeutsche-Zeitung Magazin Nr. 16 vom 16.4.2004.

<sup>268</sup> Beispiele hierfür sind:

FÖSKEN, S. (2004): Gestaltung als Verkaufsargument. In: Absatzwirtschaft 8/2004. Verlagsgruppe Handelsblatt, Düsseldorf, S. 92-94.

HEGEMANN, M. (1992): Ästhetik und Industriedesign. Dissertation an der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München, Schriftenreihe Produktentwicklung und Industriedesign, Band 3. Akademischer Verlag, München.

LEITHERER, E. (1989): Betriebliche Marktlehre. Poeschel, Stuttgart. Sowie

LEITHERER, E. (1991): Industrie-Design. Entwicklung- Produktion- Ökonomie. Poeschel, Stuttgart.

<sup>269</sup> HAUG, W. F. (1972): Kritik der Warenästhetik. Suhrkamp, Frankfurt/M.

<sup>270</sup> BOURDIEU, P. (1998): From Distinction. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions. Blackwell Publishers, Oxford, S. 154.

<sup>271</sup> BÜRDEK, B. E. (1969): Bemerkungen zum Industriedesign heute. In: form, Heft 47, Nr. III/1969, S. 37.

<sup>272</sup> STEFFEN, D. (Hrsg.) (1995): Welche Dinge braucht der Mensch? Hintergründe, Folgen und Perspektiven der heutigen Alltagskultur. Anabas-Verlag Günter Kämpf KG, Gießen, Klappentext.

Die genannten Einwände können, müssen aber nicht zutreffen. Der hier vorgestellte Ansatz strebt an, das Wohlbefinden des Menschen zu verbessern, indem besser auf dessen ästhetische Bedürfnisse eingegangen wird. Da hierbei auf Wahrnehmungspräferenzen zurückgegriffen wird, die älter sind als die Zivilisation, sollte dies nicht zu oberflächlichen Produktmerkmalen führen. Dass letzten Endes der Hersteller eines derartigen Produkts einen wirtschaftlichen Vorteil hat, kann nur im Sinne der Verbreitung menschenzentrierter Produkte sein. Und dieselben den Wahrnehmungspräferenzen zugrunde liegenden Funktionsmechanismen der Evolution lassen sich schließlich ebenso auf die Produktionsbedingungen des Produktes anwenden<sup>273</sup> – wenngleich dies nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist.

### 3.1.3 Exkurs: Gestaltung als zivilisatorisches Phänomen

Gestaltung fing an bei der Herstellung von Werkzeugen vor ca. 1.000.000 Jahren<sup>274</sup>. Dabei stand die Zweckform im Vordergrund. Etwa um 25.000 v. Chr. ist der Beginn einer handwerklichen Ästhetik zu beobachten: Es werden erste Ornamente verwendet. In der Antike bezeichnete man alle handwerklichen Tätigkeiten als τέχνη (techne). Der Unterschied zwischen dem Künstler und dem Handwerker bestand dabei darin, dass der Künstler zu unterscheiden hatte, was schön war und was nicht, während der Handwerker bei seiner Arbeit das Wesen der Dinge freizulegen hatte. Wichtiges Schönheitskriterium war dabei die Proportion des Objektes<sup>275</sup>.

Bis zum Merkantilismus bestimmt der Handwerker, wie das Objekt aussieht. Erst im Mittelalter setzt ein Wechsel ein: Der Herr bestimmt. In der Renaissance schließlich vollzieht sich die Trennung zwischen bildender Kunst (siehe Leonardo da Vinci, der die Proportionslehre VITRUVs wiederentdeckt hat) und gewerblicher Fertigung. Zu dieser Zeit gewerblicher Fertigung bestanden die Handwerksbetriebe zwar weiter, aber Produktion und Gestaltung wurden getrennt. Manufakturen entstehen.

Diese Phase wird gegen Ende des 18. Jahrhunderts abgelöst von der Industrialisierung, die neue Materialien und neue Herstellverfahren hervorbringt (siehe z.B. Spannbeton). Aber der damit auftretende Konflikt zwischen Technik und Form wird noch nicht wirklich gelöst, vielmehr kommt es im Zuge des Historismus zu einer Rückbesinnung auf alte ästhetische Wertmaßstäbe, was unter anderem zu kuriose Ornament an Maschinen und Geräten geführt hat<sup>276</sup>.

Diese drei Phasen zeigen bereits, dass die Gestaltung von Gütern stark mit dem gesellschaftlichen Wandel zusammenhing. Mit dem Beginn der industriellen Erzeugung von

<sup>273</sup> Einen sehr lesenswerten Ansatz beschreiben BRAUNGART, M. & McDONOUGH, W. (2003): Einfach intelligent produzieren. Cradle to cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können. Berliner Taschenbuch Verlag, Berlin.

<sup>274</sup> LIPP, W. (1981): Design und Kunst - Realität und Schein. In: GSÖLLPOINTNER, H. (Hrsg.): Design ist unsichtbar. Löcker, Wien, S. 75.

<sup>275</sup> Siehe VITRUVIUS POLLIO, M. (2004): De Architectura Libri Decem. Zehn Bücher über Architektur. Übersetzt und durch Anmerkungen und Zeichnungen erläutert von Dr. Franz Reber. Matrix, Wiesbaden.

<sup>276</sup> LINDINGER, H. & HUCHTHAUSEN, C.-H. (1978): Design-Materialien. Geschichte des Industrial Design. Hrsg. V. IDZ Berlin e.V. TU Hannover, Hannover.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

Produkten wird auch die "Ästhetik der Technik" Teil der Alltagskultur. Sie wird zu einer eigenen Kategorie, die erstmals zu einer Trennung in Kunst-Wollen und Design-Wollen führt<sup>277</sup>. Man könnte den Beginn der Entwicklung des Designberufs auf diesen Zeitabschnitt datieren.

In den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts schließlich führte die Faszination über die Möglichkeiten der Technik zur Gestaltungsform des Technizismus, mit der Technik nicht mehr versteckt, sondern offen zur Schau gestellt wird.

Beide Strömungen waren die Grundlagen für den sich entwickelnden Funktionalismus, wobei unklar blieb, worin die Funktion bestand: Mal stand das Nützliche, mal das Zweckmäßige oder das technisch Optimale im Vordergrund<sup>278</sup>. Erst mit der holländischen Gruppe De Stijl (1917-1931), dem Bauhaus und dem russischen Konstruktivismus kristallisiert sich eine Form der ästhetischen Askese heraus<sup>279</sup>. Aber nicht die Zweckerfüllung allein wird erwartet, sondern auch ein ästhetischer Genuß. Aus dem Umstand, dass der Barcelona-Sessel von Mies van der Rohe trotz seiner eingeschränkten ergonomischen Qualitäten zum Klassiker wurde und ein Citroen DS zunächst als häßlich angesehen wurde und heute Kultstatus erreicht, zieht HERTEL den Schluss, dass die Schönheit der Zweckform ebenso wie die Schönheit der Technik ihren Erfolg aus evtl. unbewußt angewandten Gesetzmäßigkeiten der Natur und ihren Formvorgaben zieht<sup>280</sup>.

Beispiel hierfür ist die Form von modernen Düsenflugzeugen und deren Teilkomponenten, die BRAUN-FELDWEG als "Idiome moderner Plastik" bezeichnet<sup>281</sup>, denen LÖBACH aber "Informationsarmut" attestierte<sup>282</sup>. Betrachtet man weitere Klassiker des Designs, etwa die auch heute noch erfolgreichen Variationen von Bauhaus-Lampen und oder die Stahlrohrstühle von Marcel Breuer, dann muss hinter diesem Erfolg mehr stecken als nur eine funktional-ästhetische Erscheinung und eine materialgerechte<sup>283</sup> Verarbeitung. ECKSTEIN vertritt die Meinung, dass als wichtige Erfolgskomponente auch ihre leichtere industrielle Herstellung hinzukommt. So zeigen zwar die Stühle von Breuer eine klare Anlehnung an den Kubismus Rietvelds, aber sie ließen sich wegen der Verwendung von dünnwandigem kaltgebogenem Präzisionsstahlrohr wirtschaftlich herstellen<sup>284</sup>. Dasselbe trifft auf die Buchholzstühle von Thonet zu. GROPIUS hatte das schon 1926 formuliert: "Ein Ding, (...) soll

<sup>277</sup> LEITHERER, E. (1991): Industrie-Design. Entwicklung- Produktion- Ökonomie. Poeschel, Stuttgart, S. 10.

<sup>278</sup> Einen guten Überblick bietet ULMER MUSEUM / HFG-ARCHIV (Hrsg.) (2003): Ulmer Modelle - Modelle nach Ulm. Publikation zum 50. Gründungsjubiläum der Hochschule für Gestaltung Ulm. Hatje Cantz, Ostfildern-Ruit.

<sup>279</sup> LINDINGER, H. & HUCHTHAUSEN, C.-H. (1978): Design-Materialien. Geschichte des Industrial Design. Hrsg. V. IDZ Berlin e.V. TU Hannover, Hannover, S. 17.

<sup>280</sup> HERTEL, H. (1963): Struktur, Form, Bewegung. Krausskopf, Mainz.

<sup>281</sup> BRAUN-FELDWEG, W. (1966): Industrial Design. Rowohlt, Reinbek, S. 78.

<sup>282</sup> LÖBACH, B. (1976): Industrial Design. Karl Thiemig, München, S. 174.

<sup>283</sup> Vgl.: DORSCHER, A. (2003): Gestaltung - Zur Ästhetik des Brauchbaren, 2. Auflage. Winter, Heidelberg, S. 56.

<sup>284</sup> ECKSTEIN, H. (1985): Formgebung des Nützlichen. Marginalien zur Geschichte und Theorie des Design. Ed. Marzona, Düsseldorf, S. 158.



es seinem Zweck vollendet dienen, muß seine Funktionen praktisch erfüllen, haltbar, billig und schön sein"<sup>285</sup>.

Sicherlich spielen die genannten ökonomischen Faktoren eine Rolle, damit aus einem Produkt ein Klassiker wird. In jedem Fall steht aber ein positives ästhetisches Werturteil am Anfang. Damit, wie dies zustande kommt, befasst sich der folgende Teil des Kapitels.

### **3.1.4 Von der Gestaltästhetik der Antike bis zu Kants formalistischer Ästhetik**

Die Betrachtung der historischen philosophischen Auseinandersetzung mit Ästhetik lohnt sich deswegen, weil hierbei grundlegende Überlegungen angestellt wurden, die nichts von ihrer Aktualität verloren haben und die sich auch im Ansatz einer evolutionären Ästhetik wiederfinden werden. Den Betrachtungszeitraum bei Kant enden zu lassen, liegt darin begründet, dass niemand vor ihm „Ästhetik“ als Wechselwirkung zwischen Subjekt und Objekt charakterisiert hat, und sich diese Sicht bis heute erhalten hat.

Die Ausführungen im Folgenden dienen der Übersicht. Beispiele für deren Anwendung finden sich insbesondere in Kapitel 3.3.2 („Einheit in der Vielfalt“) wieder.

Aus Platzgründen kann an dieser Stelle nur ein knapper Überblick gegeben werden. Für eine Vertiefung eignen sich MASER<sup>286</sup> aufgrund seiner bildlich strukturierten, reich mit Stichpunkten versehenen Abhandlung, ferner HARTMANN<sup>287</sup> aufgrund seiner nach Disziplinen menschlichen Schaffens gegliederten Darstellung. HART-BIBBRIG<sup>288</sup> bietet eine konzentrierte, nach Personen geordnete Materialsammlung zum Thema, die beim Studium der beiden anderen Werke ein hilfreicher Fundus ist.

Die altgriechische Gestaltästhetik nahm keine Trennung zwischen Formal- und Inhaltsästhetik vor. Zentrales Thema waren vielmehr Wesen und Ursprung der Dinge. So wurde beispielsweise „das Gute“ als Wesen und Ursprung menschlicher Sitten angesehen, „das Wahre“ als Wesen und Ursprung menschlicher Erkenntnis und „das Schöne“ als Wesen und Ursprung von Harmonie<sup>289</sup>. Pythagoras als Vertreter der Vorsokratiker beispielsweise identifizierte Struktur und Form als relevant für das Wesen der Dinge: Das reale Ding, auch die Natur, hat eine Struktur, und diese bestimmt die Form. Da die Form charakterisierbar ist durch Ordnung, die sich wiederum in Zahlen ausdrücken lässt, sieht er „Schönheit“ als Prinzip der Ordnung und als Harmonie von Zahlen. Er kann damit als Urvater der numerischen Ästhetik angesehen werden (siehe Kapitel 3.3.2.2).

Dabei sieht er den Reiz vor allem darin, *Gegensätze* ins rechte Verhältnis zu setzen (siehe „Kontrast“ in Kapitel 3.3.2.1). Die Natur sieht er als Vorbild solcher Harmonie, und deren

<sup>285</sup> Ebd., S. 154.

<sup>286</sup> MASER, S. (2002): Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 6. Auflage.

<sup>287</sup> HARTMANN, N. (1998): Ästhetik. De Gruyter, Berlin.

<sup>288</sup> HART NIBBRIG, C. L. (1978): Ästhetik. Materialien zu ihrer Geschichte. Ein Lesebuch. 1. Auflage. Suhrkamp, Frankfurt a. M.

<sup>289</sup> MASER, S. (2002): Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 6. Auflage, S. 38.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

Wahrnehmung, wie überhaupt die Wahrnehmung von Harmonie führt wiederum beim Menschen zu innerer Harmonie (vgl. Kapitel 3.1.1.4). Weil das Universum als zahlenmäßig geordnet aufgefasst wurde, wurde es deswegen auch für schön befunden. Das hat dazu geführt, dass nicht nur in der Naturwissenschaft diese kosmische Ordnung zu finden ist, sondern dass sie auch in der Kunst nachzuahmen ist (μίμησις - mimesis)<sup>290</sup>.

Diese Sichtweise beeinflusste auch Platon. Allerdings sieht er in „Schönheit“ nicht die Ordnung selbst, sondern lediglich die *Idee* der Ordnung, also deren Wesen. Während die Pythagoreer die Zahlen mit dem Wesen der Dinge selbst identifiziert haben, hat Platon sie als ein formales Prinzip verstanden, mit dem die Ideen in die sinnliche Welt überführt werden. Die Ideen selbst sind nur „über-sinnlich“, über das begrifflich Allgemeine zu erkennen, was auch bedeutet, dass die sinnliche Wahrnehmung nur die Erscheinung, aber nicht das Wesen der Dinge erkennen kann<sup>291</sup>.

Der Natur, die Platon als vollkommen ansieht, liegt also eine übersinnliche Idee zugrunde, und die wurde wiederum nach Prinzipien von Zahl und Maß in das Körperliche übertragen<sup>292</sup>. Wichtiges Merkmal der platonischen Definition von Schönheit ist damit auch die Einheit der äußeren Form mit der zugrunde liegenden Idee, dem seelisch Guten. Diese psychophysische Schönheit äußert sich durch die Synthese lebendiger Körper und der Seele, die sich idealerweise in Harmonie (vgl. Kapitel 3.3.2.2) befinden sollen. Ein modernes Überbleibsel dieses Standpunktes findet sich im Namen des Sportartikel-Herstellers Asics, dessen Name auf dem Zitat des römischen Schriftstellers Juvenal (60 - 140 n. Chr.) beruht, dass ein gesunder Geist stets in einem gesunden Körper zu finden ist: *Anima sana in corpore sano*.

Das bedeutet, dass der Künstler diese Prinzipien kennen muss, um die Wahrheit und die Schönheit der Natur in der Kunst aufzuzeigen. Hier taucht wieder der Belang des Maßes auf. Platon nannte den Rhythmus „Ordnung der Bewegung“ (Nomoi II 665a). Die Zahl als Ausdruck der ordnenden Macht des Ursprünglichen ordnet Töne (Musik), Farben (Malerei), Proportionen (Plastik, vgl. Kapitel 3.3.2.2), menschliche Bewegungen (Tanz)<sup>293</sup>, verleiht diesen Künsten sakralen Rang und macht ihre Werke zu Gestalten, die den Menschen verpflichten<sup>294</sup>.

Platon hat ebenfalls eingeräumt, dass das Schönheitsgefühl menschlich sei. Das Tier lebe zwar ebenfalls nach einem Rhythmus, aber ohne zu wissen, was es an ihm hat<sup>295</sup>. Daraus

<sup>290</sup> CHUNG, J.-H. (2004): Kulturelle Identität zwischen aufgehender und untergehender Sonne. Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal, S. 45.

<sup>291</sup> MASER, S. (2002): Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 6. Auflage, S. 42.

<sup>292</sup> Aus: TATARKIEWICZ, W. (1979): Geschichte der Ästhetik. 3 Bände. Schwabe, Basel & Stuttgart, S. 139ff. Siehe auch:  
PLEBE, A. (1958): Die Begriffe des Schönen und der Kunst bei Platon und in den Quellen von Platon. In: Wiener Zeitschrift für Philosophie, Wien.

<sup>293</sup> PERPEET, W. (1988): Antike Ästhetik. Karl Alber, Freiburg, München, S. 64.

<sup>294</sup> CHUNG, J.-H. (2004): Kulturelle Identität zwischen aufgehender und untergehender Sonne. Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal, S. 46.

<sup>295</sup> Zur ästhetischen Urteilskompetenz von Menschen und Tieren vgl. Kapitel 3.1.1.2

folgt, dass die auf Maße und Ordnung bezogene und somit objektive Schönheit nur von *vernünftigen* Menschen wahrgenommen werden kann<sup>296</sup> – eine Ansicht, die später auch HUME vertreten hat (siehe Kapitel 3.1.1.2). Platons Autorität verhalf dem Objektivismus in der Ästhetik nicht nur auf Jahrhunderte, sondern auf Jahrtausende zur Vorherrschaft.

Sein Schüler Aristoteles vertritt eine sehr ähnliche Ansicht, begründet sie aber anders. Nach ihm besteht ein Ding aus Materie und Form, und Kunst ist eine schöpferische Tätigkeit (*poiesis* - *ποίησις*) die der Materie die Form gewährt. *Poesis* besteht in der Einheit dieser beiden Elemente (vgl. Kapitel 3.3.2). Die Form ist damit das Ordnungsprinzip, nach dem Stoff zu einem spezifischen Ding festgelegt wird<sup>297</sup>. Schönheit besteht entsprechend in formaler Ordnung. Die wichtigsten Aspekte des Schönen sind demnach Ordnung, Symmetrie (vgl. Kapitel 3.3.2.4) und Abgrenzung – Aspekte, die besonders die mathematischen Wissenschaften aufweisen (Metaph. 1078a 36).

„Eine schöne Form ist eine wohlbekannt Form (vgl. Kapitel 3.3.3.1, Anm. d. Verf.), aber wir meinen damit sehr Verschiedenes: Wir meinen ebensogut die edlen Proportionen einer Plastik, die Massenverteilung eines Bauwerks, Rhythmus und Intervallfolge einer Melodie, wie auch den Aufbau eines ganzen musikalischen "Satzes" oder den kunstvollen Szenenbau eines Schauspiels; nicht weniger aber auch das Linienspiel des Geländes, in dem wir stehen, die wuchtige Gestalt eines Baumriesen, das feine Geäder eines Blattes. Und stets meinen wir dabei das Gestaltetsein von innen her, die dem Ganzen wesentliche und über sich hinausweisende Form. Wir meinen damit das Gestaltetsein von Innen her, das Aristoteles als *εἶδος* (*eidos*) bezeichnet hat<sup>298</sup>“.

Für Aristoteles hat sich die Schönheit auf die mathematischen Verhältnisse bezogen. In diesem Sinne unterscheidet sich seine Ansicht gegenüber der Ästhetik von den Pythagoreern und Platon nicht wesentlich. Aristoteles hat jedoch das Prinzip der Zahl durch das Prinzip der Form ersetzt, die in sich die Zahl trägt.

Als Zwischenbilanz kann man sagen, dass die überwiegende Zahl der Philosophen seit Pythagoras „Schönheit“ auf die Frage nach Ordnung und Proportion zurückgeführt haben (vgl. „Goldener Schnitt“, Kapitel 3.3.2.3) und dass diese in der Vollkommenheit der Zusammenstellung der Teile eines Ganzen objektiv begründet ist. Letztere Meinung wird bis heute unisono vertreten (siehe Kapitel 3.3.2).

Immanuel Kant hat mit seiner Kritik der Urteilskraft<sup>299</sup> als erster in der Geschichte der Ästhetik dem wahrnehmenden Subjekt eine wichtige Bedeutung beigemessen, indem er festgestellt

<sup>296</sup> Zum „Expertentum“ vgl. Kapitel 3.2.1 und 3.2.2.5.

<sup>297</sup> GRASSI, E. (1962): Die Theorie des Schönen in der Antike. Du Mont, Köln, S. 105-121.

<sup>298</sup> HARTMANN, N. (1998): Ästhetik. De Gruyter, Berlin, S. 12.

<sup>299</sup> Kant bezeichnet die „Kritik der Urteilskraft“ als einen Teil der Kritik der „Reinen Vernunft“, wobei er als reine Vernunft das menschliche Vermögen bezeichnet, "nach Prinzipien a priori zu urteilen" (S. 2). Als Urteilskraft bezeichnet er "überhaupt das Vermögen, das Besondere als enthalten unter dem Allgemeinen zu denken" (S. 15). Die Urteilskraft sieht er als das Bindeglied zwischen Verstand (Erkenntnisvermögen) und Vernunft (Begehrungsvermögen), mit dem Gefühle der Lust und der Unlust verbunden sind. Ihr liegen dabei zwei wesentliche Prinzipien zugrunde: Zum einen das des Geschmacks (ästhetisch) und zum anderen das der Zweckmäßigkeit (teleologisch). Beide werden in seinem Werk getrennt behandelt.  
KANT, I. (1790/1968): Kritik der Urteilskraft. Hrsg. von K. Vorländer. Unveränderter Nachdruck der sechsten Auflage von 1924. Felix Meiner, Hamburg,

hat, dass das Schöne keiner bestimmten Eigenschaft des Objekts, sondern einem individuellen Urteil entspringt, das sich auf den Geschmack und das Wohlgefallen des urteilenden Subjekts bezieht.

Das Geschmacksurteil ist ästhetisch und nicht logisch, es ist subjektbezogen - im Gegensatz zum Erkenntnisurteil, denn es gründet sich auf das subjektive Gefühl von Lust oder Unlust. Es ist nur unverfälscht, wenn kein Interesse an der Sache vorliegt, wobei Interesse definiert wird als "Wohlgefallen bei der Vorstellung der Existenz einer Sache" (§ 5). Geschmack wird dabei definiert als das menschliche Vermögen zur Beurteilung des Schönen. Das Geschmacksurteil befasst sich ausschließlich mit der bloßen Form, und es wird gefällt in den Kategorien Qualität, Quantität, Relation und Modalität. Das interesselose Geschmacksurteil hat eine objektive und eine subjektive Ausprägung: Das Geschmacksurteil entsteht *qualitativ* ohne jedes persönliche Interesse, und somit ist auch der Grund für das Wohlgefallen keine individuelle Neigung. Vielmehr ist der Grund für jedermann derselbe. Das Wohlgefallen ist damit allgemein, das Geschmacksurteil nach seiner Qualität daher allgemeingültig.

Die Allgemeingültigkeit (*Quantität*) resultiert allerdings nicht aus Begriffen, sondern aus dem Gefühl der Lust und Unlust, ausgelöst durch die reine Anschauung der Sache. Das Schöne wird somit ohne Begriff vorgestellt, denn: "Wenn man Objekte bloß nach Begriffen beurteilt, so geht alle Vorstellung der Schönheit verloren" (§ 8). Dagegen gibt es jedoch auch eine Komponente des interesselosen Geschmacksurteils, die subjektiv gefärbt ist und die Kant als "Neigung" bezeichnet. Das entsprechende Adjektiv ist "angenehm". In ihm kommt der eigene Geschmack zum Ausdruck (§ 7), wobei auch hier trotz aller Subjektivität der Charakter der Allgemeingültigkeit postuliert wird: Getrieben von Gemeinsinn und einer Neigung des Menschen zur Beipflichtung, "sinnt jedermann diese Beipflichtung an". Kant zieht daraus den Schluss: "Schön ist das, was ohne Begriff allgemein gefällt" (§ 9).

Das dritte Kriterium des Geschmacksurteils ist das der Zweckmäßigkeit (*Relation*), wobei er Zweckmäßigkeit definiert als ein zielgerichtetes Handeln des Menschen und die analoge Übertragung dieses Prinzips auf die Gegenstände. Je zweckmäßiger eine Sache zu sein scheint, desto nützlicher scheint sie. Es gilt aber auch der Zusammenhang, dass die Form der Zweckmäßigkeit reine Schönheit ist. Daraus folgert er: Schönheit ist Form der Zweckmäßigkeit eines Gegenstandes, sofern sie ohne Vorstellung eines Zweckes an ihm wahrgenommen wird" (§ 17). Der Zweck, dem ein Gegenstand dient, soll damit nicht Gegenstand der Beurteilung der Zweckmäßigkeit sein.

Einem Ideal der Schönheit erteilt er dabei eine klare Absage: "Es kann keine objektive Geschmacksregel, welche durch Begriffe bestimmte, was schön sei, geben. Denn alles Urteil aus dieser Quelle ist ästhetisch: d.i. das Gefühl des Subjekts, und kein Begriff eines Objekts ist sein Bestimmungsgrund. Ein Prinzip des Geschmacks, welches das allgemeine Kriterium des Schönen bestimmte Begriffe angäbe, zu suchen, ist eine fruchtlose Bemühung, weil, was gesucht wird, unmöglich und an sich selbst widersprechend ist" (§ 17). Auch von einer "Ästhetik für Gestalter" hält er nichts. Zum Vergleich sei hier auf seine „Kritik an BAUMGARTEN“<sup>300</sup> in seiner „Kritik der reinen Vernunft“ hingewiesen: "Es liegt eine verfehlt Hoffung zum Grunde, die der vortreffliche Analyst Baumgarten faßte, die kritische Beurteilung des Schönen unter Vernunftprinzipien zu binden, und die Regeln derselben zur

<sup>300</sup> BAUMGARTEN, A. G. (1750): Aesthetica. Olms, Hildesheim.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.1 Ästhetik

---

Wissenschaft zu erheben"<sup>301</sup>. Auch diese Sichtweise hat sich bis heute erhalten. So erhebt auch die in Kapitel 3.2 beschriebene evolutionäre Ästhetik nicht den Anspruch, „Schönheit“ zu definieren, sondern den Sinnen „entgegentzukommen“ – weswegen das individuelle ästhetische Urteil immer noch unterschiedlich ausfallen kann (siehe Kapitel 3.1.5).

Das vierte und letzte Kriterium des Geschmacksurteils ist das der *Modalität* des Wohlgefallens an den Gegenständen, also der Frage, unter welche Bedingungen ein Geschmacksurteil gefällt wird. Hier spielen Gemeinsinn und die Neigung zur Beipflichtung eine große Rolle, in der Psychologie als "Reduktion kognitiver Dissonanzen" bezeichnet. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass der Mensch bei seiner Urteilsfindung selten allein ist und sich dabei von der Meinung anderer leiten läßt. Schlussfolgerung: "Schön ist, was ohne Begriff als Gegenstand eines notwendigen Wohlgefallens erkannt wird" (§ 22).

Zusammenfassend<sup>302</sup> kann man sagen, dass bei der Bildung von Geschmacksurteilen Form und Inhalt des Gegenstandes strikt zu trennen sind. Die Form wird ("ohne Interesse") durch den Geschmack beurteilt, der Inhalt durch den Verstand (von Interessen geleitet). Die Trennung von Geschmack und Verstand ist dabei von großer Bedeutung. Die Wahrnehmung der Form durch den Verstand führt zu subjektivem, interesselosem Wohlgefallen (Qualität). Ästhetische Urteile sind darüber hinaus allgemeingültig, wenn auch subjektsabhängig (Quantität). Sie zielen auf die Form der Zweckmäßigkeit der wahrgenommenen Gegenstände (Relation) und haben eine notwendige, regulative Gültigkeit, bedingt durch den Gemeinsinn (Modalität). Die Wertung "schön" ist also, ebenso wie die Wertung "gut" allgemeingültig, während "angenehm" und "nützlich" subjektiv und daher nur singulär gültig sind. Dabei beziehen sich die Urteile "angenehm" und "schön" auf die Form der Sache, "nützlich" und "gut" auf dessen Inhalt. Kants Ästhetik beschränkt sich somit auf den Wahrnehmungsprozess<sup>303</sup>.

Seit Kant hat die Rolle des Subjekts in der Ästhetik an Bedeutung gewonnen, und das ästhetische Werturteil hat sich von allgemeingültigen Regeln der Schönheit im Objekt zu Kriterien des subjektiven Erlebens entwickelt. „Heutzutage ist die Schönheit allein kein Thema mehr und sie wird eher als ein Teil des subjektiven Erlebnisses erörtert. Das kann auch heißen, dass sich der Kernpunkt in der Ästhetik vom Objekt zum Subjekt gewandelt hat“<sup>304</sup>.

In den vorangegangenen Kapiteln sind bereits neben der Philosophie zahlreiche weitere Disziplinen mit ihrer Sicht auf den Komplex „Ästhetik“ zu Wort gekommen. Das wird auch im Folgenden beibehalten. So stellt die Theorie der „Evolutionären Ästhetik“ einen gemeinsamen Nenner praktisch sämtlicher gefundener Theorien zur Ästhetik dar, was anhand etlicher Beispiele verdeutlicht werden wird.

<sup>301</sup> KANT, I. (1790/1956): Kritik der Reinen Vernunft. Insel Verlag, Wiesbaden, Fußnoten 35 und 36.

<sup>302</sup> Vgl. MASER, S. (2002): Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, 6. Auflage, § 3.2.2ff.

<sup>303</sup> Vgl. ebd., S. 114.

<sup>304</sup> CHUNG, J.-H. (2004): Kulturelle Identität zwischen aufgehender und untergehender Sonne. Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal, S. 49.

### 3.1.5 Thematische Eingrenzung der Arbeit

In Kapitel 3.1.1.2 wurde eine Abgrenzung der Wahrnehmungsbereiche Ästhetik, Kognition und Emotion vorgenommen. Im Sinne einer notwendigen Konzentrierung wird im Folgenden auf die Darstellung kognitiver und emotionaler Teilprozesse der Wahrnehmung weitgehend verzichtet und das Augenmerk auf den ästhetischen Teil der Wahrnehmung gelegt, also auf

1. Rezeption,
2. den Vergleich mit zuvor Gesehenem und
3. die Klassifikation nach Kriterien der Bedeutsamkeit.

Dieser Teil bildet wie dargelegt einen *notwendigen* Schritt zum ästhetischen Urteil, wenngleich er *nicht hinreichend* für eine Konstanz desselben ist. Das Urteil kann vielmehr aufgrund situativer, kultureller, sozialer oder persönlicher Einflussgrößen abweichend ausfallen (siehe Kapitel 3.1.1.2ff).

Dass diese Einschränkung dennoch zielführend für die Identifikation von objektiven Faktoren des Gefallens ist, liegt in der Annahme begründet, dass eine positive Beeinflussung des ästhetischen Teils der Wahrnehmung das ästhetische Urteil im Sinne eines „Gefallens“ immerhin unterstützen *kann*, wenn es dies auch nicht zwangsläufig tun *muss*.

### 3.2 Evolutionäre Ästhetik

Die im Folgenden getroffenen Ausführungen zur evolutionären Ästhetik stellen eine Bestätigung und Vertiefung jener Gedanken dar, die HEKKERT ansatzweise im Jahr 2000<sup>305</sup> aufgestellt und im Jahr 2006<sup>306</sup> präzisiert hat. Es wird hierbei eine Erklärung dafür geboten, warum wir manche Dinge als angenehm für unsere Sinne erleben. Es wird mit Grundsätzen der Evolutionspsychologie argumentiert und daraus der Ansatz abgeleitet, dass wir Umweltbedingungen und Merkmale ästhetisch bevorzugen, die der Entwicklung und der Ausbildung unserer Sinne dienen und im Allgemeinen unser Überleben sichern<sup>307</sup>. Die Tatsache, dass sich altbekannte Theorien wie beispielsweise die Gestaltgesetze, sachlich logisch in den Ansatz der evolutionären Ästhetik integrieren lassen, unterstreicht seine Aussagekraft. Dasselbe gilt für die später daraus abgeleiteten 4 Prinzipien (Kapitel 3.3.1ff).

Die Ausführung wird zeigen, dass es generelle Prinzipien des Geschmacks bzw. der ästhetischen Freude (unter Bezug auf HUME und KANT) gibt, die uniform sind und für alle Menschen gelten. Das heißt nicht automatisch universelle Zustimmung. Aber so, wie die unseren Emotionen zugrunde liegenden Prozesse uniform sind, und doch aufgrund unterschiedlicher Interpretationen zu individuellen Unterschieden führen, so können auch die ästhetischen Reaktionen voneinander in gesetzmäßiger Weise abweichen. Daher rührt auch die Aussage, dass Schönheit "im Auge des Betrachters liegt".

#### 3.2.1 Anpassung als Überlebensstrategie

Einige Evolutionspsychologen wie z.B. HILDEBRAND<sup>308</sup>, ORIANS<sup>309</sup>, PINKER<sup>310</sup>, und RAMACHANDRAN<sup>311</sup> haben sich mit der Logik ästhetischer Freude befasst und mit unserer

<sup>305</sup> HEKKERT, P., SNELDERS, D. & VAN WIERINGEN P. C. W. (2000): 'Most advanced, yet acceptable': Typicality and novelty as joint predictors of aesthetic preference in industrial design. *British Journal of Psychology*, Bnd. 94, (1), S. 111-124 (14).

<sup>306</sup> HEKKERT, P. (2006): *Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design*. <http://studiolab.io.tudelft.nl/static/gems/hekkert/DesignAesthetics.pdf>. Im Druck. Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006).

<sup>307</sup> Auch AIKEN sieht die Ästhetik als Ergebnis evolutionärer Hirnentwicklung. Siehe: AIKEN, N. E. (1998): *The Biological Origins of Art*. Praeger, Westport CT.

<sup>308</sup> HILDEBRAND, G. (1999): *Origins of architectural pleasure*. University of California Press, Berkeley.

<sup>309</sup> ORIANS, G., & HEERWAGEN, J. (1992): Evolved responses to landscapes. In: BARKOW, J., COSMIDES, L. & TOOBY, J. (Hrsg.): *The adapted mind*. Oxford University Press, New York.

<sup>310</sup> PINKER, S. (2002): *The blank slate*. Viking Penguin, New York.

<sup>311</sup> RAMACHANDRAN, V. S., & HIRSTEIN, W. (1999): The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6, S. 15-51.

Neigung, künstlerische Aktivität anzustreben (DISSANAYAKE<sup>312</sup>, TOOBY<sup>313</sup>). Besondere Relevanz für die vorliegende Arbeit hat dabei die sogenannte Nebenprodukt- („by-product“-) Hypothese, weil diese sehr gut die Ursprünge ästhetischer Freude für alle unsere Sinne erklärt. Zentrale Überlegung ist dabei das Verständnis von „Anpassung“ als evolutionärer Überlebensstrategie, und zwar im psychologischen Sinn, was die Entwicklung von Handlungsstrategien angeht (für Fortpflanzung<sup>314</sup>, Flucht, Hindernisvermeidung etc.).

Anpassung hatte demnach das Ziel, Funktionen (Sinnesleistungen) zu fördern, die das Überleben sicherstellten oder dafür vorteilhaft waren – ARNHEIM spricht von der Bedeutung der Qualität der Sinne für den „Kampf ums Dasein“<sup>315</sup>. Für den Prozess der Anpassung war es von Vorteil, wenn jene Dinge in der Umwelt gefördert wurden, die zu diesen Funktionen beitragen. Es muss also vorteilhaft für die Menschen sein, jene Muster aufzusuchen, die diesen Funktionen förderlich waren. Als Folge wird ästhetische Freude daraus abgeleitet, dass bestimmte Muster oder Eigenschaften für die Anpassung der Sinnesleistungen vorteilhaft waren. Im Verständnis der Funktionen dieser adaptiven Systeme liegt der Schlüssel zum Verständnis dafür, warum bestimmte Reize den Sinnen gefallen. Da auch die Sinne in Bezug auf ihre Funktion und ihre Organisation ähnlich funktionieren, meint HEKKERT 2006, dass es nur eine begrenzte Zahl von gemeinsamen Prinzipien gibt, die sich durch alle Sinne ziehen.

### 3.2.2 Anpassungsfunktionen der Sinne und daraus resultierende Präferenzen

GOLDSTEIN sieht den Zweck der Sinnesorgane darin, uns mit überlebensnotwendigen Informationen über die Umwelt zu versorgen<sup>316</sup>. Die Sinne und ihre evolutionsbedingten Präferenzen werden im folgenden Abschnitt dargestellt, wobei der Schwerpunkt aufgrund der Relevanz für die Wahrnehmung von Bürostühlen auf dem Seh- und Tastsinn liegt.

#### 3.2.2.1 Sehsinn: Navigation und Identifikation unterstützen

ARNHEIM 1996 identifiziert den Gesichtssinn als den wichtigsten, denn mit ihm lassen sich Farben, Formen und Raum am besten organisieren. Das Sehen wird dabei als aufs engste verknüpfte Funktion des Gehirns gesehen, weswegen er von einer „Intelligenz des Sehens“ spricht<sup>317</sup>. AICHER folgert daraus: "Wir müssen die Kultur des Kalküls um die Kultur der Anschauung erweitern"<sup>318</sup>. Die Hauptfunktion des Sehsinns besteht darin, uns durch die

<sup>312</sup> DISSANAYAKE, E. (1999): "Making special": An undescribed human universal and the core of a behavior of art. In: COOKE, B. & TURNER, F. (Hrsg.): Biopoetics. Evolutionary explorations in the arts. ICUS, Lexington, S. 27-46.

<sup>313</sup> TOOBY, J., & COSMIDES, L. (2001): Does beauty build adapted minds? Toward an evolutionary theory of aesthetics, fiction and the arts. *Substance*, 94/95, S. 6-27.

<sup>314</sup> Siehe hierzu POWER, C. (1999): Beauty magic: the origins of art. In: DUNBAR, R., KNIGHT, C. & POWER, C. (Hrsg.): The evolution of Culture. Ruttgers University Press, New Jersey.

<sup>315</sup> ARNHEIM, R. (1996): Anschauliches Denken: Zur Einheit von Bild und Begriff. Du Mont, Köln, S. 29.

<sup>316</sup> GOLDSTEIN, E. B. (2002): Wahrnehmungspsychologie. 2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. RITTER, M. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 3.

<sup>317</sup> ARNHEIM, R. (1996): Anschauliches Denken: Zur Einheit von Bild und Begriff. Du Mont, Köln.

<sup>318</sup> AICHER, O. (1990): Das Auge, visuelles Denken. In: Form, Heft 131, Nr. III, S. 50.



Umwelt zu leiten, ohne zu fallen, Pfade zu erkennen, ebenso Feinde zu identifizieren etc. Auch die Erkennung von Dingen als nützlichen Werkzeugen oder potentiellen Gefahren gehört dazu.

*Die Folge ist, dass wir gerne sehen, was Navigation und Identifikation unterstützt*<sup>319</sup>. Hierbei handelt es sich um Eigenschaften in unserer Umwelt, die uns die Wahrnehmungsorganisation erleichtern, die gemäß der antiken Gestaltästhetik (Kapitel 3.1.4) Ordnung ins Informationschaos bringen. Im Folgenden werden einige Prinzipien und Theorien vorgestellt, die genau das leisten. Bezüglich der Wahrnehmungsleistungen des Sehens, das zweidimensionale Netzhautabbild dreidimensional zu interpretieren, ferner mit perspektivischer Verzerrung und Informationslücken umzugehen, sei auf ARNHEIM<sup>320</sup> 1996, GIBSON<sup>321</sup>, GOLDSTEIN<sup>322</sup> und METZGER<sup>323</sup> verwiesen.

### Gestaltgesetze

In Unlustspannungen aufgrund einer Auslastung der Kanalkapazität der menschlichen Sinnesorgane liegt das Ordnungsbedürfnis den Menschen begründet<sup>324</sup>, und hierauf könnten auch die Theorien der Gestaltpsychologie beruhen, deren Begründer V. EHRENFELS<sup>325</sup> ist und die von WERTHEIMER<sup>326</sup> formuliert wurden. Als "gute" oder "prägnante Gestalten"<sup>327</sup> werden dabei jene Gestalten bezeichnet, die die beste Reizorganisation unter den gegebenen Umständen abgeben. Gute Gestalten zeichnen sich üblicherweise durch Regelmäßigkeit,

<sup>319</sup> HEKKERT, P. (2006): Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design. <http://studiolab.io.tudelft.nl/static/gems/hekkert/DesignAesthetics.pdf>. Im Druck. Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006).

<sup>320</sup> ARNHEIM, R. (1996): Anschauliches Denken: Zur Einheit von Bild und Begriff. Du Mont, Köln.

<sup>321</sup> GIBSON, J. J. (1973): Die Wahrnehmung der visuellen Welt. Aus dem Amerikanischen übertragen von Vera Schumann. Beltz, Weinheim / Basel. Sowie  
GIBSON, J. J. (1982): Wahrnehmung und Umwelt. Der ökologische Ansatz in der visuellen Wahrnehmung. Urban/Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore.

<sup>322</sup> GOLDSTEIN, E. B. (2002): Wahrnehmungspsychologie. 2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. RITTER, M. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford.

<sup>323</sup> METZGER, W. (1975): Gesetze des Sehens. Die Lehre vom Sehen der Formen und Dinge des Raumes und der Bewegung. Kramer, Frankfurt a. M.

<sup>324</sup> GROS, J. (1971): Dialektik der Gestaltung. Diskussionspapier. Institut für Umweltplanung, Ulm, S. 69.

<sup>325</sup> Kunsthistorische Einordnung siehe EHRENSTEIN, W. (1978): Christian von Ehrenfels' Kriterium der Gestalthöhe. In: WEINHANDL, F. (Hrsg.): Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von Ehrenfels (2. Auflage). Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

<sup>326</sup> WERTHEIMER, M. (1967): Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

<sup>327</sup> „Gestalt ist „die Beziehung der Einzelteile zueinander und zum Ganzen“, siehe:  
ERISMANN, TH. (1978): Die Unumgänglichkeit der Gestaltauffassung und ihr Scheinbares Umgangensein durch die Assoziationspsychologie. In: WEINHANDL, F. (Hrsg.): Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von Ehrenfels (2. Auflage). Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

Symmetrie, Einschließlichkeit, Einheit, Harmonie, höchste Einfachheit und Bündigkeit aus<sup>328</sup>. „Somit erlaubt die Organisation in Begriffen der Gestaltgesetze eine ökonomische Informationsverschlüsselung und erlaubt uns, ein Höchstmaß an Information mittels eines relativen Minimums an Mitteln und Mühen zu erfassen“<sup>329</sup> (siehe Kapitel 3.3.1 Prinzip 1: Maximaler Effekt mit Minimalem Aufwand).

Gestaltgesetze<sup>330</sup> umfassen 1. das Prägnanzgesetz oder Gesetz der guten Gestalt, welches besagt, dass jedes Reizmuster so gesehen wird, dass die resultierende Struktur so einfach wie möglich ist, 2. das Gesetz der Ähnlichkeit, wodurch ähnliche Elemente als gruppiert wahrgenommen werden, 3. das Gesetz der Linienfortsetzung, 4. das Gesetz der Nähe ("Dinge, die sich nahe beieinander befinden, erscheinen als zusammengehörig")<sup>331</sup>, 5. das Gesetz des gemeinsamen Schicksals ("Dinge, die sich in die gleiche Richtung bewegen, erscheinen als zusammengehörig") und 6. das Gesetz der Vertrautheit oder Gesetz der Bedeutung ("Dinge bilden mit größerer Wahrscheinlichkeit Gruppen, wenn die Gruppen vertraut erscheinen oder etwas bedeuten"). Jüngere Untersuchungen fügen drei weitere hinzu, die die „gemeinsame Nähe“, den Faktor der „Verbundenheit“ und den der „Synchronität“ umfassen<sup>332</sup>.

Es hat sich gezeigt, dass diese Mechanismen bereits bei drei Monate alten Säuglingen wirksam sind, womit von einer genetischen Prädisposition auszugehen ist<sup>333</sup>. METZGER 1978<sup>334</sup> und MANDLER 1979 hatten das geleugnet und Erziehung und Erfahrung als treibende Kraft gesehen (MANDLER)<sup>335</sup>. Eine sicher berechtigte Kritik besteht jedoch im Hinweis auf den zweidimensionalen Charakter der Gestaltgesetze und deren nur bedingte Übertragbarkeit auf räumliche Gegebenheiten – mit Ausnahme des Gesetzes der Nähe<sup>336</sup>.

<sup>328</sup> Voraussetzung ist die Fähigkeit zur Trennung von Figur und Grund, siehe: ARNHEIM, R. (2000): Kunst und Sehen. Eine Psychologie des schöpferischen Auges. 3., unveränderte Auflage. De Gruyter, Berlin, S. 223.

<sup>329</sup> KREITLER, H. & KREITLER, S. (1980): Psychologie der Kunst. Kohlhammer, Stuttgart, S. 88 und 94.

<sup>330</sup> Eine Zusammenstellung inklusive Schilderung der Entstehungsgeschichte liefert GOLDSTEIN, E. B. (2002): Wahrnehmungspsychologie. 2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. RITTER, M. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 190ff.

<sup>331</sup> Dieses Gesetz kann sogar das Gesetz der Ähnlichkeit dominieren – siehe REDDER, V. (2002): Medienergonomische Gestaltung von Online-Informationssystemen des Typs Register. Dissertation im Fachbereich 3 (Mathematik und Informatik) der Universität Bremen, S. 48.

<sup>332</sup> Z.B. PALMER, S. E. (1992): Common region: A new principle of perceptual grouping. *Cognitive Psychology*, 24, S. 436-447.

<sup>333</sup> JOHNSON, S. P. et al. (2000): The Role of Good Form in Young Infants' Perception of Partly Occluded Objects. *Journal of Experimental Child Psychology* 76, S. 20.

<sup>334</sup> METZGER, W. (1978): Ist die Gestalttheorie überholt? Fortsetzung eines Gesprächs mit P. R. Hofstätter. In: WEINHANDL, F. (Hrsg.): Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von Ehrenfels (2. Auflage). Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 288.

<sup>335</sup> MANDLER, G. (1979): Denken und Fühlen. Zur Psychologie emotionaler und kognitiver Prozesse. Junfermann, Paderborn, S. 314.

<sup>336</sup> GIBSON, J. J. (1973): Die Wahrnehmung der visuellen Welt. Aus dem Amerikanischen übertragen von Vera Schumann. Beltz, Weinheim / Basel, S. 280, 281.

### ...und deren Weiterentwicklung

FRIEDRICH-LIEBENBERG hat auf den Gestaltgesetzen aufbauend die Stufen des Wahrnehmungsprozesses von einem "ungegliederten und diffus abgehobenen Ganzen mit entsprechenden Ganzeigenschaften, sogenannte "Vorgestalten" die wiederum in Untergestalten gegliedert werden zur "Endgestalt" beschrieben. Er bezeichnet dies als Prägnanzphasen, weil die Gestalt schärfer wird<sup>337</sup>. Eine Weiterentwicklung stellt MARRs Theorie der Objektwahrnehmung dar, wobei MARR ausschließlich die aus Netzhautinformationen gewonnenen Informationen (bottom up) betrachtet und ausblendet, "was der Beobachter über die Bedeutung oder den üblichen Ort bestimmter Gegenstände weiss"<sup>338</sup>.

### Dreidimensionale Elementarbausteine

JULESZs Texton-Theorie<sup>339</sup> und TREISMANNs Merkmalsintegrationstheorie deuten die Wahrnehmung von Objekten als Verknüpfung elementarer Grundbausteine. Ziel der Wahrnehmung ist auch dabei wieder eine Komplexitätsreduzierung (siehe Kapitel 3.1.1.3, relevant für Kapitel 3.3.1). Diesen Ansatz verfolgte auch BIEDERMANN mit der Geon-Theorie<sup>340</sup>. Geon ist die Abkürzung für "geometrisches Ion" und steht für geometrische Elementarkörper, aus denen alle Objekte und Formen, die wir wahrnehmen, zusammengesetzt sind. Diese sind: Pyramidenstumpf, Quader, Zylinder, Kegel, Torus und 31 weitere. Der Hypothese liegt die Annahme zugrunde, dass Objekte erkannt werden, wenn die Geone identifiziert werden, aus denen sie bestehen. Als Wahrnehmungskriterien identifizierte er Krümmung, Kollinearität, Symmetrie, Parallelität und Kantenabschluss<sup>341</sup>.

### Kanonische Ansichten

Es wurde festgestellt, dass es für jedes Objekt eine Ansicht gibt, aus der sein formaler Charakter besonders gut ablesbar ist, aus der das Objekt somit am leichtesten erkannt wird, eine sogenannte „kanonische Ansicht“. Ferner legen Experimente den Schluss nahe, dass im Cortex jedes Objekt in mehreren Ansichten gespeichert ist und eine einzelne Sicht des Objektes durch mehrere komplexe Merkmale beschrieben wird, die den Gegenstand charakterisieren. Durch Lernen können neue Ansichten hinzugefügt werden.

### Konsequenzen für die Gestaltung von Objekten

Ein klarer, aber nicht zu eintöniger Aufbau ist zu wählen, wobei das ihm zugrundeliegende Strukturprinzip erkennbar sein sollte. Die Bedeutung von Konkavitäten der Geon-Theorie erklärt den Spannungsaufbau durch den Kontrast von konkav zu konvex und erklärt damit

<sup>337</sup> FRIEDRICH-LIEBENBERG, A. (1976): Anmutungsleistungen von Produkten. Hanstein, Köln, S. 41 ff.

<sup>338</sup> GOLDSTEIN, E. B. (2002): Wahrnehmungspsychologie. 2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. RITTER, M. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford, S. 207 und 208

<sup>339</sup> JULESZ, B. (1981): Textons, the elements of texture perception, and their interactions. Nature, 290, S. 91-97.

<sup>340</sup> BIEDERMANN, I. (1987): Recognition-by-Components: A Theory of Human Image Understanding. Psychological Review (94), S. 115-147.

<sup>341</sup> Siehe hierzu auch das Prinzip von GUZMÁN (1969), dargestellt in BUBB, H. (1993): Informationswandel durch das System. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie. Carl Hanser, München, Wien, S. 336.

möglicherweise auch den Reiz, Konkaves zu erforschen – ein Umstand, der bei der Formfindung (siehe Kapitel 5) zu berücksichtigen ist. Ferner scheinen Kanten das Erkennen zu erleichtern und den Charakter stärker zu prägen als Rundungen.

### 3.2.2.2 Tastsinn: Kenntnis gewinnen und Lernen fördern

Vielleicht der fürs Überleben wichtigste Sinn ist der taktile Kanal, mit dem wir selbst tasten und der uns mitteilt, dass wir berührt werden, der uns Schmerzen vermittelt und Freude, auch zu sexueller Aktivität animiert. Dieser Sinn informiert uns aber auch über Form und Gewicht der Dinge, Oberfläche und Temperatur, Planheit, mechanische Stabilität und vieles mehr. Der Tastsinn verschafft uns aber vor allem Bewusstsein über unsere eigene Körperlichkeit<sup>342</sup>. Aus den direkten Effekten von Lust und Schmerz des Tastsinns folgt:

*Wir fühlen gerne Dinge, die Kenntnis und (Selbst)Lernen leisten*<sup>343</sup>. Auch dem Tastsinn liegen wiederum die Prinzipien der Wahrnehmungsorganisation zugrunde.

#### Skulpturhaftigkeit

" Das enge Verhältnis von Struktur und Tastsinn drückt sich in der Neigung der Betrachter aus, die Oberflächen der Skulpturen zu berühren und sie somit wirklich zu erfühlen" <sup>344</sup> – was leider in den meisten Museen nicht möglich ist<sup>345</sup>. KREITLER & KREITLER zufolge rührt die Faszination aus dem Gegensatz zu den gewöhnlich anzutreffenden Oberflächen<sup>346</sup> her. Versuche hätten gezeigt, dass das Berühren glatter Oberflächen mit der Hand ein lustvolles Erlebnis ist. Bevorzugt berührte Materialien sind solche, denen wir im täglichen Leben nicht häufig begegnen wie z.B. Elfenbein oder Perlmutter sowie Materialien, auf die wir in ihrer glatten und polierten Form nicht täglich stoßen wie z.B. Steine<sup>347</sup>. Die Faszination polierter Steine entspringe dem Kontrast zwischen dem, was wir in der Natur vorfinden, und dem, was wir in der Bildhauerei erfühlen. Das Berührungserlebnis verschaffe Entspannung. NORMAN spricht in diesem Zusammenhang von „sinnlichen“ Formen.<sup>348</sup>

<sup>342</sup> SONNEVELD, M. S. (2005): Tactual aesthetics. Unveröffentlichte Dissertation. Technische Universität Delft.

<sup>343</sup> HEKKERT, P. (2006): Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design. <http://studiolab.io.tudelft.nl/static/gems/hekkert/DesignAesthetics.pdf>. Im Druck. Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006).

<sup>344</sup> KREITLER; H. & KREITLER, S. (1980): Psychologie der Kunst. Kohlhammer, Stuttgart, S. 199.

<sup>345</sup> Ebd.: Die Autoren verweisen darauf, dass es Experimente mit gelockertem Berührungsverbot gab und diese eine starke Zunahme der Berührungskontakte zum Ergebnis hatten.

<sup>346</sup> Zur Unterscheidung zwischen Textur und Wahrnehmung der Textur siehe ZUO, H. et al. (2001): An Investigation into the Sensory Properties of Materials. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 500-506.

<sup>347</sup> Zu diesem Ergebnis kommt –wie schon in Kapitel 2.2.5.3 dargestellt– auch McLOONE, H. (2001): Touchable Objects. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 235-241.

<sup>348</sup> NORMAN, D. A. (2005): Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things. Basic Books, New York, S. 29.

Eine weitere Quelle der Faszination des Berührens liegt im Wesen des Berührungsakts. Das einzigartige Merkmal des Tastsinns sei die enge Gegenseitigkeit von Subjekt und Objekt. Im Gegensatz zum Hören und Sehen ist jedes Berühren gleichzeitig auch ein Berührt-Werden. Das Tastempfinden wird nur dann zum Erlebnis, wenn der betreffende eine aktive Rolle bei diesem Prozess hat und wenn der Berührungsakt selbst ein Ziel darstellt<sup>349</sup>.

#### Gewicht und Massenträgheit

KREIFELDT bestätigt die Schlüsselrolle des Tastsinns für die Kategorisierung der Brauchbarkeit eines Objekts. Als wichtigste physikalische Parameter sieht er Gewicht und Massenträgheitsmoment an<sup>350</sup>. Wie groß diese ausfallen sollten, ist vom Objekt abhängig (z.B. Rasierapparat vs. Tennisschläger)<sup>351</sup>.

#### Konsequenzen für die Gestaltung von Objekten

An Stellen, die für die Hände zugänglich sind (an einem Stuhl z.B. Bedienelemente, Armlehnen), bieten sich glatte, polierte Oberflächen an. Die von McLOONE identifizierte anregende Wirkung von ebenmäßiger Form, die punktuell unterbrochen wird, ist eine weitere Anwendung des Kontrastprinzips, die gefallenssteigernd zu sein verspricht. Hierfür bieten sich auch visuell attraktive Konkav-konvex-Wechsel und charakteristische Leitlinien an (siehe Kapitel 3.2.2.1). Das Gewicht der entsprechenden Objekte (z.B. Armlehnen) sollte dabei so bemessen sein, dass es Vertrauenswürdigkeit ausstrahlt.

#### **3.2.2.3 Hörsinn: Signale erkennen, kommunizieren**

Der Hörsinn warnt uns vor Gefahr und erlaubt Kommunikation auf Distanz. Das heißt, *wir hören gerne Ereignisse, die uns helfen, Signale zu erkennen, und die Kommunikation leisten*<sup>352</sup>. Auch auf die Musik lassen sich die Gestaltgesetze anwenden, z.B. Wiederholung, Geschlossenheit, Ähnlichkeit. Was für die Malerei gilt, gilt damit auch für die Musik: "The art of composing well is the art of varying well"<sup>353</sup>.

#### **3.2.2.4 Geschmacks- und Geruchssinn: Überleben sichern und Erinnerung unterstützen**

Die Beziehung zwischen Funktion und Gefallen ist vielleicht besonders einstimmig beim Geschmacks- und Geruchssinn. Eine Besonderheit des Geruchssinns sieht BURDACH darin, „dass olfaktorische Eindrücke in wesentlich stärkerem Maße als etwa Sehen, Hören oder

<sup>349</sup> MAJOR, B. S. (1895): On the Affective Tone of Simple Sense-Impressions. American Journal of Psychology, 7(1), S. 72-77.

<sup>350</sup> KREIFELDT, J. G. (2001): Designing "Feel" into a Product. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 30.

<sup>351</sup> KREIFELDT, J. G. & CHUANG, M. (1979): Moment of Inertia - Psychophysical Study of an Overlooked Sensation. Science, S. 588-590.

<sup>352</sup> HEKKERT, P. (2006): Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design. <http://studiolab.io.tudelft.nl/static/gems/hekkert/DesignAesthetics.pdf>. Im Druck. Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006).

<sup>353</sup> HOGARTH, W. (1974): The Analysis of Beauty. Georg Olms, Hildesheim, S. 40.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.2 Evolutionäre Ästhetik
- 

Tasten von emotionalen und hedonisch bewerteten Reaktionen begleitet sind. (...) Deutlicher als in anderen Sinnesbereichen zeigt sich bei der olfaktorischen Chemorezeption, dass Wahrnehmung nicht mit Reizregistrierung gleichzusetzen ist, sondern dass Perzeption und Motivation, Sensorik und Motorik im organismischen Konzept auf das engste miteinander verknüpft sind<sup>354</sup>. Geruch ist auch eine reiche Quelle der Assoziationen und leistet damit auch Erinnerungsfunktionen<sup>355</sup>. Die Folge ist: *Wir schmecken und riechen gerne Dinge, die Überleben leisten und die Erinnerung unterstützen.*

### 3.2.2.5 Gehirn als „6. Sinn“ und die Rolle seiner Gedächtnisfunktion

„Der Mensch sieht, was er erwartet und er sieht, was er weiß“<sup>356</sup>. Diese Aussage des Wahrnehmungspsychologen ARNHEIM beschreibt zum einen eine Eigenheit der Wahrnehmung, die nicht nur den Sehsinn betrifft, sondern sie beschreibt auch die zentrale Rolle, die das Gehirn bei der Wahrnehmung übernimmt. Entsprechend fügt es HEKKERT als 6. Sinn seiner Aufstellung der Sinnesorgane hinzu.

Einen hervorragenden Überblick über dessen Leistungen beim Verstehen und Klassifizieren, Probleme lösen, Planen und Konsequenzen abschätzen liefert ARNHEIM in einer früheren Veröffentlichung<sup>357</sup>. Ihm zufolge geschieht „anschauliches Denken“ nicht nur im Hier und Jetzt, sondern es erstreckt sich auch auf Vergangenes, mit dem das gerade Wahrgenommene verglichen wird. Die Formkategorien sind anpassungsfähig. Sie neigen dazu, die einfachste Struktur zu definieren und Spannungen zu vermindern. Dadurch wird Komplexität reduziert und Symmetrie hergestellt. Gleichzeitig gelingt es der Wahrnehmung, besonders charakteristische Eigenheiten im Gedächtnis zu behalten: Was Ehrfurcht, Staunen, Verachtung, Lachen oder Bewunderung erregt hat, bleibt größer, schneller, häßlicher oder schmerzhafter in Erinnerung, als es wirklich war.

Bei der Wahrnehmung kommt es aber auch zu Ergänzungen: unterbrochene Figuren werden vervollständigt<sup>358</sup>, das Wiederauftauchen von bewegten Objekten, die zeitweise von

<sup>354</sup> BURDACH, K. J. (1988): Geschmack und Geruch. Gustatorische, olfaktorische und trigeminale Wahrnehmung. Hans Huber, Bern, S. 41.

<sup>355</sup> "Man bedenke: unter allen Sinnesorganen, mit denen der Mensch ausgestattet ist, ist der Riechsinn der anfänglichste. Das Organ, mit dem der Mensch seine im eigentlichen Sinne menschlichste Leistung vollbringt, ist das Denkhirn. Das Denkhirn ging hervor aus dem Riechhirn. In ihm hat das Denken seine Wurzeln wie ein Baum im Erdreich". Zitat aus: KÜKELHAUS, H. (1991): Fassen, Fühlen, Bilden. Organerfahrungen im Umgang mit Phänomenen. 6. Auflage, Gaia, Köln, S. 99.

<sup>356</sup> ARNHEIM, R. (2000): Kunst und Sehen. Eine Psychologie des schöpferischen Auges. 3., unveränderte Auflage. De Gruyter, Berlin, S. 53.

<sup>357</sup> ARNHEIM, R. (1996): Anschauliches Denken: Zur Einheit von Bild und Begriff. Du Mont, Köln.

<sup>358</sup> Befriedigung durch Vervollständigung unzureichender Ausgangsinformation ist ein Thema, dem sich die Semiotik in ihrer Auseinandersetzung mit der Ästhetik gewidmet hat. Siehe hierzu: ECO, U. (2002): Einführung in die Semiotik (9., unveränderte Auflage). Wilhelm Fink, München; MORRIS, W. (1979): Ästhetik und Zeichentheorie. In: Ästhetik. Hrsg. v. Henckmann, W. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 269-293; OEHLKE, H. (1988): Zur zeichentheoretischen Beschreibung von Designobjekten. Möglichkeiten und Grenzen semiotischer Behandlung von Designobjekten. II. Designtheoretisches Kolloquium, HIF Burg Giebichenstein, Halle.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.2 Evolutionäre Ästhetik

---

davorliegenden verdeckt werden, wird gar nicht als solches wahrgenommen (Tunneleffekt). Der Vergleich mit Gedächtnisbildern hilft dem Menschen schließlich, zum einen die Eigenheit eines Dings oder Ereignisses zu erkennen, aber auch, dem betrachteten Objekt eine "Schublade" im eigenen Weltbild zuzuweisen. Dieser Abgleich kann sogar so effizient sein, dass eine Wiedererkennung stattfindet, obwohl die Wahrnehmung unzureichend ist. Das sei es, was das geschulte Auge des Profis<sup>359</sup> ausmacht (siehe z.B. Arzt, Seemann, Jäger).

Die Arbeit des Gehirns gehorcht damit denselben Gesetzen von Organisation und Wirtschaftlichkeit wie die Eingangsgrößen der anderen 5 Sinne. Diese Gesetzmäßigkeiten werden im folgenden Abschnitt aufgestellt.

<sup>359</sup> Zum Expertentum siehe auch: HEKKERT, P. & van WIERINGEN, P. C. W. (1996): The impact of level of expertise on the evaluation of original and altered versions of post-impressionistic paintings. *Acta Psychologica* 109(3), S. 117-131.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.3 Prinzipien der Evolutionären Ästhetik
- 

### **3.3 Der Evolutionären Ästhetik zugrunde liegende Prinzipien, bestimmende Größen und deren Anwendung**

Bislang war davon die Rede, dass die Entwicklung menschlicher Sinnesleistungen das Ergebnis evolutionärer Anpassung ist, und dass sich aus evolutionsbedingten Notwendigkeiten bestimmte Sinnes-Präferenzen ergeben. Das folgende Kapitel wird zeigen, dass allen diesen Organisationsformen unserer Sinne im Wesentlichen 4 Prinzipien zugrunde liegen. Mögliche Charakteristika bzw. Ausprägungsformen dieser Prinzipien werden anhand von Untersuchungen verschiedener Disziplinen vorgestellt (z.B. Harmonie in der Musik, Symmetrie in der Architektur, Neugier in der Verhaltensforschung), und es werden ergänzend zu den im vorigen Kapitel aufgestellten Sinnespräferenzen Empfehlungen für die Gestaltung von Produkten gegeben. Die Zuordnung der Charakteristika zu den 4 Prinzipien mag im einen oder anderen Fall diskussionswürdig sein. Dies zeigt lediglich, wie eng diese miteinander verwoben sind, gefährdet aber nicht die Gültigkeit der Aussagen.

#### **3.3.1 Prinzip 1: Maximaler Effekt mit minimalem Aufwand**

Das Ökonomieprinzip gilt für alle Sinne, um mit wenig geistiger Anstrengung maximalen Erfolg für Fortpflanzung, Überleben oder Lernen zu erzielen. Das heißt, dass eine Theorie oder Formel dann als schön angesehen wird, wenn sie mit wenigen Annahmen oder Parametern sehr viele Phänomene beschreiben kann<sup>360</sup>. Auf den Sehsinn bezogen heißt das, dass sich ästhetisches Gefallen einstellt, wenn vergleichsweise einfache Gestaltungsmerkmale viel Information beinhalten, wie dies beispielsweise bei Karikaturen der Fall ist. Auch Piktogramme und Zeichensysteme sind Beispiele des Ökonomieprinzips<sup>361</sup>. Spezialfälle sind nach HEKKERT<sup>362</sup> die konjunktive Zweideutigkeit (Umklappbild alte Frau/junge Frau) und ferner die Metapher. Bei der konjunktiven Zweideutigkeit gibt es den Fall, dass sich die Interpretationen ausschließen (alte ODER junge Frau), was detrimental zum Urteil „schön“ ist, weil sie wahrnehmungshemmend wirkt<sup>363</sup>. Es gibt aber auch den Fall, dass die Zweideutigkeit sich ergänzt, wie beispielsweise bei Architektur, deren Fernwirkung mit abnehmender Sehdistanz funktionelle Details (z.B. Fenster) enthüllt, die zuvor nur als Muster erkennbar

<sup>360</sup> BOSELIE, F., & LEEUWENBERG, E. (1985): Birkhoff revisited: Beauty as a function of effect and means. *American Journal of Psychology*, 98, S. 1-39.

<sup>361</sup> Einen breiten Überblick liefern AICHER, O. & KRAMPEN, M. (1996): Zeichensysteme der visuellen Kommunikation. Handbuch für Designer, Architekten, Planer, Organisationen. Neuausgabe des erstmals 1977 erschienenen gleichnamigen Titels. Ernst & Sohn, Tübingen.

<sup>362</sup> HEKKERT, P. (2006): Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design. <http://studiolab.io.tudelft.nl/static/gems/hekkert/DesignAesthetics.pdf>. Im Druck. Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006).

<sup>363</sup> Eine Vielzahl von Beispielen liefert: ARTAMONOW, I. D. (1998): Optische Täuschungen (4. Auflage). Harri Deutsch TB 8, Frankfurt a. M., Zürich.



waren<sup>364</sup>. Im Fall der Metapher wird nicht nur sprachlich, sondern auch in den Dingen auf ökonomische Weise komplexe Bedeutung ausgedrückt. Kapitel 3.3.2.5 wird sich mit dem Ordnungsprinzip „Metapher“ im Rahmen der Produktsemantik näher auseinandersetzen. Zunächst werden jedoch die ökonomischen Ausprägungen „Einfachheit“ und „Zweckmäßigkeit“ sowie deren Anwendung beleuchtet.

### 3.3.1.1 Einfachheit

Einfachheit ist ein Merkmal, das sich beispielsweise in der Musik auf Charakteristika wie Einheit, Symmetrie, Regelmäßigkeit und Harmonie bezieht<sup>365</sup>. In Bezug auf die Formgebung von Objekten kann man zwischen absoluter (geometrischer) und relativer Einfachheit unterscheiden: "Relative Einfachheit, so sagte ich, bedeutet Sparsamkeit und Ordnung, und zwar auf jeder Stufe der Vielschichtigkeit. (...) Das ökonomische Prinzip, das sich Wissenschaftler zu Eigen gemacht haben, verlangt, von mehreren zu den Tatsachen passenden Hypothesen die einfachste zu akzeptieren"<sup>366</sup>. Zu warnen ist allerdings nach den Worten des Architekten Peter Blake vor Vereinheitlichung und damit Armut an Sinneseindrücken: "In ein, zwei Jahren wird es in den USA nur noch einen einzigen Typ des Industrieproduktes geben - eine glänzende, glatt polierte Raute. Die kleinen Rauten werden Vitamintabletten sein; die größeren werden Fernsehgeräte oder Schreibmaschinen sein; und die ganz großen werden Autos, Flugzeuge oder Eisenbahnzüge sein"<sup>367</sup>.

Eine Umsetzung des Ökonomieprinzips im Design hat FUCHS vorgenommen. Er postuliert: "Schön ist das leicht Wahrnehmbare"<sup>368</sup>, und dies vermittelt ein Lustgefühl (S. 1-35). Diese Argumentation entspricht jener der evolutionären Ästhetik. FUCHS definiert dabei eine Gestaltnote N, die sich wie folgt zusammensetzt:

$N = \text{Gestaltwert-Faktor} * (\text{Gebrauchswert [dieser nimmt einen Wert von 1 bis 3 für schlecht - mittel - gut an]} + \text{Materialwert [dito]})$ . Die Maximalnote von 6,0 wird aber praktisch nur von Zweckformen der Natur erreicht werden<sup>369</sup>. Der Gestaltwert-Faktor kann als maximalen Wert „1“ annehmen, was bedeutet, dass die Form Naturgesetzen entspricht. Demnach haben alle Werke der Natur den Gestaltwert „1“, aber nur die wenigsten des Menschen. Der Kranhaken, nach dem Biegemoment als Summe von Querschnitten gleicher Spannung ausgelegt, kann seiner Meinung nach als reine „Zweckform“ angesehen werden, ebenso eine Schiffsschraube. Das andere Extrem ist Chaos' (Gestaltwert „0“), wie man es an einem Schrotthaufen besichtigen kann. Dazwischen liegen „Reissform“, „Zierform“, „Fehlform“ und „Quatschform“. Nach FUCHS' Ansicht hängt die Einschätzung des Gestaltwerts nicht

<sup>364</sup> ARNHEIM, R. (2000): Kunst und Sehen. Eine Psychologie des schöpferischen Auges. 3., unveränderte Auflage. De Gruyter, Berlin, S. 235.

<sup>365</sup> CROZIER, R. (1994): Manufactured Pleasures. Psychological Responses to Design. Manchester University Press, Manchester.

<sup>366</sup> ARNHEIM, R. (2000): Kunst und Sehen. Eine Psychologie des schöpferischen Auges. 3., unveränderte Auflage. De Gruyter, Berlin, S. 61.

<sup>367</sup> Ebd.

<sup>368</sup> EISENSCHINK, A. (1998): Zweckform, Reißform, Quatschform. Sehen - Erkennen - Gestalten nach der Visuellen Ästhetik des Günter Fuchs. Ernst Wasmuth, Tübingen, Berlin, S. 0-1.

<sup>369</sup> Ebd., S. 4-51.

vom "Geschmack", sondern von Übung und dem Fundus von Vergleichsformen ab. Er erteilt aber auch dem radikalen Formalismus des Bauhaus eine deutliche Absage. Über die Produkte der Fa. Braun titelte er: "Euklidische Geometrie in Grund- und Aufriß für alles und jedes? Die vermeintliche Einfachheit widerspricht der Gestalthaftigkeit der Natur und führt zu einem formalistischen Kubismus. Die vermeintliche, eher unnatürliche Einfachheit wurde dennoch zur Mode"<sup>370</sup>. Als „natürliche“ Gestaltgesetze nennt er den Kieselschliff, das Prinzip Schale- und-Kern bzw. „Teil einer Frucht“, Querschnitte gleicher Spannung und Biomorphie. Ferner verweist er darauf, dass es vorteilhaft sei, visuell und haptisch „interessante Ecken“ zu erzeugen, z.B. durch Anfasen von Kanten<sup>371</sup>.

Einfachheit wird von den genannten Quellen also bevorzugt, Monotonie und Formalismus werden dagegen abgelehnt.

### 3.3.1.2 Zweckmäßigkeit

Eine weitere Ausprägung des Ökonomieprinzips kann in der Zweckmäßigkeit gesehen werden, die nicht allein Effizienzkriterien unterliegt. Vielmehr zählen zu ihr auch ästhetische Qualitäten, die zwar von der Zweckmäßigkeit nicht zu trennen, aber ebenso wenig auf sie zu reduzieren sind<sup>372</sup>. Zweckmäßigkeit kann durchaus auch nur symbolisch erweckt werden, darf aber dabei nicht zweckwidrig sein: "Die möglicherweise wirklich vorhandene Zweckmäßigkeit kann durch Mittel zum Ausdruck gebracht werden, welche mit wirklicher Zweckmäßigkeit nichts zu tun haben müssen, wenngleich sie gewiss nicht zweckwidrig sein dürfen. Sie sind eher expressiver und symbolischer als unmittelbar funktionaler Natur"<sup>373</sup>. Dem widerspricht PAPANÉK, wenn er feststellt: "Ehrlicher Gebrauch des Materials, der das Material nie etwas erscheinen lässt, was es nicht ist, ist gute Methode"<sup>374</sup>.

Zweckmäßigkeit lässt sich bei der Verwendung reduzieren auf die Frage: "Funktioniert es?"<sup>375</sup> und stellt damit eine Bedingung für das Ökonomieprinzip dar.

### 3.3.2 Prinzip 2: Einheit in der Vielfalt

Da die Umwelt mehr Reize bietet, als wir aufnehmen können (siehe Selektivität der Wahrnehmung in Kapitel 3.1.1.3), ist es für uns vorteilhaft, Verbindungen und Beziehungen wahrzunehmen, zu erkennen, was zusammengehört und was nicht. Das heißt, dass unsere Sinne Struktur im Chaos oder Einheit in der Vielfalt erkennen müssen. Das Prinzip selbst geht zurück bis auf die altgriechische Philosophie (vgl. Kapitel 3.1.4), aber inzwischen wurden die dahinterliegenden evolutionären und neurophysiologischen Hintergründe aufgedeckt<sup>376</sup>.

<sup>370</sup> Ebd., S. 2-6.

<sup>371</sup> Ebd., S. 4-32.

<sup>372</sup> DORSCHER, A. (2003): Gestaltung - Zur Ästhetik des Brauchbaren, 2. Auflage. Winter, Heidelberg.

<sup>373</sup> Ebd., S. 92.

<sup>374</sup> PAPANÉK, V. (1972): Das Papanek-Konzept. Nymphenburger Verlagshandlung, München, S. 23.

<sup>375</sup> Ebd..

<sup>376</sup> RAMACHANDRAN, V. S., & HIRSTEIN, W. (1999): The science of art: A neurological theory of aesthetic experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6, S. 15-51.

Auch hier kommen wiederum Aspekte der Gruppierung ins Spiel, die in den Gestaltgesetzen beschrieben ist. Neben dem Sehsinn arbeitet auch der Hörsinn sehr stark damit und man vermutet, dass die ästhetische Erfahrung vor allem darin besteht, Organisation wahrzunehmen, ferner Regelmäßigkeiten wie Rhythmus, Motive, Harmonie und Motive in tonalen Abschnitten<sup>377</sup>. Diese und weitere Ausprägungen werden im Folgenden betrachtet.

### 3.3.2.1 Kontrast

Erst Kontrast hilft uns, Unterschiede wahrzunehmen und zu erkennen, ob sie zusammengehören<sup>378</sup>, und das Erkennen dieser Zusammenhänge verschafft wiederum ein Lustgefühl (siehe Kapitel 3.3.1.1). SCHURIAN beispielsweise sieht im Kontrast zwischen Vertrautheit (siehe Kapitel 3.3.3.1) und Neuartigkeit (siehe Kapitel 3.3.3.3) eine Quelle der Schönheit<sup>379</sup>. Auch in der bildenden Kunst wird die Meinung vertreten, dass ein hohes Maß an Ästhetik entsprechend mit einem hohen Maß an Kontrasten einhergeht: "In fact, I will argue, a single relationship can define artistic value, only a relationship built upon level of complex oppositions, similarities and differences"<sup>380</sup> und präzisiert weiter: "Aesthetic value is intensity of contrast, but relative to any kind, any sphere of experience: individual, social, or cultural, emotional or intellectual"<sup>381</sup>.

WEBER weist nach, dass die elementaren geometrischen Grundkörper als ausdruckslos empfunden werden, als neutral und ohne Dynamik. Die kommt erst ins Spiel, wenn eine Abweichung von der geometrischen Grundform vorliegt: "Gerade der Unterschied zu ihnen erscheint uns durch Bewegung, durch Dynamik, durch irgendwelche Vorgänge entstanden zu sein und zeigt uns so den Ausdruck der natürlichen lebendigen oder der von uns gemachten Formen: Radien mit ungleichen Abständen vergleichen wir mit solchen gleicher Abstände, ungleiche Größen mit gleichen Größen, verschiedene Dichtigkeiten mit gleichen Dichtigkeiten, ungleiche mit gleichen Krümmungen und gedrehte Flächen mit parallelen Flächen, und erkennen an dem Unterschied Bewegung, Entstehung und individuellen Ausdruck der natürlichen Formen"<sup>382</sup>.

<sup>377</sup> SCRUTON, R. (1983): The aesthetic understanding. Essays in the philosophy of art and culture. St. Augustine's Press, South Bend, Indiana.

<sup>378</sup> FECHNER, G. T. (1860): Elemente der Psychophysik. Breitkopf und Härtel, Leipzig.

<sup>379</sup> SCHURIAN, W. (1986): Psychologie ästhetischer Wahrnehmungen. Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 63.

<sup>380</sup> ROSS, S. D. (1994): A Theory of Art: Inexhaustability by Contrast. In: ROSS, S. D. (Hrsg.): Art and its Significance: An Anthology of Aesthetic Theory. State University of New York Press, Albany, S. 302.

<sup>381</sup> Ebd., S. 304.

<sup>382</sup> WEBER, J. (2002): Das Urteil des Auges. Metamorphosen der Geometrie - eine der Grundlagen von Erkennen und Bewusstsein. Eine Weiterentwicklung der Gestaltpsychologie. Springer, Wien, New York, S. 120.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.3 Prinzipien der Evolutionären Ästhetik
- 

### 3.3.2.2 Harmonie und Proportion

PYTHAGORAS erkannte bereits, dass Proportionen nicht nur zwischen geometrischen Längen bestehen, sondern auch zwischen Tönen<sup>383</sup>. In der Musik kennen wir diese harmonischen Intervalle als Oktave (1:2) Quinte (2:3) usw<sup>384</sup>. Schon in der Antike wurden derartige Harmonien in der Architektur umgesetzt, so finden sich in Tempeln den harmonischen Tonintervallen ähnliche Proportionen, die laut PANOFISKY „vollkommen“ sind<sup>385</sup>. Man hat sogar festgestellt, dass das Bewusstsein über den Zusammenhang zwischen dem Ton und seiner Länge auf noch ältere Kulturen wie Ägypten, Babylon und China, zurückgeht und schon über 3000 Jahre alt ist<sup>386</sup>. Leitidee der Renaissance war es dann, die Harmonie der menschlichen Proportionen und der Musik zur Grundlage für Architektur und Handwerk zu machen, wenn auch Anhänger der Aufklärung diese Ideen verneinten<sup>387</sup>. Und auch heute gibt es Ansätze, industrielle Güter nach harmonischen Tonintervallen zu entwerfen<sup>388</sup>.

Ein Versuch, die Gestaltbildung und Gestaltbewertung als Fortführung der Galtgesetze von WERTHEIMER mathematisch zugänglich zu machen, wurde Anfang der 30er Jahre von BIRKHOFF<sup>389</sup> unternommen. Er führte das nicht empirisch belegte, sondern algebraisch abgeleitete ästhetische Maß  $M = \frac{\text{Ordnungsgrad}}{\text{Komplexität}} = \frac{O}{C}$  ein. Sie fußt auf der Behauptung, dass die Schönheit eines Gegenstandes auf dem besonderen Verhältnis zwischen der Einheit und der Vielfalt seiner Gestaltelemente basiert. Betrachtet wurde hierbei vor allem die Malerei als Anwendungsfeld, auch wenn BENSE die Auffassung vertrat, dass die moderne Ästhetik keinen Unterschied zwischen Kunst-Objekten und Design-Objekten

<sup>383</sup> HAGENMAIER, O. (1990): Der goldene Schnitt. Ein Harmoniegesetz und seine Anwendung. Augustus, Augsburg, S. 15ff. Siehe hierzu auch  
VITRUVIUS POLLIO, M. (2004): De Architectura Libri Decem. Zehn Bücher über Architektur. Matrix, Wiesbaden, Fünftes Buch, 4. Kapitel: Die Lehre von der Harmonie. Siehe ferner  
KÜKELHAUS, H. (1991): Fassen, Fühlen, Bilden. Organerfahrungen im Umgang mit Phänomenen. 6. Auflage. Gaia, Köln, S. 45ff.

<sup>384</sup> KAYSER, H. (1947): Akroasis. Hatje, Stuttgart, S. 50.

<sup>385</sup> PANOFISKY, E. (1921): Die Entwicklung der Proportionslehre.  
In: Monatsheft für Kunstwissenschaft (4), Wien, S. 188.

<sup>386</sup> Ebd., S. 85 und 86.

<sup>387</sup> POCHAT, G. (1983): Der Symbolbegriff der Ästhetik und Kunsttheorie. Du Mont, Köln.

<sup>388</sup> Einen breiten Überblick hierüber bietet  
DOCZI, G. (1994): The Power of Limits. Proportional Harmonies in Nature, Art, and Architecture. Shambhala, Boston & London.

<sup>389</sup> BIRKHOFF, G. (1933): Aesthetic Measure. Harvard University Press, Cambridge, MA, S. 34ff.

mache<sup>390</sup>. Auch GUNZENHÄUSER weist auf die Wichtigkeit einer klasseninternen Bewertung hin, z.B. innerhalb identischer kunstgeschichtlicher Epochen<sup>391</sup>.

Erstmalige Anwendung fand diese Theorie auf Design-Objekte durch GARNICH, der am Beispiel verschiedener Kaffeekannen die Vorgehensweise der Analyse über Risszeichnungen und die Synthese einer eigenständigen Lösung durchführte. Sein Ziel war es dabei, eine Design-Theorie zu entwerfen, die künstlerische Freiheit als durch "(...) die Regeln der Gestaltung, Anordnung und Ordnung einer vorgegebenen Objektkomplexität begrenzt (...)" ansah<sup>392</sup>. Die untere Grenze bilden dabei pragmatische Anforderungen an das Objekt, wie solche der Ergonomie. Die obere Grenze stellen die konstruktiv-technologischen Anforderungen dar, zu denen rationelle Herstellung, Verschleiß, Lebensdauer und Alterung gehören.

Seitens der Kybernetik wurde versucht, einen Ansatz zu finden, mit dem Maschinen in die Lage versetzt werden, selbsttätig Kunstwerke zu erschaffen, wobei er auch hier das ästhetische Urteil als Mehrheitsentscheidung sieht (siehe Kapitel 3.1.1.2): "Die Definition des Schönen beruht auf einer Statistik über das Schöne. Das ist ein Ansatz, den die Ästhetiker bisher kaum berücksichtigt haben und der in Widerspruch zur Idee der Transzendenz des Schönen steht, die von Philosophen vertreten wird. Das Schöne ist als Schnittpunkt vieler individueller Gedanken an die Gesellschaft gebunden"<sup>393</sup> (siehe Kapitel 3.1.1.2).

### 3.3.2.3 Spezialfall „Goldener Schnitt“

Der Goldene Schnitt entsteht, wenn sich bei Teilung einer Strecke oder Fläche der längere Teil zum ganzen wie der kürzere zum längeren verhält. Seit der griechischen Antike wurde bevorzugt dieses Proportionsverhältnis auf Bauwerke übertragen, ohne einen Bezug zwischen

<sup>390</sup> BENSE, M. (1965): Einführung in die informationstheoretische Ästhetik. Rowohlt, Reinbek, S. 17-19. Siehe auch:

MASER, S. (1971): Numerische Ästhetik. Neue mathematische Verfahren zur quantitativen Beschreibung und Bewertung ästhetischer Zustände. 2. Aufl., Krämer, Stuttgart.

<sup>391</sup> GUNZENHÄUSER, R. (1962): Ästhetisches Maß und ästhetische Information. Schnelle, Quickborn, S. 31. Vgl. auch

KAPPRAFF, J. (1991): Connections: The geometric bridge between art and science. McGraw-Hill, New York als jüngeren Versuch, zweidimensionale Phänomene geometrisch zu fassen.

<sup>392</sup> GARNICH, R. (1968): Konstruktion, Design und Ästhetik. Allgemeine mathematische Methode zur objektiven Beschreibung ästhetischer Zustände im analytischen Prozeß und zur generativen Gestaltung im synthetischen Prozeß von Design-Objekten. Esslingen, 2. Aufl., Selbstverlag, S. 20.

<sup>393</sup> MOLES, A. A. (1979): Kybernetik und Kunstwerk. In: HENCKMANN, W. (Hrsg.): Ästhetik.

Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 327. Vergleiche auch den informationsästhetischen Ansatz von

FRANK, H. (1964): Kybernetik und Ästhetik. Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte. Maurischat & Bevensee, Hamburg. Er stellt die informationspsychologischen Voraussetzungen eines Modells vor, das den Kunstschaffenden repräsentiert und setzt hierfür folgende Größen an: Gegenwartsdauer ca. 8sec, Zuflusskapazität Ck ca. 12-15 bit/sec., Speicherkapazität ca. 128 bit, Zuflusskapazität Cv ca. 0,5 bit/sec, Wahrscheinlichkeitslernen, Superierung, Überraschungswert und Auffälligkeit. Aus diesen Faktoren setzt er den Erwartungswert der ästhetischen Information eines Zeichens zusammen. Dieses Maß misst nicht die Schönheit des Kunstwerkes, sondern die Originalität, mit welcher der Künstler eine gegebene Bedeutung darstellte (S. 28). Dabei wird zwischen zeitlichen Kunstwerken (Musik) und statischen (z.B. Bildern) unterschieden.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.3 Prinzipien der Evolutionären Ästhetik
- 

Form und Funktion des Objektes herzustellen. Damit lassen sich nicht nur durch Teilung eines Objektes jeweils wieder selbstähnliche Teile herstellen (z.B. DIN-Formate des Papiers), sondern eine entsprechende Reihung findet sich als charakterisch auch in vielen biologischen Wachstumsprozessen wieder, die in ähnlicher Näherung nur von den Fibonacci-Zahlen erreicht werden<sup>394</sup>. Die Selbstähnlichkeit aller Teile lässt sich insbesondere in modularen Strukturen wie der Architektur effizient einsetzen, weswegen auch Le CORBUSIER diesen Ansatz in seinem „Modulor“ aufgriff<sup>395</sup>. Darüber, ob der „Goldene Schnitt“ wahrnehmungspsychologische Vorteile bietet, gibt es ebenso viele zustimmende wie ablehnende Zeugnisse von FECHNER bis GREEN<sup>396</sup>, so dass dieser nicht zu den gefallensbegünstigenden Kriterien zu rechnen ist.

### 3.3.2.4 Symmetrie

MOLES<sup>397</sup> und MARGOLIN<sup>398</sup> teilen die vorsokratische Sicht und stellen fest, dass symmetrische Objekte und solche, die eine gleichmäßige Gewichtsverteilung haben, bevorzugt werden. FUCHS dehnt diese Feststellung auch auf die Wahrnehmung von Tieren aus, stellt allerdings fest, dass Symmetrie schön sein kann, aber nicht muss. Sie dürfe „ebenso wenig verherrlicht werden wie der Goldene Schnitt“<sup>399</sup> (Kapitel 3.3.2.3). Symmetrie kann damit als Einheit und Ordnung stiftendes Kriterium angesehen werden.

<sup>394</sup> GHYKA, M. (1977): *The geometry of art and life*. (Original veröffentlicht 1946). Dover, New York, S. 8-13.

<sup>395</sup> LE CORBUSIER (2003): *Der Modulor*. 8. Auflage (Faksimile-Wiedergabe der 2. Auflage 1956). Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.

<sup>396</sup> Einen sehr guten Überblick über die seither durchgeführten Untersuchungen und ihre Ergebnisse bieten GREEN, C. D. (1995): *All that Glitters: A Review of Psychological Research on the Aesthetics of the Golden Section*. *Perception* 24, S. 937-968 und ergänzend GREEN, C. D. (1995, 2): *Mathematical and Historical Background to: "All that Glitters: A Review of Psychological Research on the Aesthetics of the Golden Section."* In: *Perception* 24, S. 937-968. <http://www.yorku.ca/christo/papers/goldhist.htm>. Gemäß Internetfassung vom 25.3.2004. Siehe auch: BERLYNE, D. E. (1970): *The golden section and hedonic judgments of rectangles: A cross-cultural study*. *Sciences de l'art/Scientific Aesthetics*, 7, S. 1-6. BOSELIE, F. (1992): *"The golden section has no special aesthetic attractivity!"* *Empirical Studies of the Arts*, 10, S. 1-18. HAGENMAIER, O. (1949): *Der goldene Schnitt*. Tapper, Ulm. HAGENMAIER, O. (1990): *Der goldene Schnitt. Ein Harmoniegesetz und seine Anwendung*. Augustus, Augsburg. LEFEBVRE, V. A. (1985): *The golden section and an algebraic model of ethical cognition*. *Journal of Mathematical Psychology*, 29, S. 289-310. SCHIFFMAN, H. R. (1966): *Golden Section: Preferred figural orientation*. *Perception and Psychophysics*, Bnd. 1, S. 193-194.

<sup>397</sup> MOLES, A. A. (1979): *Kybernetik und Kunstwerk*. In: HENCKMANN, W. (Hrsg.): *Ästhetik*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

<sup>398</sup> MARGOLIN, V. & BUCHANAN, R. (1995): *The Idea of Design*. MIT Press, Cambridge, MA.

<sup>399</sup> EISENSCHINK, A. (1998): *Zweckform, Reißform, Quatschform. Sehen - Erkennen - Gestalten nach der Visuellen Ästhetik des Günter Fuchs*. Ernst Wasmuth, Tübingen, Berlin, S. 10-17

### 3.3.2.5 Organisation

Alle bisher genannten Ausprägungen elementarer evolutionspsychologischer Prinzipien dienen dem Ziel, die Wahrnehmung zu ordnen, um die Informationsaufnahme ebenso wie die -verarbeitung zu erleichtern. BUBB hält auch menschliches Schaffen insgesamt als von einem natürlichen Drang zur Ordnung geprägt<sup>400</sup>. MUKAROVSKY stellt fest, dass diese Ordnung in jeder künstlerischen Disziplin eine andere sei. Für die Zeitkünste ist es der "Rhythmus, (...) für die Raumkünste die Senkrechte, die Horizontale, der rechte Winkel, die Symmetrie, (...) für die Malerei das System der Komplementärfarben, (...) für die Plastik das Gesetz von der Schwerpunktstabilität"<sup>401</sup>. Hier scheint es wiederum eine Parallele zur Proportionslehre der Vorsokratiker und Vitruvs zu geben, der zum Rüstzeug eines Baumeisters das Wissen über Größenverhältnisse (Ordinatio), Formbildung (Dispositio), Symmetrie und anmutiges Aussehen (Eurhythmie), Dekor und entsprechenden Baumittleinsatz (Distributio) zählt<sup>402</sup>.

Auch FECHNER gibt Hinweise, mit welchem Grad an Ordnung, Komplexität oder Symmetrie Objekte ausgestattet sein sollten. Im Bezug auf Möbel rät er beispielsweise, ihnen eine regelmäßige, geordnete Form zu geben und diese symmetrisch im Raum anzuordnen. Er verfolgt dabei das Ideal, „(...) dass sich alle Gesetze des Gefallens und Missfallens (...) als besondere Fälle eines allgemeinen Gesetzes darstellen ließen“<sup>403</sup>.

Als Ordnung von Form und Inhalt eines Produktes kann im Fall der **Produktsemantik** gesprochen werden.

WAGENFELDS Auslassungen über technische Einrichtungen wie Licht und Telefon sind nach wie vor aktuell: "Ihr Verhalten zum Zweckbestimmtheit sollte uns zu denken geben; denn keines der technischen Gebilde ist unbedingt und in jedem Fall an seine augenblickliche Form gebunden (...)"<sup>404</sup>. Mit zunehmender Leistungsfähigkeit dieser Einrichtungen wird es aber immer notwendiger, über ihr Wesen und ihre Verwendung informiert zu sein: "Product semantics refers to the 'language' of products and the messages they communicate (...). Product language can employ metaphor, allusion, and historical and cultural references, whilst visual cues can employ help to explain the proper use or function of a product"<sup>405</sup>.

<sup>400</sup> BUBB, H. (2006): A consideration of the nature of work and the consequences for the human-oriented design of production and products. *Applied Ergonomics* 37(4), S. 401.

<sup>401</sup> MUKAROVSKY, J. (1974): Kapitel aus der Ästhetik. Suhrkamp, Frankfurt am Main, S. 40.

<sup>402</sup> VITRUVIUS POLLIO, M. (2004): *De Architectura Libri Decem*. Zehn Bücher über Architektur. Matrix, Wiesbaden, 1. Buch, 2. Kapitel.

<sup>403</sup> FECHNER, G. T. (1876): *Vorschule der Ästhetik*. Breitkopf und Härtel, Leipzig, S. 42.

<sup>404</sup> WAGENFELD, W. (1948): *Wesen und Gestalt der Dinge um uns*. Eduard Stichnote, Potsdam, S. 129.

<sup>405</sup> JORDAN, P. W. & MACDONALD, A. S. (1998): *Pleasure and Product Semantics*. In: HANSON (Hrsg.): *Contemporary Ergonomics*. Taylor & Francis, London, S. 266.

FÖSKEN, S. (2004): *Gestaltung als Verkaufsargument*. In: *Absatzwirtschaft* 8/2004. Verlagsgruppe Handelsblatt, Düsseldorf, S. 94 stellt hierzu fest: „Formensprache verkauft sich besser“.

3. Determinanten des Gefallens
  - 3.3 Prinzipien der Evolutionären Ästhetik
- 

Der Begriff selbst geht auf KRIPPENDORFF & BUTTER zurück, die ihn folgendermaßen definieren: "Product Semantics is the study of the symbolic qualities of man-made forms in the context of their use and the application of this knowledge to industrial design"<sup>406</sup>.

Eine Vertiefung hat die Produktsemantik an der HfG Offenbach erfahren<sup>407</sup>. Ihr gemäß setzt sich Produktsprache zusammen aus Formalästhetik, Anzeichen- und Symbolbereich. Die Formalästhetik ist unabhängig von der inhaltlichen Bedeutung<sup>408</sup>.

Interessant unter Ordnungsaspekten sind insbesondere die Anzeichenfunktionen, welche die "eigentümliche Tüchtigkeit" (PLATON) des Gegenstandes verdeutlichen, seine praktischen Funktionen charakterisieren (Stuhl - hierbei ist Vorwissen notwendig, ebenso spielen Kontext und Umgebung eine Rolle) und das Produkt klassifizieren<sup>409</sup>. Was für die Wahrnehmung insgesamt gilt (siehe Kapitel 3.1.1.3), gilt auch für die Anzeichenfunktion: Das Wesen kommt nicht durch Addition gut gelöster Einzelanzeichen zustande, sondern durch Vollständigkeit und Wirkung als Systemelemente"<sup>410</sup>. Gestaltungsmittel sind hierbei die Schaffung von „Bedeutungsflächen“ – dort, wo die Einheitlichkeit durchbrochen wird, muss etwas passieren, dies schafft Interesse – Trennung durch Kanten bzw. Vereinigung mit Radien<sup>411</sup>.

Bezogen auf das Objekt „Stuhl“ heißt das, dass er erkennbar den auf ihn wirkenden Kräften standhalten muss. Auch die Farbe spielt eine Rolle (Gewichtsassoziation<sup>412</sup>). Ferner ist ein Bezug zum menschlichen Körper darzustellen, quasi eine Visualisierung der Ergonomie, was über plastische Ausformung, weiche Kanten, große Radien und „Haltungsfreiheit“ geschehen kann<sup>413</sup>.

<sup>406</sup> KRIPPENDORFF, K. & BUTTER, R. (1984): Product Semantics: Exploring the symbolic qualities of form in Innovation. The Journal of the Industrial Designers Society of America, 3 (2), S. 4.

<sup>407</sup> STEFFEN, D. (2000): Design als Produktsprache. Der "Offenbacher Ansatz" in Theorie und Praxis. Verlag form, Frankfurt a. Main bietet einen guten Überblick.

<sup>408</sup> GROS, J. (1983): Grundlagen einer Theorie der Formensprache. Einführung. Hrsg. von der Hochschule für Gestaltung, Offenbach. Auch KOPPELMANN unterscheidet zwischen ästhetischen, praktischen und symbolischen Prägnanztypen von Produkten und liefert damit eine vergleichbare Kategorisierung der Produktsemantik: Siehe KOPPELMANN; U. (1989): Produktmarketing. Kohlhammer, Stuttgart, S. 20.

<sup>409</sup> Zu den Anzeichenfunktionen für den praktischen Gebrauch siehe auch MULLER, W. (2001): Order and meaning in design. Lemma Publishers, Utrecht, S. 57.

<sup>410</sup> FISCHER, R. & MIKOSCH, G. (1984): Grundlagen einer Theorie der Formensprache. Anzeichenfunktionen. Hrsg. von der Hochschule für Gestaltung, Offenbach, S. 24.

<sup>411</sup> Ebd., S. 29.

<sup>412</sup> Zur assoziativen Wirkung von Farben siehe KÜTHE, E. & VENN, A. (1996): Marketing mit Farben. Du Mont, Köln.

<sup>413</sup> FISCHER, R. & MIKOSCH, G. (1984): Grundlagen einer Theorie der Formensprache. Anzeichenfunktionen. Hrsg. von der Hochschule für Gestaltung, Offenbach, S. 51-54 und 102-109.



Zu den Symbolfunktionen zählen Archetypen<sup>414</sup>, „Schemata, die im kollektiven Unbewussten verwurzelt sind und durch Symbole manifest werden“<sup>415</sup>, ebenso wie **Dynamik**: Menschen sehen in einer Form hypothetische Bewegungseigenschaften der Linien entlang der Linien. Ein Kreis kann so Unkenntlichkeit darstellen oder ein spitzer Winkel aufregend wirken, weil er eine plötzliche Bewegungsänderung in sich beinhaltet. Das heißt, dass der Mensch eine große Bereitschaft zeigt, Formen zu dynamisieren. Flächen, Wölbungen und Linien vergleichen wir mit ihrem Pendant regelmäßiger, euklidischer Ausprägung. Stellen wir eine Abweichung fest, interpretieren wir dies als Folge eines Vorgangs, einer vergangenen Bewegung – so vermittelt eine Vasenwölbung, je nach Position und Ausprägung des größten Durchmessers "Wachstum", "Schwere" oder "Innendruck"<sup>416</sup>. Auch eine Veränderung der Dichte, Größe und Krümmung von Strukturelementen oder Objekten wird als Folge von Bewegung verstanden<sup>417</sup>. WEBER schließt daraus insgesamt, dass Radian wichtig für die Assoziation mit "Wachstum" sind<sup>418</sup>.

Die Dynamisierung könnte entweder auf der Annahme beruhen, dass Dynamisierung von objektiven Reizeigenschaften ablenkt, oder auf der Annahme, dass es sich dabei um einen Beitrag des Wahrnehmenden handelt. Da mit Dynamisierung Bewegung und mithin Leben assoziiert wird, das wahrnehmungspsychologisch positiv belegt ist<sup>419</sup>, stellt sie ein präferenzrelevantes Merkmal dar, das zugleich Interpretations- und damit Ordnungsprinzip ist. ARNHEIM und GIBSON stehen für die erste Erklärung. Sie sind der Meinung, dass alles Wahrgenommene seine objektive Grundlage im Reiz selbst findet<sup>420</sup>.

"Form versucht, das Einzelne durchs Ganze zum Sprechen zu bringen"<sup>421</sup>. Diese andere Formulierung von „Einheit in der Vielfalt“ hat als wirksame Kriterien den Kontrast, die Symmetrie und die semantische Gliederung des Produkts ergeben, bei letzterer ist insbesondere die Konnotation mit „Dynamik“ für die weitere Untersuchung von Belang. Proportionen sind ebenfalls eine Möglichkeit, „Einheit in der Vielfalt“ erlebbar zu machen, jedoch scheint es bis heute schwer zu sein, diese zu quantifizieren.

<sup>414</sup> COHEN nennt sie „nicht ererbte Bilder, sondern aus der Erfahrung des "Mütterlichen" erlernte“. Siehe COHEN, T. (1998): High and Low Thinking about High and Low Art. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions. Blackwell Publishers, Oxford, S. 171-178.

<sup>415</sup> KREITLER; H. & KREITLER, S. (1980): Psychologie der Kunst. Kohlhammer, Stuttgart, S. 117.

<sup>416</sup> WEBER, J. (2002): Das Urteil des Auges. Metamorphosen der Geometrie - eine der Grundlagen von Erkennen und Bewusstsein. Eine Weiterentwicklung der Gestaltpsychologie. Springer, Wien, New York, S. 31.

<sup>417</sup> Ebd., S. 44

<sup>418</sup> Ebd., S. 68.

<sup>419</sup> LIPPE, R. ZUR (1987): Sinnenbewusstsein. Grundlegung einer anthropologischen Ästhetik. Rowohlt, Reinbek, S. 52.

<sup>420</sup> Eine ebenfalls sehr breite und sehr praxisnahe Analyse der Wirkung von Produkten ist zu finden in MULLER, W. (2001): Order and meaning in design. Lemma Publishers, Utrecht.

<sup>421</sup> ADORNO, TH. (1973): Ästhetische Theorie. Suhrkamp, Frankfurt am Main, S. 217.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.3 Prinzipien der Evolutionären Ästhetik
- 

### 3.3.3 Prinzip 3: Most Advanced Yet Acceptable (MAYA)

Die Extremausprägungen Vertrautheit, Neugier, Überraschung und Komplexität bilden den Rahmen dafür, ob etwas wahrnehmungspsychologisch eine geeignete Balance findet zwischen Monotonie und informatorischer Überlastung. Der Spieltrieb wurde hier mit aufgenommen, weil er nach Ansicht des Verfassers eine spezifische Form des Suchens und der Ausprägung von Neugierde darstellt. Es lässt sich dabei nicht ganz vermeiden, dass sich die Darstellungen der Ausprägungen überlappen.

#### 3.3.3.1 Vertrautheit

Die in der Ästhetikforschung am häufigsten getestete Theorie ist die "Präferenz-für-Prototypen"-Theorie (siehe z.B. WHITFIELD & SLATTER<sup>422</sup> und SHACKLETON<sup>423</sup>), nach der wir die typischen Vertreter einer Kategorie bevorzugen, weil sie uns vertraut sind und wir ihnen häufig ausgesetzt waren<sup>424</sup>. Diese Vorliebe ist adaptiv, weil sie zu sicherer Wahl führt, anstatt das Unbekannte zu riskieren. Ferner trägt das Festhalten am Gewohnten, das Weitermachen wie gehabt, eine starke Belohnung in sich. „Das Gehirn trachtet immer danach, Dinge zu automatisieren, Gewohnheiten auszubilden, und besetzt dies mit deutlichen Lustgefühlen<sup>425</sup>“.

Präferenz durch wiederholte Wahrnehmung ist auch bekannt als „Mere-exposure-Effekt“. Er wird auf die leichtere informatorische Verarbeitung nach Wiederholung zurückgeführt, die auf einer Veränderung der kognitiven Strukturen beruht. JAHR erklärt die rasche Bekanntheit eines Produkts bei einem großen Publikum sogar zur Voraussetzung für die Etablierung eines Produktes als „Designklassiker“<sup>426</sup>. Und HEGEMANN stellt die These auf, dass die ästhetische Wahrnehmung von Produkten abhängig davon ist, welche Objektelemente wir über

<sup>422</sup> WHITFIELD, T. W. A., & SLATTER, P. E. (1979): The effects of categorization and prototypicality on aesthetic choice in a furniture selection task. *British Journal of Psychology*, 70, S. 65-75.

<sup>423</sup> SHACKLETON, J. P. (1996): The Application of a 'Prototype Theory' Framework to the Modelling of Product Perception and the Emergence of New Product Groups. Unveröffentlichte Doktorarbeit, Chiba University, Japan.

<sup>424</sup> Diese Ansicht teilen auch:

BÖSEL, R. M. (2003): Ästhetisches Empfinden: Neuropsychologische Zugänge. In: KÜPPER, J. & MENKE, C. (Hrsg.): Dimensionen Ästhetischer Erfahrung. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 267.

CROZIER, R. (1994): *Manufactured Pleasures. Psychological Responses to Design*. Manchester University Press, Manchester, S. 192.

REESE, J. (Hrsg.) (2005): *Der Ingenieur und seine Designer. Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen Konstruktion und Design*. Springer, Berlin und Heidelberg, S. 19.

<sup>425</sup> ROTH, G. (2006): Mehr Motivation -Wege aus der Sackgasse. Manuskript einer Radiosendung des SWR 2 am Sonntag, 13. August 2006, 8.30 Uhr. Autor und Sprecher: Prof. Gerhard Roth. Redaktion: Ralf Caspary. Verfügbar über den Manuskriptdienst des Südwestrundfunks und online auf [http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/aula/au20060807\\_3837.rtf](http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/aula/au20060807_3837.rtf)

<sup>426</sup> JAHR, A. (Hrsg.) (1999): *Top-Design des 20. Jahrhunderts: Form, Funktion, Faszination. 100 Jahre Lebenskultur*. Naumann und Göbel, Köln, S. 184.

Generationen beibehalten haben<sup>427</sup>. Entsprechend werden Dinge bevorzugt, die leicht zu verarbeiten sind<sup>428</sup>. Präferenz könnte damit ein Indiz für Expertentum sein.

Häufige Konfrontation mit demselben Reizmuster (im Beispielfall Musik) reduziert andererseits die Präferenz, weil die ästhetische Vorliebe mit dem physiologischen Erregungspotential des Gegenstandes zusammenhängt<sup>429</sup>. Das heißt, dass zu große Vertrautheit Monotonie und damit Ablehnung erzeugt<sup>430</sup>.

**Farbpräferenzen** sind eine mögliche Ausprägung von Vertrautheit. HÄBERLE ist in seiner faszinierenden Untersuchung europäischer Farbvorlieben zu dem Ergebnis gekommen, dass sich charakteristische Farbigkeiten in Farbpräferenzen, Harmonievorstellungen und im Umgang der Menschen mit Farbe niederschlagen. So werden z.B. bei öffentlichen Gebäuden, Privathäusern, im Produkt- und Konsumgüterbereich bis hin zur freien Malerei - kollektiv und individuell<sup>431</sup> - vorrangig bekannte Farben und Farbkombinationen zur farblichen Gestaltung eingesetzt. Nach HÄBERLE lässt dieses Verhalten auf eine tiefgreifende Prägung durch äußere Faktoren und die Entwicklung farblicher Vorstellungen als Teil individuellen oder kollektiven Denkens des Menschen und die Existenz von 'Farbheimat' schließen<sup>432</sup>.

"In sum, all (...) studies showed that people prefer novel designs as long as the novelty does not affect typicality, or, phrased differently, they prefer typicality given that this is not to the detriment of novelty. Preferred are products with an optimal combination of both aspects"<sup>433</sup>.

### 3.3.3.2 Neugier

Gleichzeitig treibt den Menschen also der Drang zu Neuem um, weil damit Langeweile und Sättigungseffekte überwunden werden (siehe Kapitel 3.3.3.1). BERLYNE bezeichnet Neugier als „primäre Emotion“, die sich konstituiert aus einem "einfachen Impuls zu wissen, der die Aufmerksamkeit instinktiv steuert und aufrechterhält und jene Körperbewegungen

<sup>427</sup> HEGEMANN, M. (1992): Ästhetik und Industriedesign. Dissertation an der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München, Schriftenreihe Produktentwicklung und Industriedesign, Band 3. Akademischer Verlag, München, S. 192.

<sup>428</sup> LEDER, H. (2003): Ein psychologischer Ansatz zur Ästhetik: Gefallen und Vertrautheit. In: KÜPPER, J. & MENKE, C. (Hrsg.): Dimensionen Ästhetischer Erfahrung. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 292.

<sup>429</sup> MARTINDALE, C. & UEMURA, A. (1983): Stylistic Change in European Music. *Leonardo*, 16, S. 225-228.

<sup>430</sup> GÖLLER, A. (1888): Entstehung der architektonischen Stilformen: Eine Geschichte der Baukunst nach dem Werden und Wandern der Formgedanken. Wittwer, Stuttgart.

<sup>431</sup> KREITLER, H. & KREITLER, S. (1980): Psychologie der Kunst. Kohlhammer, Stuttgart, S. 64 stellen Abweichungen zwischen Gruppen fest: Kleine Kinder bevorzugen andere Farben als größere Kinder oder Erwachsene.

<sup>432</sup> HÄBERLE, C. (1999): Farben in Europa. Zur Entwicklung individueller und kollektiver Farbpräferenzen. Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal.

<sup>433</sup> HEKERT, P., SNELDERS, D. & VAN WIERINGEN, P. C. W. (2000): 'Most advanced, yet acceptable': Typicality and novelty as joint predictors of aesthetic preference in industrial design. *British Journal of Psychology*, Bnd. 94, (1), S. 111-124 (14).

hervorrufen, die es uns ermöglichen, umfassende Kenntnis des Gegenstandes zu erlangen" <sup>434</sup>, McDOUGALL als einen der wichtigsten Instinkte des Menschen <sup>435</sup>. Auch SCHURIAN stellt fest: "Damit ist die unstillbare Energie des Menschen angesprochen, die ihn unaufhörlich bewegt, allen Dingen um eine jeweils andere Dimension nachzugehen."

Das Ästhetische richtet sich letztlich aus auf die anderen Seiten der Wirklichkeit, die unbeleuchteten Ansichten. Es sucht hinter dem Erkannten das Unerkannte, hinter dem Geschauten das Ungeschauter <sup>436</sup>. Er folgt daraus, dass die Einladung eines Objekts, es zu erkunden, präferenzsteigernd wirkt <sup>437</sup>. Hierfür sollte man die Sinnesorgane aktivieren, indem ein Impuls vom Produkt ausgeht, dieses mit allen Sinnen zu untersuchen. Diese Impulse sind "nicht die jeweiligen Sensationswerte der Neugier, sondern die Ausprägungen der unbewußten Kontaktaufnahme mit Produkten" <sup>438</sup>. Für den Anwendungsfall „Stuhl“ stehen damit vor allem haptische Erfahrungen des Streichelns, Tastens und Darüberfahrens im Mittelpunkt.

Neugierde trägt ebenfalls Züge von Anpassung, weil sie besonders bei Kindern das Lernen fördert. An Teekesseln, Autos und Handys wurde deutlich, dass Neuheit und typische Züge stark negativ korrelieren, aber nicht völlig. Das bedeutet, dass es bis zu gewissem Grad möglich ist, die Neuheit eines Designs zu erhöhen und dennoch die typischen Züge zu erhalten <sup>439</sup>. MAYA wurde laut HEKKERT bisher nur in der visuellen Domäne getestet.

### 3.3.3.3 Überraschung, Neuartigkeit

PURCELL stellt fest, dass die emotionalen Reaktionen auf Produkte intensiver sind, wenn das Objekt Eigenschaften offenbart, die nicht erwartet wurden <sup>440</sup>. Allerdings ist völlige Neuartigkeit nicht kategorisierbar und daher bedeutungslos. Die dahinterstehende Annahme ist die, dass der Wert assimilierbarer Reize darin liegt, dass sie die Struktur der Kategorien weiter ausbauen und damit Wissen schaffen.

Neue Reize haben also positive affektive Reize, so lange sie in das etablierte Kategoriemuster passen <sup>441</sup>. Ein Beispiel dafür, dass Neuartigkeit präferenzhemmend wirken kann, liefert JAHR anhand der Tischleuchte „Tizio“ (von SAPPER, R. für Fa. Artemide), die Anfang der 70er

<sup>434</sup> IZARD, C. E. (1994): Die Emotionen des Menschen. Eine Einführung in die Grundlagen der Emotionspsychologie. 3. Auflage, Beltz, Weinheim und Basel, S. 228.

<sup>435</sup> McDOUGALL, W. (1923): An Introduction to Social Psychology. Methuen, London.

<sup>436</sup> SCHURIAN, W. (1986): Psychologie ästhetischer Wahrnehmungen. Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 13.

<sup>437</sup> Ebd., S. 63.

<sup>438</sup> FRIEDRICH-LIEBENBERG, A. (1976): Anmutungsleistungen von Produkten. Hanstein, Köln, S. 169.

<sup>439</sup> HEKKERT, P., SNELDERS, D. & VAN WIERINGEN, P. C. W. (2000): 'Most advanced, yet acceptable': Typicality and novelty as joint predictors of aesthetic preference in industrial design. *British Journal of Psychology*, Bnd. 94, (1), S. 111-124 (14)..

<sup>440</sup> PURCELL, A. T. (1986): Environmental perception and affect: a schema discrepancy model. *Environment and Behavior*, 18, S. 3-30.

<sup>441</sup> WHITFIELD, T. W. A., & SLATTER, P. E. (1979): The effects of categorization and prototypicality on aesthetic choice in a furniture selection task. *British Journal of Psychology*, 70, S. 65-75.

schleppend anließ und erst in den 80er Jahren zum Selbstläufer wurde. "Da war sie nicht mehr die einzige Halogenleuchte auf dem Markt und ihre Qualität war offensichtlich"<sup>442</sup>. COURNOT stellt daher ästhetische Innovation auf eine Stufe mit dem von PACKARD<sup>443</sup> als psychologische Obsoleszenz bezeichneten Komplex<sup>444</sup>.

Ein Beispiel für den Umkehrschluss, der aus dem Prinzip MAYA gezogen werden kann, ist die sog. „Repeated Evaluation Technique“. Diese besagt, dass der *Innovationscharakter* einer Form noch stärker als die bloße Häufigkeit der Betrachtung eine Präferenz-Zunahme begünstigt, wobei die Innovation anfangs auf Ablehnung stoßen kann, weil es in ihrer Natur liegt, mit gewohnten Sehmustern zu brechen. Dann aber stellt sich stetige Präferenz-Zunahme ein<sup>445</sup>. Das heißt jedoch nicht, dass zwangsläufig die „absolute“ Präferenz des Objekts mit der innovativen Formgebung über jener des konventionell gestalteten Objekts liegen<sup>446</sup>. Die beste abschließende Empfehlung, die wiederum auf eine „aurea mediocritas“ hinausläuft, liefert SPARSHOTT: "Novelty obviously cannot be placed on a scale of pleasing beside [greatness and beauty]. But it is not so remote from the other terms as it seems. In fact, a sense of novelty may be regarded as a necessary condition of aesthetic pleasure"<sup>447</sup>.

### 3.3.3.4 Anmerkung zum Spieltrieb

Ein der Neugierde entspringendes Such- und Erforschungsverhalten äußert sich auch im Spieltrieb, der sich selbst beim Betrachten von Kunst einstellen kann. Dann löst sich die Trennung zwischen Objekt und Betrachter auf und der Betrachter verliert sich gedanklich im Objekt, wird eins mit dem Kunstwerk<sup>448</sup>. Darüber hinaus sieht GADAMER im Ästhetischen eine der wichtigen Quellen von Freude. Diese Freude kann gerade Kunst und die Auseinandersetzung mit ihr vermitteln. Mit welchen Mitteln sie das tut, sagt er nicht. Wenn dabei der Tastsinn mit seiner charakteristischen Unmittelbarkeit (siehe Kapitel 3.2.2.2) zum Einsatz kommt, dürfte dies in besonderem Maße präferenzsteigernd wirken. Dass der Kontrast zwischen Spiel und der rein technischen Funktion attraktiv ist, scheint auch GROSSE

<sup>442</sup> JAHR, A. (Hrsg.) (1999): Top-Design des 20. Jahrhunderts: Form, Funktion, Faszination. 100 Jahre Lebenskultur. Naumann und Göbel, Köln, S. 6.

<sup>443</sup> PACKARD, V. (1962): Die große Verschwendung. Deutsche Buch-Gemeinschaft, Düsseldorf, Wien, S. 85.

<sup>444</sup> COURNOT, A. A. (1982): *Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire*. In: *Euvres complètes*, t. III, hrsg. V. Bruyère, N. Paris, S. 302 ff.

<sup>445</sup> CARBON, C.-C. & LEDER, H. (2005): The Repeated Evaluation Technique (RET). A Method to Capture Dynamic effects of Innovativeness and Attractiveness. *Applied Cognitive Psychology* 19, S. 587.

<sup>446</sup> LEDER, H. & CARBON, C.-C. (2005): Dimensions in Appreciation of Car Interior Design. *Applied Cognitive Psychology* 19, S. 603.

<sup>447</sup> SPARSHOTT, F. E. (1963): *The Structure of Aesthetics*. Routledge and Kegan Paul, London, S. 86.

<sup>448</sup> GADAMER, H.-G. (1998): From Truth and Method. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): *Aesthetics: The Big Questions*. Blackwell Publishers, Oxford, S. 93.

vor Augen zu sein, wenn er den Ingenieur als „homo faber“ und den Designer als „homo ludens“ bezeichnet<sup>449</sup>.

### 3.3.3.5 Komplexität

Sind Objekte zu reizarm und abstrakt, können sie nur von wenigen Aufgeklärten verstanden werden<sup>450</sup>. Der Schluss, den HEGEMANN daraus zieht, scheint allerdings zu weit zu gehen, wenn er behauptet, hohe Komplexität mache Produkte ansprechend<sup>451</sup>. Wie die Ausführungen zur Einfachheit (Kapitel 3.3.1.1) und zum Kontrast (Kapitel 3.3.2.1) gezeigt haben, sind sowohl Monotonie als auch Überforderung zu vermeiden<sup>452</sup>. Komplexität als das Gegenteil von Ordnung kann Unsicherheit beim Betrachter hervorrufen, weil sie längere Aufmerksamkeit erzwingt<sup>453</sup>.

Eine sehr interessante Parallele zieht LÖBACH zwischen dem Wandel ästhetischer Normen und evolutionären Prozessen: So, wie sich das irdische Leben nicht vom nieder- zum hochkomplexen entwickelt hätte, wenn es nicht einen natur-immanenten Drang gäbe, Grenzen zu übertreten (siehe Kapitel 3.4.1.3), so plädiert auch er für die permanente Neubestimmung ästhetischer Grenzen: "Genauso, wie das ästhetische Urteil des Industriedesigners alleine keine Grundlage bilden kann für die Gestaltung von Produkten, die durch eine große Zahl von Personen akzeptiert werden sollen, eben sowenig können ausschließlich die Ergebnisse empirischer Untersuchungen bezüglich ästhetischer Wertvorstellungen produktbestimmend sein, weil dann ewig die gleichen ästhetischen Normen reproduziert würden und eine Entwicklung zu neuen ästhetischen Werten fast ausgeschlossen wäre"<sup>454</sup>.

### 3.3.4 Prinzip 4: Redundanz und Widerspruchsfreiheit

Alles, was wir wahrnehmen, nehmen wir multimodal wahr, also auch Produkte (siehe Kapitel 3.1.1.3). Da leichte Identifikation das Überleben sichert, mögen wir Produkte, die ähnliche Reize an alle Sinne senden. Redundanz und Widerspruchsfreiheit der Eindrücke, letztere in der Arbeitswissenschaft als „Kompatibilität“ bezeichnet, führen zu höherer

<sup>449</sup> GROSSE, H. (2000): Wer was erleben will, muss spielen. In: REESE, J. (Hrsg.): Der Ingenieur und seine Designer. Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen Konstruktion und Design. Springer, Berlin und Heidelberg, S. 151-164, S. 151.

<sup>450</sup> BURKHARDT, F. (1984): Plädoyer für ein Nebeneinander unterschiedlicher Gestaltungsformen. In: Gestaltung zwischen 'good design' und Kitsch. Hrsg. vom IDZ, Berlin, S. 19.

<sup>451</sup> HEGEMANN, M. (1992): Ästhetik und Industriedesign. Dissertation an der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München, Schriftenreihe Produktentwicklung und Industriedesign, Band 3. Akademischer Verlag, München, S. 96.

<sup>452</sup> Zur Überforderung siehe die von FRANK aufgestellten informatorischen Grenzgrößen des Menschen in FRANK, H. (1964): Kybernetik und Ästhetik. Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte. Maurischat & Bevensee, Hamburg, S. 19. Bereits aufgelistet in den Fußnoten von Kapitel 3.3.2.2.

<sup>453</sup> LÖBACH, B. (1976): Industrial Design. Karl Thiemig, München, S. 165.

<sup>454</sup> Ebd., S. 185.

Erkennungsgenauigkeit<sup>455</sup>. Entsprechend ist es ästhetisch erfreulich, wenn die Themen der verschiedenen Sinneskanäle zusammenpassen und unerfreulich, wenn nicht.

Jede Deckungsgleichheit der Sinneseindrücke muss dabei produktspezifisch gewählt sein, was sich in der Aussage „form follows function“ widerspiegelt. Die Funktion ist dabei jedoch nicht utilitaristisch zu sehen, sondern kann ebenso auch Erfahrung und Spaß umfassen<sup>456</sup>. Wichtig ist aber, dass sich die Deckungsgleichheit auf alle Sinne bezieht, nicht nur auf den Gesichtssinn. Gleichzeitig kann man durch Abweichung bewusst Überraschungsmomente (Kapitel 3.3.3.3) inszenieren, die das Interesse an einem Produkt verlängern können (zum Kontrast siehe Kapitel 3.3.2.1).

### 3.3.4.1 Redundanz

Im Ergebnis kann man die Erscheinung eines Industrieprodukts auffassen als "(...) Nachricht, (...) die aus Informationen und Redundanz besteht. Information ist dabei der Teil der Nachricht, der für den Wahrnehmenden neu ist. Redundanz ist dabei der bekannte oder unwesentliche Teil der Nachricht, der allerdings nicht überflüssig ist<sup>457</sup>. Damit ein Industrieprodukt einen gewissen Aufmerksamkeitswert besitzt, muss es ein Überangebot an Information bieten. Dies wird ermöglicht durch eine entsprechende Komplexität der ästhetischen Erscheinung. Der Betrachter hat dann die Möglichkeit der Auswahl und reduziert im Wahrnehmungsvorgang die Nachricht auf eine ausreichende Information.

<sup>455</sup> Zur Erhöhung der Erkennungsgenauigkeit durch Redundanz siehe: BUBB, H. (1993): Informationswandel durch das System. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie. Carl Hanser, München, Wien, S. 338.  
Zur Erhöhung der Systemleistung durch Kompatibilität siehe: BUBB, H. (1993): Systemergonomische Gestaltung. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie. Carl Hanser, München, Wien, S. 416.

<sup>456</sup> HEKKERT, P. (2006): Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design. Im Druck. Fassung vom 26.5.2006: <http://studiolab.io.tudelft.nl/static/gems/hekkert/DesignAesthetics.pdf>.

<sup>457</sup> Zur Redundanz des Tastsinns siehe:  
BOLANOWSKI, S. J., GESCHIEDER, G. A., VERILLO, R. T. & CHECKOSKY, C. M. (1988): Four channels mediate the mechanical aspects of touch. *Journal of the Acoustical Society of America*, 84, S. 1680-1694.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.3 Prinzipien der Evolutionären Ästhetik
- 

Dadurch bleibt das Interesse an der ästhetischen Erscheinung lange erhalten" <sup>458</sup>. Redundanz hat damit nicht nur einen informations-sichernden Charakter, sondern bietet den Reiz des Modalitätswechsels bei gleichbleibender Information.

#### **3.3.4.2 Konsistenz Erwartung – Realität**

Widerspruchsfreiheit äußert sich auch in Vertrauen in die Erfüllung von Erwartungen: "So erweckt zum Beispiel eine klar gegliederte, den Mechanismus des Gutes in den wesentlichen Kraftlinien wiedergebenden Form Vertrauen zur technischen Produktlösung" <sup>459</sup>. FRIEDRICH-LIEBENBERG unterscheidet hierbei Sicherheits-, Haltbarkeits- und Perfektionsempfindungen. Auch nach FECHNER wird das ästhetische Empfinden des Menschen auch von der Widerspruchslosigkeit der wahrgenommenen Reize bestimmt<sup>460</sup>.

<sup>458</sup> LÖBACH, B. (1976): Industrial Design. Karl Thiemig, München, S. 172.

<sup>459</sup> FRIEDRICH-LIEBENBERG, A. (1976): Anmutungsleistungen von Produkten. Hanstein, Köln, S. 133.

<sup>460</sup> FECHNER, G. T. (1860): Elemente der Psychophysik. Breitkopf und Härtel, Leipzig, S. 42ff.



- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.4 Verallgemeinerbarkeit der 4 Prinzipien
- 

### **3.4 Sind diese Prinzipien als „Bauplan der Natur“ verallgemeinbar?**

Bislang war davon die Rede, dass die Entwicklung menschlicher Sinnesleistungen das Ergebnis evolutionärer Anpassung ist, und dass sich aus evolutionsbedingten Notwendigkeiten bestimmte Sinnes-Präferenzen ergeben. Ferner hat das letzte Kapitel gezeigt, dass der Organisation unseres Wahrnehmungsapparates im Wesentlichen 4 Prinzipien zugrunde liegen: das Ökonomieprinzip, „Einheit in Vielfalt“, „MAYA“ und das der Redundanz und Widerspruchsfreiheit.

Im vorliegenden Kapitel wird nun damit begonnen, aus den genannten Prinzipien Anhaltspunkte für die Formgestaltung zu gewinnen – aus den Sinnespräferenzen haben sich ja bereits erste Hinweise ergeben. Nun aber wird der Suche nach möglichen Form-Präferenzen das Hauptaugenmerk zuteil. Wie der Begriff der Form bereits ankündigt, treten damit alle anderen Sinne außer dem Sehsinn und dem Tastsinn in den Hintergrund.

Es wird nun das Gedankenexperiment vollzogen, ob die genannten 4 Prinzipien möglicherweise nicht nur den „Masterplan“ der menschlichen Wahrnehmung, sondern der Evolution der Schöpfung insgesamt zugrunde liegen. Überraschend wäre dies nicht – ist doch auch der Mensch Teil der Schöpfung, Teil der Natur. Wenn die seiner Wahrnehmung zugrunde liegenden Prinzipien sich aus der Evolutionsgeschichte ableiten lassen, wäre es dann nicht logisch, dass dieselben Prinzipien *zumindest einen Teil der Evolution* kennzeichnen?

Wenn das so wäre, dann stellten die 4 Grundprinzipien nicht nur für die menschliche Wahrnehmung, sondern generell für alles Leben der Erde einen *Teil des Bauplans der Natur* dar. Da der Verfasser mangels detaillierter Kenntnis der beteiligten Geo-, Bio- und Astrowissenschaften nicht den Anspruch erheben kann, diese Frage abschließend klären zu können, wird zumindest eine erste Plausibilitätsprüfung in Form folgender Frage vorgenommen: Gibt es in der Evolutionsgeschichte, also außerhalb der menschlichen Wahrnehmung, Beispiele für die Anwendung der genannten 4 Prinzipien?

Die Konsequenz wäre, dass sich die formale Manifestation dieser Prinzipien in der Natur selbst wiederfindet, dass also die Natur selbst den Formenvorrat liefert, der von dem in ihr aufgewachsenen Menschen ästhetisch bevorzugt wird.

#### **3.4.1.1 Beispiele in der Natur für Prinzip 1: Maximaler Effekt mit minimalem Aufwand**

Beispiele für das Ökonomieprinzip bei starker Funktionsorientierung sind in der Natur zahlreich zu finden. Man denke an die Optimierung von Volumen (Wärmespeicher) zu Oberfläche (Wärmeabgabe) und gleichzeitiger fluiddynamischer Optimierung der Querschnittsverläufe bei Pinguinen<sup>461</sup> oder an die nach den Gesetzen der Statik optimierten Wurzelansätze von Tannen und Fichten, mit denen die Bäume auch hohen Windkräften standhalten - ihre Profilquerschnitte weisen allesamt gleiche Spannung auf und setzen damit

<sup>461</sup> NACHTIGALL, W. & BLÜCHEL, K. G. (2000): Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, München, S. 193.

3. Determinanten des Gefallens
  - 3.4 Verallgemeinerbarkeit der 4 Prinzipien
- 

ein Minimum an Material ein<sup>462</sup>. Diese Struktur ist übrigens auch am menschlichen Oberschenkelknochen zu finden<sup>463</sup>. FUCHS folgert daraus: "Die Natur kennt nur Zweckformen"<sup>464</sup>.

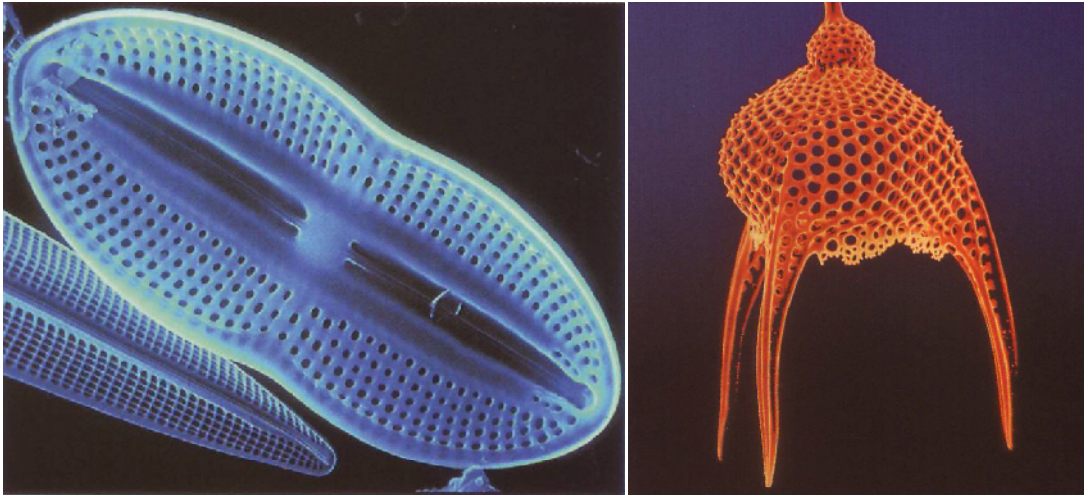


Abbildung 3-1: Auch Kieselalgenstrukturen weisen eine gewichtsoptimierte Struktur auf, die zugleich mechanisch hochstabil ist. Quelle: NACHTIGALL, W. & BLÜCHEL, K. G. (2000), S. 47 (links) bzw. S. 17 (rechts).

### 3.4.1.2 Beispiele in der Natur für Prinzip 2: Einheit in der Vielfalt

Für sämtliche in Kapitel 3.3.2 genannten Merkmale des Prinzips „Einheit in der Vielfalt“ sind in der Natur Beispiele zu finden. Harmonische Teilungen weisen etwa die Flügel von Schmetterlingen auf. Eine Teilung nach dem Goldenen Schnitt ist zu finden in der Segmentierung des Körpers zahlreicher Insekten<sup>465</sup> ebenso wie im Haus des Nautilus, dessen einzelne Kammern einander wiederum ähnlich sind und im Schnitt eine logarithmische Spirale ergeben<sup>466</sup> (siehe Abbildung 3-2). GHYKA weist ferner darauf hin, dass viele Seekreaturen eine pentagonale (und damit geometrisch dem Goldenen Schnitt verwandte) symmetrische Struktur aufweisen<sup>467</sup>. Die Blütenstände des Gänseblümchens sind auf Wachstumsspiralen angeordnet, die ebenfalls logarithmisch und dabei gleichwinkelig zum

<sup>462</sup> MATTHECK, C. (2006): Verborgene Gestaltgesetze der Natur. Optimalformen ohne Computer. Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe, S. 7.

<sup>463</sup> NACHTIGALL, W. & BLÜCHEL, K. G. (2000): Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, München, S. 243.

<sup>464</sup> EISENSCHINK, A. (1998): Zweckform, Reißform, Quatschform. Sehen - Erkennen - Gestalten nach der Visuellen Ästhetik des Günter Fuchs. Ernst Wasmuth, Tübingen, Berlin, S. 3-8.

<sup>465</sup> DOCZI, G. (1994): The Power of Limits. Proportional Harmonies in Nature, Art, and Architecture. Shambhala, Boston & London, S.88.

<sup>466</sup> GHYKA, M. (1977): The geometry of art and life.(Original veröffentlicht 1946). Dover, New York, S. 101.

<sup>467</sup> Ebd., S. 87ff.

3. Determinanten des Gefallens
  - 3.4 Verallgemeinerbarkeit der 4 Prinzipien
- 

Radius verlaufen<sup>468</sup>. Dasselbe trifft zu auf die Saat der Sonnenblume, deren Kernanordnung dabei in allen Wachstumsphasen auf logarithmischen Spiralen verläuft. Die beiden genannten Quellen DOCZY und GHYKA bieten einen umfangreichen Fundus an weiteren Beispielen.

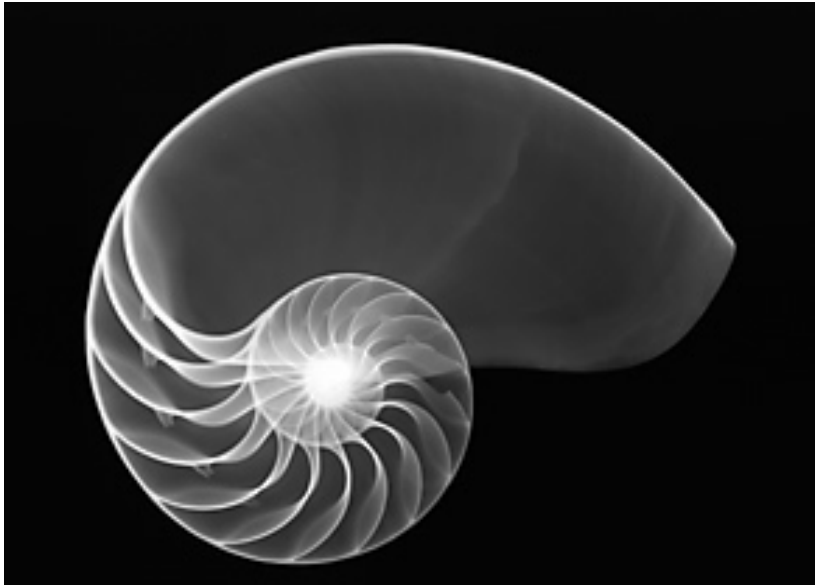


Abbildung 3-2: Schnitt durch einen Nautilus. Quelle: [www.bmyersphoto.com/BWXRAY/nautilus.jpg](http://www.bmyersphoto.com/BWXRAY/nautilus.jpg)

Betrachtet man darüber hinaus das Phänomen der Selbstähnlichkeit, beispielsweise anhand der von MANDELBROT aus der Chaostheorie abgeleiteten und von ihm namentlich geprägten „Fraktale“, so eröffnet sich ein weiteres Universum von Beispielen für „Einheit in der Vielfalt“. So finden sich fraktale Strukturen im menschlichen Blutkreislauf, in der Wolkenbildung, in der Topographie von Gebirgszügen, der Oberflächengeometrie von Seen, in zahlreichen Pflanzen wie z.B. Farnen sowie in kristallinen Strukturen wie z.B. in Schneeflocken<sup>469</sup>.

### 3.4.1.3 Beispiele in der Natur für Prinzip 3: Most Advanced Yet Acceptable

Betrachtet man die erdgeschichtliche Entstehung und die Ausbildung der Arten bis heute, so ist eine klare Tendenz zu zunehmender Komplexität bzw. Entropie erkennbar. BUBB stellt hierzu fest: „Many theories were proposed in order to solve the contradiction between the genesis of low entropy animals and the fundamental tendency of increasing entropy. An explanation, which does not contradict with the laws of nature and does not need additional assumptions, states:

- The increase of entropy is valid generally
- Such processes are preferred in nature, by which the increase of entropy is as fast as possible.

<sup>468</sup> DOCZI, G. (1994): The Power of Limits. Proportional Harmonies in Nature, Art, and Architecture. Shambhala, Boston & London, S. 1.

<sup>469</sup> MANDELBROT, B. B. (1991): Die fraktale Geometrie der Natur. Birkhäuser, Berlin. Siehe hierzu auch: KAPPAFF, J. (1991): Connections: The geometric bridge between art and science. McGraw-Hill, New York.

3. Determinanten des Gefallens
  - 3.4 Verallgemeinerbarkeit der 4 Prinzipien
- 

This explanation is first confirmed by organic chemistry. There exist many chemical reactions, where the existence of a catalyst can speed up the reaction rate. The complex biological catalysts (enzymes) increase the reaction rate by  $10^3$  to  $10^{15}$  fold (SACHSSE, 1971)<sup>470</sup>.

Dabei ist die Entstehung neuer Arten in Form von Mutationen verlaufen, die dem Zufallsprinzip unterliegen, und diese neuen Arten wiederum waren einem Ausleseprozess unterworfen<sup>471</sup>. Dieser Selektionsprozess scheint damit in unzähligen kleinen Schritten ebenfalls dem Prinzip „MAYA“ unterworfen zu sein, denn allzu stark vom gegebenen Muster abweichende Änderungen unterbindet im Umkehrschluss die Selektion.

#### **3.4.1.4 Beispiele in der Natur für Prinzip 4: Widerspruchsfreiheit / Redundanz**

Der Kirschbaum ist ein beliebtes Anschauungsobjekt dafür, dass das Reproduktionsprinzip der Natur „Redundanz“, oder besser „Verschwendung“ lautet, wenn man ihre Verbreitungsstrategien betrachtet. „Tausende von Blüten bringen Früchte für Vögel, Menschen und andere Tiere hervor, nur damit ein Kern schließlich einmal zu Boden fällt, Wurzeln schlägt und wächst. Wer würde beim Anblick des von Blütenblättern übersäten Bodens unter dem Baum über mangelnde Effizienz und Verschwendung klagen? Der Baum bringt zahllose Blüten und Früchte hervor, ohne seine Umwelt zu belasten. Im Gegenteil: Sobald sie zu Boden fallen, verrotten ihre Materialien und zerfallen in Nährstoffe, die Mikroorganismen, Insekten, Pflanzen, Säugetiere und Boden zum Leben brauchen. Obwohl der Baum viel mehr von seinem »Produkt« herstellt, als er für den eigenen Erfolg im Ökosystem braucht, hat sich dieser Überfluss (in Jahrmillionen von Erfolgen und Fehlschlägen, oder in Managersprache: durch Forschung und Entwicklung) entwickelt, um vielen sehr verschiedenen Zwecken zu dienen. Der Baum ernährt mit seiner Fruchtbarkeit praktisch alles in seiner Umgebung“<sup>472</sup>.

Dieses Prinzip der Redundanz bei der Weitergabe des Erbguts scheint in der Natur ein allgemeines Prinzip zu sein, wenn man jüngeren molekularbiologischen Erkenntnissen Glauben schenken darf: „Our results suggest that various omnipresent phenomena that distribute codons over sites with different selective requirements -such as the persistence of nonsynonymous mutations at equilibrium, the positive selection of the same codon in different types of sites, and translational ambiguity- predispose the evolution of redundancy and of reduced amino acid diversity in genetic codes“<sup>473</sup>. Die Natur scheint damit beide Strategien anzuwenden: die des Gebots der Wirtschaftlichkeit ebenso wie die der Verschwendung.

<sup>470</sup> BUBB, H. (2006): A consideration of the nature of work and the consequences for the human-oriented design of production and products. *Applied Ergonomics* 37(4), S. 401-407. Die zugehörigen Quellenangabe lautet: SACHSSE, H. (1971): Einführung in die Kybernetik. Uni-Text, Vieweg, Braunschweig.

<sup>471</sup> CHOI, M. Y., LEE, H. Y., KIM, D. & PARK, S. H. (1997): Entropic sampling and natural selection in biological evolution. *Journal of Physics A: Mathematical and General* (30), S. 749.

<sup>472</sup> BRAUNGART, M. & McDONOUGH, W. (2003): Einfach intelligent produzieren. *Cradle to cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können*. Berliner Taschenbuch Verlag, Berlin, S. 100.

<sup>473</sup> ARDELL, D. H. & SELLA, G. (2004): On the Evolution of Redundancy in Genetic Codes. *Journal of Molecular Evolution* (53), 4-5, S. 269.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.4 Verallgemeinerbarkeit der 4 Prinzipien
- 

### 3.4.1.5 Schlussfolgerung

Es sieht so aus, dass sich die genannten 4 evolutionspsychologischen Prinzipien des Menschen in vielerlei Spielart in der Natur wieder finden. Das stellt zumindest ein Indiz dafür dar, dass diese Prinzipien globalere Bedeutung haben. Allerdings ist damit nicht gesagt, dass es nicht noch weitere Prinzipien gibt, die nur in der Natur, nicht aber in der menschlichen Wahrnehmung Anwendung finden. Denkt man an das in Kapitel 3.4.1.4 angeführte Prinzip der Redundanz und seine Erläuterung am Beispiel des Kirschbaums mit seinen abertausenden Früchten, so ließe sich dieses ebenso als „Prinzip der Verschwendung“ titulieren, wobei gleichzeitig jede einzelne Kirsche nach ökonomischen Kriterien hervorgebracht wurde. Die Prinzipien sind somit weder trennscharf noch ausschließlich. Auch ist – wie das Beispiel des Kirschbaums zeigt – zu erwarten, dass es noch weitere Prinzipien in der Natur gibt, und damit auch weitere Prinzipien und Präferenzen für andere Spezies (z.B. für Pflanzen).

Für den Menschen heißt das jedoch, dass die Natur selbst **unter anderem** jene Form - Vorbilder liefert, die den menschlichen Sinnespräferenzen entsprechen.

3. Determinanten des Gefallens
  - 3.5 Weitere Beispiele für die Vorbildfunktion der Natur
- 

### 3.5 Weitere Indizien für die formale Vorbildfunktion der Natur

Abgesehen von der altgriechischen Philosophie, die der Natur Vorbildcharakter einräumte, VITRUVs Proportionslehre und der Wiederentdeckung des antiken Schönheitsbegriffs als von Maß und Zahl geprägt in der Renaissance, gab es schon früh weitere Hinweise darauf, dass jene Formen in der Natur zu finden sind, die den menschlichen Sinnespräferenzen entsprechen. Sie dokumentieren eine enge Bindung des Menschen an die Natur, leiten daraus unsere Affinität zu ihr ab und liefern damit einen weiteren Vorgriff auf das, was historisch später als „evolutionäre Ästhetik“ bezeichnet wurde.

#### 3.5.1 Biophilie als Zeichen menschlicher Verbundenheit mit der Natur

Der Begriff (*griech.*: Naturliebe) geht zurück auf WILSON, der sie definiert als "inborn affinity human beings have for other forms of life and natural environment, and affiliation evoked, according to circumstance, by pleasure, or a sense of security, or awe, or even fascination blended with revulsion"<sup>474</sup>. Anhand von Beispielen für die Wahl des Wohnorts (bevorzugt hoch und naturnah gelegen, mit Aussicht auf Seen) belegt er den Drang der Menschen, zu ihren Wurzeln zurückzukehren, und vermutet dahinter evolutionsbedingte Motive ("inborn habitat selection on which their survival depends"<sup>475</sup>. Dem stellt BELL entgegen, warum dieses Überleben schwer zu sichern war: "Man remakes nature for the simple and startling reason that man, of all living creatures, "natural man", is not at home in nature"<sup>476</sup>.

Jüngere Untersuchungen bestätigen den Wunsch des Menschen zur Naturnähe. "Eine Analyse der enormen Produktivitätszuwächse der Fabrik hat gezeigt, dass die "Biophilie" - die Liebe der Menschen zum Aufenthalt im Freien - ein wichtiger Faktor ist. Auch die Fluktuationsraten sind beeindruckend niedrig"<sup>477</sup>.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Formenvorrat von Menschen, die in der Natur leben, beispielsweise von Nomaden. TSCHINAG, selbst mongolischer Nomade, erläutert seine Sicht: "Unser Weltbild ist rund. Und der Nomade ist ein Mensch, der sehr viel Zeit und den Hang hat, zu philosophieren. Meine neueste Theorie, an der ich noch schleife, betrifft die runde und die eckige Kultur." Das runde sei das Grundprinzip der Natur, Galaxis, All, Erde, der Mensch mit seinen Organen, dem Kopf etc. (...). Rund ist die Urform des Lebens. So viel Zeit seit Anfang des Lebens auch vergangen sein mag, etwas Spitzes ist daraus nicht hervorgegangen". Erst die Zivilisation habe das Eckige eingeführt. Die Städte wurden im rechten Winkel angelegt, die Äcker entsprechend abgegrenzt, die Häuser eckig gebaut. „Spitze Ecken sind immer Demonstrationen der Gewalt nach außen, in welcher Form auch immer". Zu meinen, dass das Runde das Schwächere sei, wäre falsch, wie man gut am

<sup>474</sup> WILSON, E. O. (1929/2006): *Naturalist*. Island Press, Washington, S. 360.

<sup>475</sup> Ebd.

<sup>476</sup> BELL, D. (1980): *The Winding Passage. Essays and Sociocultural Journeys 1960 to 1980*. ABT Books, Cambridge, Mass, S. 8.

<sup>477</sup> BRAUNGART, M. & McDONOUGH, W. (2003): *Einfach intelligent produzieren. Cradle to cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können*. Berliner Taschenbuch Verlag, Berlin, S. 103.

3. Determinanten des Gefallens
  - 3.5 Weitere Beispiele für die Vorbildfunktion der Natur
- 

Wassertropfen sehen kann, der den Stein höhlt. "Also sehen wir, dass auch das Runde seine Kraft hat und dass diese im Unterschied zum Eckigen in sich ruht" <sup>478</sup>.

### 3.5.2 Das „Naturschöne“

Wie die Vorsokratiker stellt auch KANT die Schönheit der Natur über die der Kunst<sup>479</sup>: "Dieser Vorzug der Naturschönheit vor der Kunstschönheit, wenn jene gleich durch diese der Form nach sogar übertroffen würde, dennoch allein ein unmittelbares Interesse zu erwecken, stimmt mit der geläuterten und gründlichen Denkungsart aller Menschen überein, die ihr sittliches Gefühl kultiviert haben" <sup>480</sup>. Er folgert daraus: „Unmittelbares Interesse an der Schönheit der Natur ist jederzeit ein Kennzeichen einer guten Seele“ <sup>481</sup>. RIEDEL sieht in KANT einen Pionier: „Erst seit Kant gibt es eine Metaphysik des Naturschönen, die als komplementäre Metaphysik zur Naturmetaphysik und Metaphysik der Sitten hinzutritt. (...) Kant redet von der Chiffrensprache der Natur, die in figürlichen Formen zu uns spricht; und damit deutet er die Grenzen der Ästhetik an, wenn man darunter nur die Lehre von der Kunst und ihrem Genuß versteht" <sup>482</sup>.

Als Quelle für die Schönheit der Natur sieht HARTMANN die Faszination für deren spielerisch-souveränes Werk: „Alles durch Vitalgefühle (...) vermittelte Schöne ist ein Schönes des Organischen. Es wird unterstützt durch das "Naturwunder des organischen Wesens selbst: - und zwar in seiner Eigenart: seiner Verwandtschaft mit uns und seiner Fremdartigkeit. (...) Und geht man dem weiter nach, so ist es - theoretisch ausgedrückt- die Fühlung mit einer in der Tat erstaunlichen und durch ihre Vollkommenheit überlegenen Zweckmäßigkeit, die sich im Ganzen des organischen Wesens verrät" <sup>483</sup>. HARTMANN ergänzt, dass das Formenspiel der Natur ungewollt, aber deswegen nicht zufällig zustande gekommen sei. " Eben darum ist es auffallend, überraschend, es lockt die Aufmerksamkeit an, fordert zum Verweilen heraus" <sup>484</sup>.

Die Vorlieben bei der Betrachtung von Kunstwerken zeichnen ein ähnliches Bild. Im Rahmen einer vergleichenden Bildbeurteilung, die als Paarvergleich mit Präferenzurteil, Bildassoziationen und Präferenzen bzgl. Einzelmerkmalen (Linien, Formelemente, Farbtöne, Farbintensität, Bildmitte, Struktur des Bildaufbaus) und Stilrichtung (vegetativ-organisch vs.

<sup>478</sup> SCHENK, A. & TSCHINAG, G.(1999): Im Land der zornigen Winde. Unionsverlag, Zürich, S. 203f.

<sup>479</sup> RIEDEL stellt hierzu fest: „Die Natur ist in sich zweckmäßig, auf ein Telos bezogen, ohne daß das Prädikat "schön" emphatisch hinzugefügt werden muß". Siehe: RIEDEL, M. (1991): Rehabilitierung des Naturschönen. Ein Gespräch. In: RÖTZER, F. (Hrsg.): Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 457.

<sup>480</sup> KANT, I. (1790/1968): Kritik der Urteilskraft. Hrsg. von K. Vorländer. Unveränderter Nachdruck der sechsten Auflage von 1924. Felix Meiner, Hamburg, §42.

<sup>481</sup> Ebd..

<sup>482</sup> RIEDEL, M. (1991): Rehabilitierung des Naturschönen. Ein Gespräch. In: RÖTZER, F. (Hrsg.): Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien. Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 459.

<sup>483</sup> HARTMANN, N. (1998): Ästhetik. De Gruyter, Berlin, S. 143.

<sup>484</sup> Ebd., S. 152f.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.5 Weitere Beispiele für die Vorbildfunktion der Natur
- 

geometrisch-konstruiert) durchgeführt wurde, zeigten sich deutliche Stilpräferenzen für runde Formen (92%), unregelmäßige Linienführung (88%) und organisch-vegetative Stilrichtung (90%). Die Analysen zeigen, dass ein großer Teil der Stilpräferenzen statistisch signifikant mit den ästhetischen Urteilen korreliert. Die Untersuchung wurde an Studenten, auch solchen der Kunst durchgeführt. Interessanterweise zeigten sich hierbei keine Unterschiede zwischen Fachrichtungen. Da auch keine geschlechtsspezifischen Unterschiede festgestellt wurden, liegt die Vermutung nahe, dass die Ergebnisse allgemeingültig sein dürften<sup>485</sup>. Dies stellt zumindest ein Indiz für eine gewisse Affinität des Menschen dar.

### **3.5.3 Bionik: Technische Nutzbarmachung natürlicher Prinzipien weit über die Form hinaus**

Bionik ist ein Kunstwort, das sich aus Biologie und Technik zusammensetzt. PAPANEK bezeichnet sie als "Baum der Erkenntnis" und definiert sie als "die Verwendung biologischer Prototypen beim Design künstlicher Systeme"<sup>486</sup>. Er stellt fest, dass die Natur bereits alle Probleme biologischer und chemischer Natur gelöst habe, denen sich die Menschheit gegenüber sieht. Er sieht darin eine hoch effiziente, funktional überlegene Problemlösung. Er stellt die industrielle Revolution als mechanische Ära der technologischen Ära 1910 - 1970 gegenüber und ist der Ansicht, dass wir jetzt in die "Biomorphologische Ära eintreten, eine "geschmeidige Technologie zulässiger Imitationen"<sup>487</sup>.

NACHTIGALL stellt die zehn „goldene Regeln“ bionischen Designs auf<sup>488</sup>, die ebenfalls deutliche Parallelen mit den 4 evolutionspsychologischen Prinzipien aufweisen:

- Integrierte statt additive Konstruktion
- Optimierung des Ganzen, nicht des Einzelements
- Multi- statt Monofunktionalität
- Feinabstimmung gegenüber der Umwelt
- Energieeinsparung statt Verschwendung
- Direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie
- Zeitliche Limitierung statt unnötiger Haltbarkeit
- Totale Rezyklierung
- Vernetzung statt Linearität
- Entwicklung im Versuch-Irrtum-Prozess.

Die Vorbildfunktion der Natur in Bezug auf die Form kann somit als Nebenprodukt gesamtoptimierter Systeme gesehen werden.

<sup>485</sup> SCHURIAN, W. (1986): Psychologie ästhetischer Wahrnehmungen. Westdeutscher Verlag, Opladen, S. 64-74.

<sup>486</sup> PAPANEK, V. (1972): Das Papanek-Konzept. Nymphenburger Verlagshandlung, München, S. 173.

<sup>487</sup> Ebd., S. 178.

<sup>488</sup> NACHTIGALL, W. & BLÜCHEL, K. G. (2000): Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, München, S. 174-182.



- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.5 Weitere Beispiele für die Vorbildfunktion der Natur
- 

Diese kurzen Exkurse sollen genügen, um zu untermauern, dass der evolutionspsychologische Ansatz der Ästhetik es nahelegt, nach den von der menschlichen Wahrnehmung bevorzugten Formen in der Natur selbst zu suchen. Dies ist Gegenstand des folgenden Kapitels.

### 3.6 „Biomorphie“ als phänotypische Ausprägung evolutionärer Prinzipien

Wenn in Kapitel 3.4.1.5 davon die Rede war, dass die Natur „unter anderem“ Form-Vorbilder im Sinne menschlicher, evolutionspsychologisch bedingter Präferenzen hervorbringt, so heißt dies auch, dass sie auch Formen hervorbringt, die dies nicht tun. Mit Blick auf die bisher gesammelten formalen Kriterien wäre beispielsweise der Bereich der Geologie, und hier insbesondere eine Erscheinung wie das Kristallwachstum zu nennen. Zwar gibt es hier zahlreiche Beispiele von Formationen, die faszinierend zu betrachten sind, gerade mit Blick auf das Prinzip „Einheit in der Vielfalt“. Es soll jetzt aber mit Blick auf die anschließend vorgesehenen Untersuchungen mit Stühlen Rücksicht darauf genommen werden, welche Formen auch für den Tastsinn eine angenehme ästhetische Erfahrung bedeuten. Demnach entsprechen schroffe, amorphe und überwiegend scharfkantig gezeichnete Geometrien im Allgemeinen nicht diesen Kriterien. Hierzu zählen vielmehr jene Geometrien, für die im Folgenden die Bezeichnung „biomorph“ bezeichnet werden.

#### 3.6.1 Wortbedeutung

Gemäß DUDEN<sup>489</sup> bezeichnet „biomorph“ (von *griech.* βίον (bion) und μορφή (morphe)) „von den Kräften des natürlichen Lebens geformt“. „Biomorphie“ als zugehöriges Substantiv wird nicht aufgeführt – was darauf hindeutet, dass die Wortverwendung sich noch nicht etabliert hat und mithin die inhaltliche Bestimmung noch unscharf ist. Es wird deswegen im Sinne der bisherigen evolutionspsychologischen Überlegungen vorgeschlagen, darunter eine Form zu verstehen, die „von den Kräften des natürlichen Lebens geformt ist, ohne schroff oder amorph zu sein“. Diese Sprachregelung bedarf allerdings einer weiteren Klarstellung, die sich am besten anhand der damit gemeinten Formmerkmale erläutern lässt.

#### 3.6.2 Kriterien von Biomorphie

Entsprechend den in Kapitel 3.2, 3.3, 3.4 und 3.5 geäußerten Überlegungen kann eine wahrnehmungspsychologische Präferenz des Menschen bei folgenden Merkmalen erwartet werden: Die **formale Struktur** des Objekts sollte möglichst einfach sein, klar erkennbar in ihrer Gesamtheit und in ihren Unterteilungen, vertraut, stimmig, d. h. ohne formale Brüche, symmetrisch und, dieser Punkt ist wesentlich, glaubhaft brauchbar (z.B. anhand der Kraftlinien nachvollziehbar stabil, griffig bzw. greiffreundlich dort, wo man anpacken muss, bereits visuelle Unterscheidbarkeit bietend, wo später haptische Unterscheidbarkeit von Bedeutung ist etc.). Gerade beim letzten Punkt ist damit der Einsatzkontext von großer Bedeutung, ebenso das zu erwartende Vorwissen des Nutzers. Wer sich zum ersten Mal in einen Stahlrohrfreischwinger mit Rohren konstanten Querschnitts setzt, wird eine gesunde Vorsicht an den Tag legen. Hier wird das Kriterium der glaubhaften Brauchbarkeit in Bezug auf die Stabilität voraussichtlich nicht voll erfüllt<sup>490</sup>.

<sup>489</sup> Quelle: <http://www.duden.de/> gemäß Internetfassung vom 24.8.2006.

<sup>490</sup> Dann nämlich nicht, wenn die Rohre nach Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten dimensioniert sind. Überdimensionierte Rohre können dem entgegenwirken, laufen aber dem Prinzip der Dynamik zuwider.

Gleichzeitig sollte die formale Struktur Monotonie vermeiden, angenehme visuelle und haptische (d.h. synästhetisch stimmige) Überraschungsmomente bieten, mit Kontrasten spielen, dynamische Züge aufweisen (Assoziation zu „Leben“) und die Neugier am Objekt und damit den Spieltrieb wecken. Es ist also eine gelungene Balance zwischen beruhigenden und anregenden Reizen zu finden.

In Bezug auf die **Formelemente** eignen sich klare Leitlinien, die die Teile des Objekts miteinander verbinden, ein ausgewogenes Spiel von Kanten und Rundungen, sicht- und tastbare Kavitäten bzw. Durchbrüche, sowie Wechsel von konkaven zu konvexen Flächen, die wiederum sicht- und fühlbare Leitlinien aufbauen können. Diese Leitlinien eignen sich auch als Weg, entlang dessen sich das Objekt erkunden lässt. Diskontinuierliche Querschnitte eines längsorientierten Objekts sind eine beispielhafte Anwendung möglicher Abwechslungsstrategien.

Die Materialität des Objekts sollte in Bezug auf die Oberflächengestaltung so gewählt sein, dass im Bereich der Hände eher glatte Oberflächen zum Einsatz kommen, um ein spielerisches Berühren zu erleichtern. Dies sollte selbstverständlich – wie alle Maßnahmen generell mit Funktion und Einsatzbedingungen des Objektes harmonieren. Kann das Objekt bewegt werden, sollte sich die „glaubhafte Brauchbarkeit“ auch in Masse und Trägheit ausdrücken. Dies steht nicht im Kontrast zur Anwendung von Leichtbau, denn dieser zeichnet sich ja wiederum durch spürbare Steifigkeit aus.

Welche Strukturmerkmale und Formelemente dominant sind, hängt von der Art und Verwendung des Produkts ab. So hat die Erfüllung mechanischer Stabilität bei einem Liegestuhl eine andere Bedeutung als bei einem Briefbeschwerer. Abbildung 3-3 zeigt einige Beispiele biomorpher Formgebung in der Natur im Sinne der o. g. Wortdefinition.

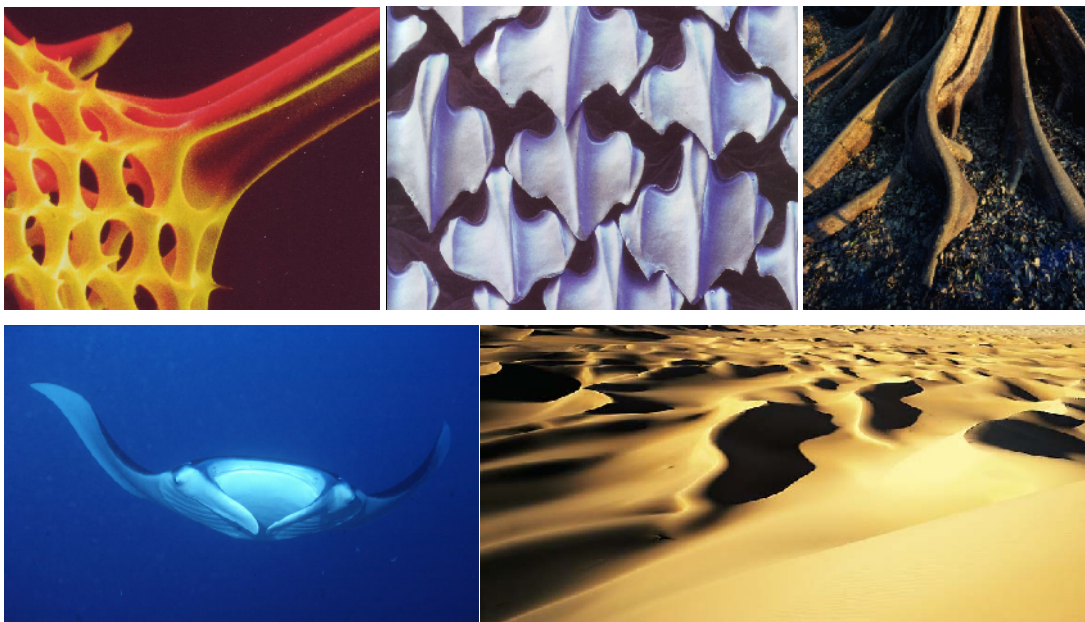


Abbildung 3-3: Beispiele **biomorph** Formen in der Natur: Kieselalgenstrukturen, Placoidschuppen der Haifischhaut, Wurzelwachstum, Manta, Sanddünen. Quellen: obere Reihe NACHTIGALL, S. 279, und S. 51, untere Reihe: [www.geoscience-online.de](http://www.geoscience-online.de)

Wie bereits deutlich wurde, besteht die eigentliche Herausforderung darin, diese zum Teil widersprüchlichen Kriterien im Sinne eines ausgewogenen Kontrasts umzusetzen. Beispielsweise Monotonie zu vermeiden, ohne bei zu komplexen, zerklüfteten oder dekorativ-

verspielten Formen zu enden, setzt ein hohes Maß an Gestaltungsvermögen voraus. Auch ist durchaus denkbar, dass es weitere präferenzsteigernde Merkmale gibt, die hier nicht aufgeführt wurden. Bei den genannten Kriterien handelt es sich somit um Anhaltspunkte, nicht um ein „Rezept“.

### 3.6.3 Die Natur als Vorbild für das Design?

Nachdem anhand von Beispielen in der Natur der Charakter biomorpher Form verdeutlicht wurde, soll nun eine Brücke zum Design geschlagen werden. Dabei wird zunächst geklärt, ob sich das Selbstverständnis des Designs und seine selbst auferlegten Qualitätskriterien hierfür überhaupt anbieten.

#### 3.6.3.1 Definitionen und Qualitätsmaßstäbe von Design

Der englische Begriff "Design" geht auf VAN DER ROHE zurück, der eine Übersetzung für das deutsche Wort "Gestalt" suchte. LENGERT definierte den Begriff Anfang der 70er Jahre folgendermaßen: "Design ist das bewußte Erzeugen einer Wirkung durch die Produktgestalt"<sup>491</sup>. Weitere Interpretationen lauten:

- „Design ist die Kunst, die sich nützlich macht.“ (OBERS, C.)
- „Gutes Design ist möglichst wenig Design.“ (RAMS, D.)
- „Design ist die Kunst, Funktion, Preis und Aussehen unter einen Hut zu bringen.“ (CONRAN, T.)<sup>492</sup>
- „Design ist die Schnittstelle zwischen Mensch und Gerät.“ (COLANI, L.)
- „Design ist die Kunst, die neue Werte schafft.“ (GRUNDIG, M.)
- „Design ist der Prozess von der Idee zum Produkt.“ (BUSSE, R.)<sup>493</sup>
- „Design ist ein Hilfsmittel zur Verbesserung des praktischen Lebens.“ (MASER, S.)<sup>494</sup>
- „Design ist ökonomisch gesehen die Gestaltung des Qualitätsbündels eines Produktes.“ (LEITHERER, E.)<sup>495</sup>
- „Design is not simply an economic issue, or a means of self-expression. It is both about culture, and about commerce. (...) And it is this duality which makes design a powerful focus for looking at where the world is going.“ (REDHEAD, D.)<sup>496</sup>

<sup>491</sup> REESE, J. (Hrsg.) (2005): Der Ingenieur und seine Designer. Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen Konstruktion und Design. Springer, Berlin und Heidelberg, S. VIII.

<sup>492</sup> CONRAN, T. (1996): Design. Du Mont, Köln, S. 20.

<sup>493</sup> MEYER, K. (2005): Besuch bei Rido Busse. Design Report 2/05, S. 38-41.

<sup>494</sup> MASER, S. (1976): Theorie ohne Praxis ist leer, Praxis ohne Theorie ist blind. In: Form, Heft 73, Nr. 1/1976, S. 40-42.

<sup>495</sup> LEITHERER, E. (1989): Betriebliche Marktlehre. Poeschel, Stuttgart, S. 90. Er spricht in diesem Zusammenhang von „Informationsausstrahlung“.

<sup>496</sup> REDHEAD, D. (2000): Products of Our Time. Birkhäuser, Berlin, S. 7.

Der gemeinsame Nenner dürfte in der Definition von PAPANÉK liegen: „Design ist das bewußte Bestreben, sinnvolle Ordnung zu stiften“<sup>497</sup>. Er fügt weiter hinzu: „Die Art und Weise, wie eine Form ihren Zweck erfüllt, ist ihre Funktion“. Aber Funktionserfüllung ist nicht alles. Zu glauben, dass eine Form automatisch gut aussieht, nur weil sie ihre Funktion gut erfüllt, sei irrig. Die Bauhaus-Produkte seien ein gutes Beispiel für diesen Irrweg. Er charakterisiert sie als abweisend, kalt, unnahbar und nicht zum Gebrauch einladend. Es gehe deswegen nicht darum, funktional *oder* schön zu gestalten, sondern „ästhetisches Aussehen“ zum Teil der Funktion zu machen<sup>498</sup>. CONRAN vermutet, dass zur Festlegung dieses „ästhetischen Aussehens“ die Natur der „ausschlaggebende Bezugspunkt“ ist<sup>499</sup>.

Design dient somit vielen Herren: den funktionalen, physischen und ästhetisch-psychischen Bedürfnissen des Nutzers ebenso wie den wirtschaftlichen Interessen des Herstellers, und diese Liste wie auch die Liste der Zitate ließe sich beliebig fortsetzen und um weitere Aspekte wie beispielsweise Belange der Ökologie und damit der Gesellschaft insgesamt erweitern. Diese sind sogar zwingend zu berücksichtigen im Sinne dauerhaft tragfähigen Wirtschaftens<sup>500</sup>. Deswegen sieht ZEC in der Designertätigkeit einen Beruf mit sozialer Verantwortung: „So betrachtet ist gutes Design zunächst immer den gültigen Normen und Maximen der Lebensführung verpflichtet. Idealerweise gelingt es gutem Design, sowohl jener ethischen Forderung, als auch dem unternehmerischen Gewinnstreben gleichermaßen gerecht zu werden“. Letztlich gehe es um die „Schönheit der Verantwortung“, womit ZEC auch die Ausrichtung des Produktes an ökologischen Kriterien meint<sup>501</sup>.

Ein Verfechter einer Ausrichtung von Produkten an den Gestaltungsprinzipien der Natur ist auch COLANI. Sein Werk greift einige der genannten Gestaltungsmerkmale auf, wendet diese aber auf praktisch alle denkbaren Objekte an: Auf Skulpturen (Pinakothek der Moderne, München) und auf Fahrzeuge, auf Sitzmöbel und Essgeschirr, auf Fahrradbeleuchtung, Kugelschreiber und städtebauliche Architektur<sup>502</sup>. Die beliebige Skalierung dieser Prinzipien erscheint dem Verfasser allerdings riskant (siehe Kapitel 3.7, Kapitel 6 und Kapitel 7.5) - eine Warnung stellt das berühmte Beispiel der Hummel dar, die nach NASA-Berechnungen flugunfähig sein müsste. Der Fehler lag in der Annahme, die bekannten aerodynamischen Gesetze linear auf die Größe des Insekts skalieren zu können<sup>503</sup>. Was in der Physik nicht funktioniert, funktioniert möglicherweise auch in der Wahrnehmungspsychologie nicht.

<sup>497</sup> PAPANÉK, V. (1972): Das Papanek-Konzept. Nymphenburger Verlagshandlung, München, S. 17.

<sup>498</sup> Ebd., S. 19. Dass sich das Design zukünftig mehr mit der ästhetisch-emotionalen Wirkung der Produkte befassen muss, steht auch für WELSCH außer Frage, siehe WELSCH, W. (1990): Ästhetisches Denken. Reclam, Stuttgart.

<sup>499</sup> CONRAN, T. (1996): Design. Du Mont, Köln, S. 16.

<sup>500</sup> Praktische Beispiele nachhaltiger Produktgestaltung und der Prozesse dorthin siehe PAPANÉK (1972), sowie: PAPANÉK, V. (1995): The Green Imperative. Ecology and Ethics in Design and Architecture. Thames and Hudson, London.

<sup>501</sup> ZEC, P. (1997): German Design Standards. Du Mont, Köln, S. 201.

<sup>502</sup> BANGERT, A. (2004): Colani. Die Kunst Zukunft zu gestalten. Bangert Verlag, Schopfheim.

<sup>503</sup> EISENSCHINK, A. (1998): Zweckform, Reißform, Quatschform. Sehen - Erkennen - Gestalten nach der Visuellen Ästhetik des Günter Fuchs. Ernst Wasmuth, Tübingen, Berlin, S. 3-8.

Ein Schlusspunkt soll mit dem Loblied gesetzt werden, das FEHLBAUM über das Designer - Ehepaar EAMES und deren Entwürfe singt<sup>504</sup>. Es stellt eine treffende Zusammenfassung der in Kapitel 3.6.2 genannten evolutionspsychologisch begründeten Präferenzmerkmale dar:

„Die Vitalität ihres Konzeptes läßt die Möbel auch heute frisch und zeitgemäß erscheinen. Sie sind ehrlich, spielerisch, phantasievoll und technisch konsequent, und damit haben sie einen festen Platz in einer sich wandelnden Welt. (...) Sie zeigen die Schönheit der Technik und nehmen Bezug auf die Natur. Diese Möbel sind weder modisch noch futuristisch noch nostalgisch. Nur die Geschichte kann den Ehrentitel Klassiker verleihen und die Eames-Möbel sind Klassiker“. Er schätzt an den Möbeln die Abwesenheit strenger Geometrie, die Anwendung eher „organischer“ Formen (vgl. Kapitel 3.6.3.6), die vielfältig auf physische und emotionale Bedürfnisse eingehen. "Das Eamessche Vokabular von Schalen, Wirbeln und graphischen Linien war einerseits von der Natur, andererseits von den imaginären Landschaften eines Klee, Miró und Calder inspiriert. Aber auch ökologische Überlegungen flossen in die Gestaltung ein: Hochwertige Materialien sichern eine lange Lebensdauer, leichter Austausch einzelner Teile bei Reparaturen bzw. einfaches Zerlegen beim Recycling<sup>505</sup>.

Es sieht insgesamt so aus, als wäre das Design sowohl aus der Sicht von Designtheoretikern, als auch von Designern, Unternehmern und Wirtschaftswissenschaftlern aufgrund seiner eigenen Berufsauffassung Zielen verpflichtet, die in hohem Maß einer Orientierung an Prinzipien der Natur entsprechen. Auch bezüglich der strukturellen und formalen Kriterien aus Kapitel 3.6.2 ist eine große Schnittmenge zu verzeichnen - auch der noch nicht explizit genannte Faktor des „Überraschungsmoments“ ist vertreten<sup>506</sup>. Die Natur kann somit nach Ansicht des Autors als Vorbild auch für Designtheorie und Designpraxis angesehen werden. Zur Veranschaulichung werden im folgenden Kapitel 4 Bürostühle gezeigt, die als beispielhafte Umsetzung jeweils eines der 4 evolutionspsychologischen Prinzipien bezeichnet werden können.

### **3.6.3.2 Designbeispiel zu Prinzip 1: Maximaler Effekt mit minimalem Aufwand**

Die Stahlrohrfreischwinger von STAM (1926) und V. D. ROHE (1927) (siehe Abbildung 3-4) waren die ersten Stahlrohr-Bürostühle und damit Pioniere der Konstruktion von Sitzmöbeln aus standardisierten Halbzeugen. Ein Jahr zuvor kam bereits BREUERs Stuhl „Wassily“ heraus, den BREUER für KANDINSKYs Haus auf dem Dessauer Bauhausgelände entworfen hatte, jedoch ist dieser mehr als temporärer Ruhe- oder Lesesessel anzusehen<sup>507</sup>.

<sup>504</sup> Für eine Einordnung der EAMESschen Werke in das Lebenswerk von FEHLBAUM siehe KALMAN, T. (1999): Chairman Rolf Fehlbaum. Festschrift anlässlich der Verleihung des Designpreises der Bundesrepublik Deutschland an Rolf Fehlbaum. Lars Müller, Baden (CH).

<sup>505</sup> VITRA (Hrsg.) (1996): Eames. Vitra. Selbstverlag, Weil am Rhein, S. 16.

<sup>506</sup> „Überraschungsmomente aus der Verwendung von Technik, die Erstaunen hervorrufen“ attestiert BOISSIERE auch den Entwürfen von STARCK. Siehe: BOISSIERE, O. (1991): Philippe Starck. Taschen, Köln, S. 17.

<sup>507</sup> DEWIEL, L. L. (1999): Stühle und Sessel. Stuhl design vom Barock bis zur Moderne. Wilhelm Heyne, München, S. 220.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.6 Biomorphie

---



Abbildung 3-4: Links: Freischwinger von STAM (Quelle: FIELL (2000), S. 164) und rechts der MR10 von V. D. ROHE (1927) (Quelle: [www.markanto.de](http://www.markanto.de)).

Über den wenig Vertrauen in die mechanische Stabilität weckenden Anblick wurde bereits gesprochen. Dieser ist an dieser Stelle auch weniger von Belang. Vielmehr stellen diese Stühle Paradebeispiele des Ökonomieprinzips dar: Ein Stück mehrfach gebogenes Stahlrohr, zwei Bespannungsbahnen aus Leder oder Textilgewebe und zwei Abspannstreben unter der Sitzfläche genügen, um die Geometrie der Stühle zu erzeugen<sup>508</sup>. Weitere Beispiele sind Abbildung 3-5 zu entnehmen. Hierbei wird der Betrachtungsbereich auf Sitz- und Ruhemöbel erweitert.

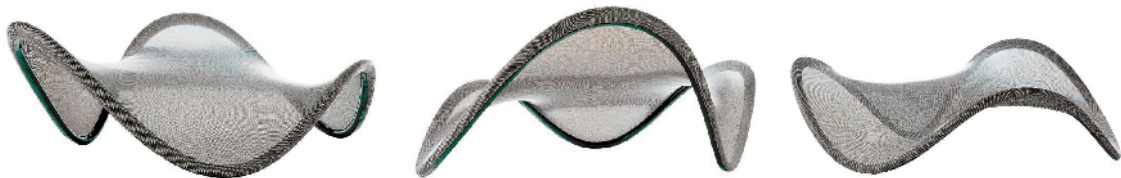


Abbildung 3-5: Weiteres Designbeispiel: Liege „fly“ von ZANOTTA (Quelle: [www.zandtta.it](http://www.zandtta.it)).

Die hier gezeigte Liege stellt eine materialoptimierte Membranbauweise dar, analog zum Zeltdach des Münchner Olympiageländes. Die Stabilität entsteht dabei aus der Geometrie des Rahmens (wiederum genügt 1 gebogenes Rohr), dessen Form dafür sorgt, dass es zu jedem Punkt der Liegefläche zwei gegenläufige Krümmungen gibt („Sattel“).

Weitere Beispiele sind überall dort zu finden, wo Gewicht eine Rolle spielt, wie bei Expeditionsausrüstung. Hier wird in der Regel versucht, strukturellen Unterbau durch vor Ort vorhandenes Material zu ersetzen und nur die „Funktionsschicht“ zu transportieren (z.B. selbstaufblasende Liegematten, Sitzkissen mit abgespannter Rückenlehne ohne „Beine“).

<sup>508</sup> Eine genauere Beschreibung des Herstellungsverfahrens und der verwendeten Materialien ist zu finden bei: VEGESACK, A. v. (Hrsg.) (1997): Designmaßstäbe - 100 klassische Sitzmöbel. Vitra Design Museum, Weil am Rhein, §22 und 23.

- 3. Determinanten des Gefallens
  - 3.6 Biomorphie
- 

### 3.6.3.3 Designbeispiel zu Prinzip 2: Einheit in der Vielfalt

WRIGHTs Bürostuhl, den er 1904 zusammen mit dem gesamten Bürogebäude für die Larkin Company entworfen und diesen auf die Architektur abgestimmt hat, kann als der Urvater aller heutigen Bürodrehstühle angesehen werden<sup>509</sup> (siehe Abbildung 3-6). Sowohl das Gebäude, als auch der Stuhl weist das Quadrat und das Rechteck als dominantes strukturelles, aber auch gestalterisches Element auf.



Abbildung 3-6: WRIGHTs Bürostuhl gilt als Prototyp des modernen Bürostuhls. Quelle: FIELL (2000), S. 140.

Es ist unübersehbar, dass die Formgebung elementaren Anforderungen an Verletzungssicherheit nicht gerecht wird. Unnötig viele Ecken und Kanten gefährden den Besitzer. Dennoch stellt die konsequente Wiederholung eines formalen Prinzips ein Beispiel für „Einheit in der Vielfalt“ dar.

Weitere Beispiele, wiederum aus einem weiteren Kontext, sind Abbildung 3-7 zu entnehmen.

<sup>509</sup> FIELL, C. & P. (2000): 1000 Chairs. Taschen, Köln, S. 141.





Abbildung 3-7: Weitere Designbeispiele von Sitz- und Liegemöbeln: Links Stuhl „Floris“ von BELTZIG Design Wuppertal (Quelle: FIELL (2000) S. 435), rechts der Sitz „veryround“ von ZANOTTA (2005) (Quelle: www.zanotta.it).

Hierbei handelt es sich um die von FIELL als „anthropomorph“ bezeichneten Sitzmöbel von BELTZIG Design, deren konvex-konkave Flächenelemente ein selbstähnliches Muster bilden, sowie als Analogbeispiel um den Sessel „veryround“ von ZANOTTA, dessen optisch ineinander verhakte Kreise wiederum zu größeren Kreiselementen zusammengesetzt sind und am Ende ein kreisförmiges Sitzmöbel ergeben.

#### 3.6.3.4 Designbeispiel zu Prinzip 3: Most advanced yet acceptable

Ende der 80er bis Mitte der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts waren Bürostühle typischerweise von zurückhaltend verspielter Form- und Farbgebung und überwiegend üppiger Polsterung gekennzeichnet. Eher runde als eckige Geometrien prägten das Bild, dynamische Elemente beginnen erst langsam, sich zu etablieren. Strukturelle Elemente wie Gelenke und Verbindungen wurden – sofern überhaupt vorhanden – so gut wie möglich umhüllt (siehe Abbildung 3-8). Es schien also eine weitgehend etablierte Vorstellung davon zu geben, was „acceptable“ war.



Abbildung 3-8: Typische Bürostühle von 1985 – 1994:  
„Figura“ von BELLINI & THIEL (1985, Quelle: FIELL (2000), S. 573),  
„Flexa“ von POLLOCK für Olivetti (1987, Quelle: HEIDER (1994), S. 245).  
„Silver“ (1989, Quelle: FIELL (2000), S. 581).  
„T chair“ von CITTERIO & LÖW (1990, Quelle: <http://cserni.at/>).  
„SoHo“ von LUCCI & ORLANDINI für KNOLL int. (1994, Quelle: FIELL (2000), S. 624).

In dieser Zeit brachte der Hersteller Herman Miller seinen Stuhl „Aeron“ auf den Markt (siehe Abbildung 3-9). Er vereint viele der in Kapitel 3.6.2 genannten Merkmale, aber zum damaligen Zeitpunkt wich er in praktisch sämtlichen zuvor genannten Punkten vom Marktstandard ab: Eine Polsterung war quasi nicht mehr vorhanden, vielmehr ersetzte eine Netz-Membranstruktur mit außenliegendem Rahmen die bisherigen Sandwich-

Konstruktionen aus Träger, Schaumstoff und Bezugsmaterial. Damit ging einher, dass sämtliche Strukturbauteile nicht verborgen, sondern offen gezeigt wurden (siehe Anbindung der Sitzfläche über eine Parallelogrammkonstruktion an den Unterbau). Fast als Nebenprodukt legten die unter statischen Gesichtspunkten dimensionierten Strukturelemente mit diskontinuierlichen Querschnitten eine ungewohnte Dynamik an den Tag.



Abbildung 3-9: Bürostuhl „Aeron“ von Herman Miller (1992).  
Quelle: FIELL (2000), S. 625.

Dieser Stuhl stellte also einen Bruch mit dem dar, was der Markt gewohnt war. Der Stuhl war zu fortschrittlich für seine Zeit. So überrascht es nicht, dass der Stuhl zunächst erhebliche Anlaufschwierigkeiten hatte, bevor er gegen Ende der 1990er zum meistimitierten Bürostuhl der Möbelbranche avancierte und seinem Schöpfer jährliche Zuwachsraten von 50-70% bescherte<sup>510</sup>.

Das Beispiel lehrt zweierlei. Zum einen, dass eine deutliche Innovation selbst dann, wenn sie den evolutionspsychologischen Präferenzen des Menschen in vielen Punkten entspricht, ein Mindestmaß an Gewöhnung erfordert - das Gebot der Vertrautheit kann also nicht beliebig gedehnt werden; zum andern, dass ein derartiges Produkt mit großer Wahrscheinlichkeit auch jenen Zuspruch erfahren wird, der aufgrund unserer natürlichen Prägung zu erwarten ist.

#### **3.6.3.5 Designbeispiel zu Prinzip 4: Redundanz und Widerspruchsfreiheit**

Der Bürodrehstuhl „Capisco“ des norwegischen Herstellers HÅG zeigt anschaulich, dass „erkennbare Brauchbarkeit“ auch formal sehr wirksam ist und sich in Redundanz und Widerspruchsfreiheit äußern kann (siehe Abbildung 3-10).

<sup>510</sup> GLADWELL, M. (2005): Blink! Die Macht des Moments. Campus, Frankfurt a. Main, Kapitel „Der Todesstuhl“ S. 167ff.



Abbildung 3-10: Bürostuhl „Capisco“ von HÅG (ca. 1994) (Quelle: [www.hag.no](http://www.hag.no))

Die Brauchbarkeit besteht in diesem Fall darin, dass der Stuhl vielfältige Sitzhaltungen (auch als Stehhilfe) zulässt, somit auch weit mehr Einsatzkontexte als nur die Arbeit am Schreibtisch abdeckt, insgesamt den Haltungsverwechsel und damit die Bewegung fördert, und somit insgesamt ein im Sinne der Zweckerfüllung höchst zufriedenstellendes und im Sinne der Erfüllung ergonomischer Anforderungen an einen Bürostuhl wegweisendes Produkt darstellt.

Die Redundanz in der Formgestaltung besteht dabei in der Kenntlichmachung der Sitzhaltungen durch entsprechende Formelemente von Sitzfläche und Rückenlehne. Die kreuzförmige Sattelform des Sitzkissens deutet bereits an, dass man sich von verschiedenen Seiten auf den Stuhl setzen kann. Die ebenfalls kreuzförmige Rückenlehne bestätigt, dass auch eine um 90° oder 180° gedrehte Sitzhaltung eingenommen werden kann. Die obere Ausklinkung mit Verbreiterung in die Horizontale dient als Ellenbogenauflage, und zwar, wiederum deutlich erkennbar, in sämtlichen eingenommenen Sitzhaltungen. Der Stuhl bietet also funktionale und formale Redundanz, wenngleich die eingesetzten Formmerkmale nur zum Teil den in Kapitel 3.6.2 genannten Kriterien entsprechen.

Dass der Grat zwischen Redundanz und Formalismus dünn ist, zeigt Abbildung 3-11. Zweifellos werden hier in hoher Zahl biomorphe Formmerkmale eingesetzt, aber nur zur Dekoration oder aus funktionalen Gründen? Die geforderten Strukturmerkmale werden jedenfalls verletzt, wenn man den kleinsten Querschnitt des „Beines“ betrachtet. Kommen da nicht Zweifel an der Brauchbarkeit im Sinne mechanischer Stabilität auf? Ein Knochen, der in einem Skelett die auf diesen Stuhl wirkenden Kräfte und Momente aufzunehmen hätte, sähe jedenfalls mit Sicherheit vertrauenswürdiger aus.



Abbildung 3-11: Redundanz oder schon Formalismus? Stuhl „bone“ von LOVEGROVE  
(Quelle: FIELL (2000), S. 693)

Die Beispiele zeigen einerseits, dass es möglich ist, an historischen Stühlen die Umsetzung der 4 evolutionspsychologischen Prinzipien zu entdecken. Sie zeigen andererseits, wie schwierig es ist, alle 4 gleichzeitig zu erfüllen. Da die genannten Beispiele – mit Ausnahme der Stühle „Aeron“ und „bone“ – auch nur in geringem Umfang die in Kapitel 3.6.2 genannten formalen Kriterien einsetzen, soll zur Abrundung des Bildes noch eine weitere Verdeutlichung hinzugefügt werden. Diese besteht darin, zu erklären, was biomorphe Formgebung *nicht* ist: Organische Formgebung.

### 3.6.3.6 Differenzierung zur „organischen“ Form

Wesentlich ist noch die Abgrenzung biomorpher Formgebung von „organischer“. Dem griechischen Wort für das „Werkzeug“ entlehnt (ὄργανον - organon), bedeutet es ursprünglich „als Werkzeug dienend“<sup>511</sup>. Betrachtet man dagegen den historischen und heutigen Gebrauch im Designdiskurs, so herrscht zum einen eine Begriffsabweichung und zum anderen eine Begriffsverwirrung.

Die Begriffsabweichung besteht darin, dass mit dem Begriff „organisch“ weniger eine funktionale als vielmehr eine formale Aussage gemacht wird. Im Sprachgebrauch des Designs wird darunter vorrangig eine Formsprache verstanden, die den Pneu als Vorbild wählt<sup>512</sup> und blasenartige, schlauchförmige und vor allem *kantenlose* Objekte bezeichnet, die EISELE

<sup>511</sup> KÖSTER, R. (1969): DBG Lexikon der deutschen Sprache: Wörterbuch für Rechtschreibung, Aussprache, Bedeutungen, Synonyme, Phraseologie, Etymologie. Deutsche Buch-Gemeinschaft, Darmstadt.

<sup>512</sup> Was laut NACHTIGALL evolutionsgeschichtlich durchaus seine Berechtigung hat: „Bauprinzip des Lebens ist der Pneu“. NACHTIGALL, W. & BLÜCHEL, K. G. (2000): Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, München, S. 36.

wortmalerisch als Produkte des „Organischen Essentialismus“, „Blobismus“ und „Organizismus“ bezeichnet<sup>513</sup> (siehe Abbildung 3-12).



Abbildung 3-12: Beispiele für **organische** Formgebung:  
Apple iMac von 1998 (Quelle: <http://www.design-report.de>),  
Mischpult, Vasen und CD-Spieler von RASHID, K. (Quelle: <http://www.karimrashid.com/> ),  
Sessel „UP 5“ von PESCE, G. (Quelle: [www.museum-kunst-palast.de](http://www.museum-kunst-palast.de))  
sowie verwandte Formen in der Natur (Quelle: <http://www.geoscienceonline.de>)

Dieses Sprachverständnis hat auch der Designer LOVEGROVE. Er sieht beispielsweise die handschmeichlerischen Formen der Natur (Beispiel Kieselsteine) als Vorbild für *organische* Formen von Produkten im Sanitärbereich, und seine damit charakterisierten Produkte entsprechen weitgehend den in Abbildung 3-12 dargestellten<sup>514</sup>.

Derartige Formen können, wie von LOVEGROVE angemerkt, durchaus positive haptische Eigenschaften aufweisen, neigen aber dazu, visuell reizarm zu sein. Solche Objekte sind wohl mit Ausnahme von Flusskieseln nicht „von den Kräften der Natur geformt“, sondern primär „mit Druck beaufschlagt“.

Die Begriffsverwirrung besteht darin, dass oftmals „organisch“ im obigen Sinne gemeint ist, aber „biomorph“ als Adjektiv verwendet wird. So bezeichnet beispielsweise der Chefredakteur derselben Zeitschrift, in der LOVEGROVE interviewt wurde (oben), diesen als „Vorkämpfer einer auf künstlerischer Intuition gegründeten biomorphen Formgebung“<sup>515</sup>.

<sup>513</sup> EISELE stellt fest, dass „Organischer Essentialismus“, „Blobismus“ und „Organizismus“ Gegenbewegung zur Formreduktion und Geradlinigkeit minimalistischer Entwürfe der späten 80er Jahre darstellen und erkennt einen zunehmenden Trend des Designs in dieser Richtung. Der Designer Karim Rashid hat dies mit "Form follows Fluid" umschrieben, wobei das Weiche, Organische, Wandelbare, Entspannte, weniger Strenge die Formen bestimme. Er gestaltet so Alltagsprodukte von der Zahnbürste bis zum Staubsauger. Beispiele auf <http://www.karimrashid.com/> und in Abbildung 3-12. Siehe: EISELE, P. (2005): Neues Organisches Design. Design Report 10/05, S. 64-66.

<sup>514</sup> LOVEGROVE gibt jedoch zu, dass die Integration in kubische Bäder eine gestalterische Herausforderung ist. Siehe: WANNINGER, C. (2006): Ohne Ecken und Kanten. Interview mit Ross Lovegrove. Design Report 6/06.

<sup>515</sup> ZENTNER, M. (2002): Alles bleibt anders. Design Report 10/2002.



### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.6 Biomorphie

---

Mit derselben Konsequenz bezeichnet ADAM den in Abbildung 3-12 dargestellten roten Sessel „UP 5“ als „biomorph“<sup>516</sup>.

Umgekehrt attestiert FEHLBAUM den Entwürfen des Designer-Ehepaars EAMES „keine strenge Geometrie, sondern eher *organische* Formen (...). (Es) war einerseits von der Natur, andererseits von den imaginären Landschaften eines Klee, Miró und Calder inspiriert. Aber auch ökologische Überlegungen flossen in die Gestaltung ein (...)“<sup>517</sup>.

FEHLBAUMS Worte sagen es bereits, Abbildung 3-13 zeigt es, dass damit der Kern *biomorph* Formgebung im Sinne der in Kapitel 3.6.2 getroffenen Sprachregelung beschrieben ist.



Abbildung 3-13: Der ursprünglich für den Außenbereich entworfene<sup>518</sup> „Aluminium Chair“ von EAMES (1958): Starke *biomorphe* Gestaltmerkmale. (Quelle: ALBUS, V. (2000), S. 109)

Die vorliegende Arbeit kann den sprachlichen Konflikt nicht lösen, sie kann nur einen Klärungsvorschlag liefern und hoffen, dass dieser klar genug ist, damit der Leser weiß, was *gemeint* ist. Um letzte Unklarheiten auszuräumen, zeigt Abbildung 3-14 nochmals einige menschengemachte Beispiele *biomorph* Formgebung, welche nach den bisher angestellten Überlegungen wahrnehmungspsychologisch positiv wirken dürften. Von übergeordneter Bedeutung ist jedoch deren strukturelle Einbindung (siehe Kapitel 3.6.2).

<sup>516</sup> ADAM, H. (2005): Universaler Anspruch. Design Report 09/2005.

<sup>517</sup> VITRA (Hrsg.) (1996): Eames. Vitra. Selbstverlag, Weil am Rhein.

<sup>518</sup> VEGESACK, A. v. (Hrsg.) (1997): Designmaßstäbe - 100 klassische Sitzmöbel. Vitra Design Museum, Weil am Rhein, §67.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.6 Biomorphie

---



Abbildung 3-14: Beispiele für **biomorphe** Formelemente. (Quellen: Unbekannt, Objekte aber weitgehend Arbeiten COLANIs zuzuordnen).

Wie daran ersichtlich ist, kann biomorphe Formgebung durchaus auch organische Elemente *enthalten*. Diese können jedoch aufgrund ihrer von Kugel, Blase und Schlauch abgeleiteten Formgebung aufgrund ihrer visuellen Reizarmut nur Teilbereiche eines biomorphen Objektes umfassen. Dass die gewählten Formbeispiele teilweise Ausschnitte aus Objekten des Designers COLANI zeigen, bedeutet nicht, dass dessen Arbeiten die angestrebten Kriterien biomorpher Gestaltung erfüllen. Wie in Kapitel 3.6.3.1 bereits angerissen, ist aus Sicht des Verfassers bei COLANI die Neigung vorhanden, derartige Formelemente als Dekoration zu applizieren, mitunter ohne Rücksicht auf die Funktion (siehe z.B. die wegen der erzwungenen Handhaltung und unangemessenen Griffquerschnitte unergonomische Ausführung der Kaffeekanne „Drop“ für Rosenthal, Abbildung 3-15). Dies jedoch wird dem Charakter der Biomorphie nicht gerecht.

### 3. Determinanten des Gefallens

#### 3.6 Biomorphie

---



Abbildung 3-15: Mischung biomorpher und organischer Formelemente zu Lasten der Funktionserfüllung: Kaffeekanne „Drop“ von COLANI für Rosenthal (1971). (Quelle: <http://artm-friends.at>)



### 3.7 Schlussfolgerungen

Die eingangs gestellte Frage, ob es Anzeichen für die Existenz objektiver Kriterien gibt, die ein positives Gefallensurteil begünstigen, kann eindeutig mit „Ja“ beantwortet werden. Wie die Ausführungen gezeigt haben, ist die Entwicklung menschlicher Sinnesleistungen das Ergebnis evolutionärer Anpassung (Kapitel 3.2.1). Aufgrund evolutionsbedingter Notwendigkeiten ergeben sich gewisse Sinnes-Präferenzen (Kapitel 3.2.2), und diesen wiederum liegen 4 Prinzipien zugrunde: Das Ökonomieprinzip, „Einheit in Vielfalt“, „MAYA“ und „Redundanz und Widerspruchsfreiheit“ (Kapitel 3.3).

Ferner wurde festgestellt, dass sich diese 4 Naturprinzipien nicht nur in der menschlichen Wahrnehmung (der Mensch ist selbst Teil der Natur), sondern in der Natur wiederfinden lassen, weil sich die gesamte Natur nach dem Prinzip der Evolution entwickelt hat. Die 4 Grundprinzipien gelten damit nicht nur für die Wahrnehmung, sondern stellen einen Teil des Bauplans der Natur dar. Das würde bedeuten, dass die Natur selbst unter anderem jene Form-Vorbilder liefert, die den menschlichen Sinnespräferenzen entsprechen. Einen lückenlosen Beleg muss diese Arbeit notwendigerweise schuldig bleiben, aber einige Indizien hierfür wurden in Kapitel 3.4 identifiziert. Das bedeutet jedoch nicht, dass es nicht weitere Prinzipien in der Entwicklung der Natur gibt. Man denke nur an das Prinzip der Nutzung des Sonnenlichts, welches z.B. nicht klar dem Ökonomieprinzip zuzuordnen ist. Dies bedeutet, dass es weitere Prinzipien und folglich andere Präferenzen gibt, beispielsweise für andere Spezies.

Weitere Anhaltspunkte dafür, dass sich die Suche nach Formen, auf die unsere Sinne positiv reagieren, in der Natur lohnt, führte Kapitel 3.5 auf, und diese Anhaltspunkte wurden anhand der zuvor identifizierten, evolutionspsychologisch hergeleiteten Sinnespräferenzen und der Erscheinungsformen der ihnen zugrundeliegenden 4 Prinzipien in Kapitel 3.6 in konkrete strukturelle und formale Kriterien überführt. Als Begrifflichkeit für diese Kriterien wurde „Biomorphie“ gewählt, worunter zu verstehen ist „von den Kräften des natürlichen Lebens geformt, ohne schroff oder amorph zu sein“. Der Ausschluss des Schroffen und Amorphen ist auf die identifizierten Sinnespräferenzen zurückzuführen. Die größte Herausforderung besteht bei der praktischen Anwendung darin, einen gelungenen Kontrast zwischen den beiden Polen „Beruhigung“ und „Anregung“ zu finden.

Weil das Vorhandensein der hergeleiteten Formmerkmale in der Natur noch der Anwendung in der Welt industriell hergestellter Produkte entbehrt, wurde in einem weiteren Schritt überprüft, ob sich das Design als Disziplin prinzipiell für die Übertragung der Kriterien der „Biomorphie“ auf die Gestaltung von Produkten eignet. Sowohl das Selbstverständnis des Designs (Kapitel 3.6.3.1), als auch die Tatsache, dass sich zu den 4 evolutionspsychologischen Grundprinzipien leicht Anwendungsbeispiele in der Designpraxis finden lassen (Kapitel 3.6.3.2), legen die Vermutung nahe, dass eine Übertragbarkeit der 4 Grundprinzipien nicht nur möglich, sondern bereits in unterschiedlicher Ausprägung gängige Praxis ist.

Allemaal interessant ist dabei der Umstand, dass sich in ausnahmslos jedem Abschnitt der bisherigen Aufstellung die vorsokratischen und kantischen Auffassungen von „Ästhetik“ im Sinne von „Gefallen“ wieder finden, die im Rahmen von Kapitel 3.1.4 behandelt wurden.

Es liegt insgesamt die Vermutung nahe, dass Produkte, die nach biomorphen Grundsätzen gestaltet sind, sehr wahrscheinlich ähnlich ästhetisch wertgeschätzt und damit bevorzugt werden.

Dennoch kann es auf Gruppenebene, z.B. zwischen Kulturen<sup>519</sup> mit unterschiedlichen Wertvorstellungen<sup>520</sup>, Sitten und Normen<sup>521</sup> und auf individueller Ebene zu Abweichungen kommen. Das steht deswegen nicht im Widerspruch zu dem Anspruch allgemeiner präferenzsteigernder Eigenschaften, weil wie in Kapitel 3.1.5 erläutert, hiermit der *ästhetische* Teil der Wahrnehmung angesprochen wird, und nur auf diese hebt diese Untersuchung ab. An einem ästhetischen Werturteil sind jedoch auch *kognitive* und *emotionale* Komponenten beteiligt, die die positive ästhetische Eingangsgröße verändern. Dennoch muss es als vorteilhaft angesehen werden, den genannten Kriterien Rechnung zu tragen.

Sollten demnach *alle* Objekte biomorph gestaltet werden? Diese an KANTs kategorischen Imperativ angelehnte Frage muss zunächst mit „Nein“ beantwortet werden. Die aufgeführten Sinnespräferenzen machen zwar nicht per se einen Unterschied z.B. zwischen Nah- und Fernwirkung bzw. der Art und Dimension des Objekts. Die der Biomorphie zugrunde liegenden Kriterien konzentrieren sich jedoch auf den Seh- und den Tastsinn. Der

<sup>519</sup> Einen sehr genauen Vergleich östlicher und westlicher Lebenseinstellungen und deren Auswirkungen auf die Anforderungen an Produkte bietet CHUNG, J.-H. (2004): Kulturelle Identität zwischen aufgehender und untergehender Sonne. Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal.

<sup>520</sup> Verweis auf die abweichenden Designprinzipien Asiens, die geprägt sind von Komplexität/Dekor, Harmonie und Naturalismus. Auch die Farben haben eine andere Symbolik. Siehe: KHALID, H. M. (2001): Can Customer Needs Express Affective Design? In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 191.

<sup>521</sup> Die Zielgruppenspreizung ist bereits bei uns hinreichend groß. Siehe Sinus-Milieus, beschrieben unter [www.sinus.de](http://www.sinus.de).  
Siehe auch: SEWALL, M. (1978): Market segmentation based on consumer ratings of proposed product designs. *Journal of Marketing Research*, 15, S. 557-564.  
Als Zeitdokument lesenswert ist in diesem Zusammenhang: DAS HAUS. BURDA GMBH (Hrsg.) (1991): Wohnwelten in Deutschland II. Denkanstöße für zielgruppenorientiertes Marketing im Einrichtungssektor. Burda, Offenburg.

Einfluss des Tastsinns ist dabei aufgrund der Unmittelbarkeit der von ihm ausgelösten ästhetischen Erfahrung (siehe Kapitel 3.2.2.2) sehr dominant. Insofern wäre auch hier die Skalierbarkeit auf jene Objekte erst noch zu überprüfen, die menschliche Dimensionen so weit überschreiten, dass sie typischerweise nur noch gesehen, aber nicht mehr berührt werden können bzw. bei denen die aufgrund spezifischer Präferenzen des Tastsinns gestalteten Oberflächenelemente außer Reichweite sind.

Auch muss gesagt werden, dass die Aufstellung der genannten Kriterien nicht vollständig sein muss. Sie bietet jedoch eine erste Auswahl, die dem Designer noch hinreichenden Gestaltungsspielraum lässt.

Wie sich diese Kriterien praktisch auf einen Bürodrehstuhl anwenden lassen und ob sie in der Tat eine präferenzsteigernde Wirkung erzielen, wird im übernächsten Kapitel untersucht. Zunächst jedoch erfolgt eine Präzisierung des Forschungsansatzes.



## 4. Forschungsansatz

Die aktuelle Lehrmeinung der Arbeitswissenschaft besagt, dass sich Komfort, mithin auch der Sitzkomfort, aus den Komponenten des „Nicht-Erleidens“ und des „Gefallens“ zusammensetzt (siehe Kapitel 2.2). Während erstere dem Ziel dient, Diskomfort, also vorwiegend *körperliche* Schmerzen zu vermeiden, stellt das Gefallen einen aktiven Beitrag zur Steigerung des *psychischen* Wohlbefindens dar.

Die Frage, ob ein Produkt, beispielsweise ein Sitzmöbel, gefällt, verlangt nach einem ästhetischen Werturteil. Kapitel 3 hat sich damit befasst, welche Komponenten diesem Werturteil zugrunde liegen, und sich darauf konzentriert, auf Seiten der *Eingangsgroßen* des ästhetischen Werturteils nach Indizien zu suchen, die auf die Existenz generell vom Menschen bevorzugter Sinnesreize hindeuten. Solche Indizien wurden in Form eines evolutionspsychologischen Ansatzes identifiziert. Sie haben ihren Ursprung in menschheitsgeschichtlich begründbaren Sinnesvorlieben, die auf die Überlebenssicherung zurückzuführen sind. Diese Sinnesvorlieben und die ihnen zugrunde liegenden Prinzipien wurden einer Überprüfung anhand der in diversen Disziplinen gesammelten Erkenntnisse zu den Eigenheiten menschlicher Wahrnehmung unterzogen. Schließlich wurden daraus strukturelle und formale, sog. „biomorphe“ Merkmale extrahiert, die jenen beiden Sinnen in besonderer Weise gerecht zu werden versprechen, die am Sitzen beteiligt sind: Dem Sehsinn und dem Tastsinn.

Die Ergebnisse beider Kapitel werden nun zusammengeführt. Hierfür wird zunächst der prinzipielle Zusammenhang zwischen „Gefallen“ und „Sitzkomfort“ überprüft, weil bisherige Untersuchungen zwar Indizien für diesen Zusammenhang entdeckt haben, diesen aber nicht explizit als gegeben bezeichneten. Die Überprüfung geschieht im Rahmen eines sog. „Korrelationsexperiments“: 4 Bürodrehstühle unterschiedlicher Marken und ohne besondere gestalterische Auffälligkeiten werden von Probanden in einem Laborversuch danach bewertet, wie gut der jeweilige Stuhl gefällt und warum, wie komfortabel er zu sein verspricht und warum, und schließlich im Rahmen eines Kurzzeit-Sitztests, ob Diskomfort spürbar ist, wie komfortabel der Stuhl insgesamt wahrgenommen wird.

Die Begründungen sind frei wählbar, es werden keine Antworten vorgeschlagen. Damit soll erkennbar werden, welche Kriterien eines Stuhls bei der Beurteilung besonders wichtig sind und welche Baugruppen (Sitzfläche, Rückenlehne, Armlehnen, Fußkreuz) in den drei Untersuchungsabschnitten „Designbewertung“, „Erwarteter Komfort“ und „Diskomfort- bzw. Komfortwertung“ eine dominante Rolle spielen. Die freien Antworten geben damit einen Hinweis, auf welche Baugruppen die in Kapitel 3 aufgestellten „biomorphen“ Merkmale sinnvollerweise übertragen werden sollten, um so die Wirksamkeit dieser Merkmale zu überprüfen. Der Aufbau eines vollkommen neuen Stuhls kommt aus Wirtschaftlichkeits- und Kapazitätsgründen nicht in Betracht.

Hierfür wird jener der getesteten 4 Stühle, der insgesamt die beste Bewertung in der Designbewertung und in der Komfortbewertung erzielt, als Vergleichsmaßstab ausgewählt. Im Rahmen einer Synthese werden nun jene Bauteile, die zuvor als besonders relevant für die Design- und Komfortbewertung identifiziert wurden, nach den Gestaltungskriterien der „Biomorphie“ überarbeitet. Hierfür werden Varianten des Vergleichsstuhls erzeugt, die jedoch so beschaffen sind, dass sich die physikalischen Eigenschaften gegenüber dem Vergleichsstuhl nicht ändern. Das heißt, dass die neu erzeugten Varianten über objektiv identische ergonomische Qualitäten verfügen wie der Vergleichsstuhl. Somit kann untersucht

werden, ob sich das Gefallen auch in einer Steigerung des Sitzkomforts niederschlägt, ohne dass andere Einflussgrößen interferieren.

Die gestalterische Entwicklung der Stuhlvarianten erfolgt zunächst graphisch. Im Rahmen eines Paarvergleichs wird die Wirksamkeit der gewählten Gestaltung überprüft und nötigenfalls korrigiert. Für den Paarvergleich werden Probanden herangezogen, die bis dahin nicht an den vergangenen Versuchen beteiligt waren und auch nicht an den Folgeversuchen teilnehmen werden. Der Paarvergleich dient der Vorauswahl von Varianten, damit nur die wirksamsten Ausprägungen biomorpher Gestaltung im weiteren Verlauf zum Einsatz kommen.

Anschließend werden Handhabungsmodelle von den verbliebenen Stuhlvarianten hergestellt. Diese werden so ausgeführt, dass die Stühle als reale Gebrauchsgegenstände wahrgenommen werden und nicht als „Provisorium“. Diese Glaubwürdigkeit stellt sicher, dass die Varianten nicht milde bewertet werden „als ob“ sie richtige Stühle wären, sondern genau so, wie man Stühlen beispielsweise in einer Kaufsituation begegnet.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erleichtern, wird als einzige beim abschließenden Versuch zu variierende Größe die Sitzhöhe ausgewählt. Das heißt, dass die Probanden keine weiteren Anpassungen vornehmen können. Alle anderen Maße sind aber, wie schon gesagt, bei allen Stuhlvarianten identisch.

Die richtige Sitzhöhe wird im Rahmen eines Vor-Versuchs ermittelt, der ferner das Ziel hat, jene Probanden auszuwählen, die eine nach aktuellen Forschungserkenntnissen der Arbeitswissenschaft optimale Sitzdruckverteilung auf dem Stuhl aufweisen und somit aus ergonomischer Sicht auf dem Stuhl weitestgehend diskomfortfrei sitzen. Entscheidend hierfür ist die Druckverteilung auf der Sitzfläche, und diese wird über eine Messeinrichtung erfasst. Die Probanden durchlaufen diesen Versuchsabschnitt mit verbundenen Augen, damit sie den Stuhl beim anschließenden Versuch nicht wieder erkennen und dadurch möglicherweise in ihrem Präferenzurteil beeinflusst werden.

Im abschließenden Validierungsversuch werden wiederum neu ausgewählte Probanden mit dem Vergleichsstuhl und den neu erzeugten Stuhlvarianten konfrontiert. Wie bereits im o.g. Korrelationsexperiment werden die Versuchsabschnitte „Designbewertung“, „Erwarteter Komfort“ und „Diskomfort- bzw. Komfortwertung“ durchlaufen. Die Probanden werden eingangs darauf hingewiesen, dass sich die Stühle „in Bezug auf einige Merkmale“ unterscheiden. Es wird aber weder ein Hinweis darauf gegeben, dass nur einzelne Baugruppen verändert wurden und der restliche Stuhl in allen Fällen identisch ist, noch darauf, welche Baugruppen betroffen sind (beispielsweise könnten die Probanden damit auch die Möglichkeit in Betracht ziehen, dass unter anderem die Polsterhärte variiert worden ist).

Die Auswertung der Ergebnisse wird zeigen, ob die Anwendung biomorpher Gestaltung auf Teile der Stühle tatsächlich eine Steigerung des Gefallens bewirkt, und ob sich diese wiederum auf den Gesamtkomfort des Stuhles positiv auswirkt. Ferner wird untersucht, inwieweit die gewonnenen Erkenntnisse auf andere Produkte übertragbar sind.

## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

Im folgenden Kapitel wird überprüft, ob, wie vermutet, eine Beziehung zwischen dem Gefallen eines Stuhles und dem wahrgenommenen Sitzkomfort besteht, welche Faktoren bei der Wahrnehmung eines Stuhles von besonderer Bedeutung sind und wie sich die in Kapitel 3 als mutmaßlich präferenzsteigernd identifizierten Merkmale der „Biomorphie“ in das Stuhl-Design integrieren lassen. Im Gegensatz zu den vorangegangenen Kapiteln, die theoretischer Natur sind, beginnt damit die praktische Umsetzung der bisher gesammelten Erkenntnisse. Das Kapitel besteht aus sieben Teilen:

- Einem Korrelationsexperiment, bei dem der prinzipielle Zusammenhang zwischen „Gefallen“ und „Sitzkomfort“ überprüft wird und bei dem ferner Schlüsselfaktoren für das Gefallen eines Bürostuhles extrahiert werden.
- Einer Synthese, bei der erste Ausprägungsvarianten der Schlüsselfaktoren erarbeitet werden.
- Einer Vorauswahl der Ausprägungsvarianten mithilfe von rein graphisch basierten, visuellen Präferenztests.
- Der graphischen und modellbautechnischen Weiterentwicklung der Ausprägungsvarianten in Form von 3 finalen Handhabungsmodellen.
- Der Validierung dieser 3 finalen Ausprägungsvarianten in Probandenversuchen.
- Der Auswertung der gesammelten Daten und der Ableitung von Gestaltungsregeln.
- Der Festlegung des Gültigkeitsbereiches für die ausgesprochenen Empfehlungen und die Angabe des Grades der Übertragbarkeit der Erkenntnisse.

### 5.1 Korrelationsexperiment: Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Sitzkomfort und dem Gefallen eines Stuhles und welche Baugruppen des Stuhles spielen hierbei eine dominante Rolle?

Den Anfang macht ein Korrelationsexperiment, das Teile des Standes der Forschung auf dem Gebiet des „affektbezogenen Designs“ für den konkreten Fall anwendbar macht.

#### 5.1.1 Zielsetzung

Zunächst soll die Frage geklärt werden, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Gefallensurteil vor dem Sitzen und dem beim Sitzen wahrgenommenen Komfort- und Diskomforterlebnis gibt. Ferner soll das Experiment Aufschluss darüber geben, ob bestimmte Eigenschaften oder Bauteile für das Gefallensurteil eine herausgehobene Rolle spielen. Es wird dabei der Versuch unternommen, so weit wie möglich das Gefallensurteil auf formale Aspekte zu reduzieren, also die Einflussgrößen Farbgestaltung und Materialität auszuklammern.

### 5.1.2 Methode

Die Versuchsmethode lehnt sich an die Untersuchungen von LOOZE<sup>522</sup> und HELANDER<sup>523</sup> an, weil es sich bei diesen um die aktuellsten vergleichbaren Untersuchungen handelt, die nicht nur Fragen des „affektbetonten Design s“ behandeln, sondern diese auch auf Bürostühle anwenden: Probanden, die berufsmäßig nicht mit Design befasst sind, vergleichen 4 Bürostühle unter den Kriterien

- Ästhetik („Designbewertung“)
- zu erwartender Sitzkomfort („Komforterwartung“)
- Sitzeindruck („Komfort- und Diskomforturteil“).

Die Befragung erfolgt in Form von geführten Einzelinterviews, und zwar sowohl in verbaler als auch in non-verbaler Form. Vorkenntnisse auf dem Gebiet der Ergonomie sind im Gegensatz zur nachfolgenden Untersuchung (siehe Kapitel 5.5.2.1) zulässig. Lediglich auf dem Gebiet des Designs dürfen die Probanden nicht aktiv tätig sein.

Die Auswertung erfolgt in quantitativer und qualitativer Hinsicht: Zu einem wird in Form einer multifaktoriellen Varianzanalyse ermittelt, wie stabil die Probandenurteile ausfallen. Ferner wird der Korrelationsgrad zwischen der Designbewertung und dem Komforturteil ermittelt. Zum anderen werden die verbalen Urteilsbegründungen thematisch zusammengefasst. Dabei liegt das Hauptaugenmerk auf der Ermittlung wichtiger Faktoren für das Design, weswegen die ermittelten Kriterien in Eigenschaften und Baugruppen der Stühle unterschieden werden. Die Begründungen erfolgen ohne Vorgaben, um größtmögliche Informationsbreite sicherzustellen.

#### 5.1.2.1 Designbewertung

Bei der einleitenden Design-Bewertung ordnen die Probanden zunächst die 4 Stühle aufgrund ihrer visuell-ästhetischen Qualität vom am besten gefallenden bis zum am wenigsten gefallenden Stuhl. Die Stühle dürfen dabei nicht berührt werden. Jede Platzierung wird verbal begründet. Anschließend erfolgt die non-verbale Wertung jedes Stuhles, weil es oftmals leichter ist, emotionale Zustände (und zu diesen zählt auch das Gefallensurteil) in Bildern statt Worte zu fassen, was daran liegen dürfte, dass Emotionen und bewusste Artikulation kognitiv in zwei verschiedenen Hirnhälften verarbeitet werden<sup>524</sup>.

Hierbei kommt die in Kapitel 2.2.7 vorgestellte Methode der „Emocards“ zum Einsatz. Diese wurde ursprünglich entwickelt, um zielgruppenspezifisch relevante Produktmerkmale zu identifizieren und das Produkt entsprechend auszulegen. In diesem Fall wird zusätzlich die *gewünschte* Emotion beim Betrachten des Produktes abgefragt. In einem vertiefenden Interview werden dann die der Bewertung zugrunde liegenden Ziele, Normen und

<sup>522</sup> LOOZE, M. P. de, KRAUSE, F., REIJNEVELDT, K., DESMET, P. M. A. und VINK, P. (2003): Seat appearance and sitting comfort. In: Proceedings of the XV<sup>th</sup> Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7<sup>th</sup> Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society, Seoul, S. 1-4.

<sup>523</sup> HELANDER, M. (2003): Forget about Ergonomics in Chair Design? Focus on Aesthetics and Comfort! Ergonomics 46(14), S. 1306-1319.

<sup>524</sup> DUECK, G. (2002): Omnisophie. Über richtige, wahre und natürliche Menschen. Springer, Berlin, S. 142.



Einstellungen abgefragt, um so Hinweise dafür zu gewinnen, wie eine mögliche Diskrepanz zwischen Ist- und Sollzustand geschlossen werden kann.

Diese Frage wurde hier nicht gestellt, denn der Ansatz der vorliegenden Untersuchung ist ein anderer: Er postuliert, dass es Präferenzen für bestimmte formale Zusammenhänge gibt, die über-individuell gültig sind. Insofern dient der Einsatz der Emocards an dieser Stelle primär dem Zweck, nach der Modifikation des Siegerstuhles (siehe Kapitel 5.4) einen Vorher-Nachher-Vergleich ziehen zu können.

Die Emocard-Bewertung bietet damit die Möglichkeit, das Design der Stühle nonverbal zu bewerten. Inwieweit diese Methode absolute oder relative Ergebnisse liefert, hängt vom Versuchsaufbau ab (siehe hierzu Kapitel 5.5.4.1).

### **5.1.2.2 Komforterwartung**

Der nächste Abschnitt der Untersuchung umfasst die Komforterwartungen der Versuchspersonen. Wie bereits bei der Designbewertung muss die Versuchsperson wiederum die Bürostühle in eine Rangreihenfolge bringen vom am bequemsten aussehenden Stuhl bis zum am unbequemsten aussehenden. Zu jeder Platzierung wird wiederum eine Begründung verlangt, aus der ersichtlich werden soll, welche Eigenschaften oder Baugruppen einen Rückschluss auf den erwarteten Komfort zulassen und warum dies so ist (z.B. könnte die Polsterhöhe mit der Weichheit des Polsters in Verbindung gebracht werden).

### **5.1.2.3 Komfort- und Diskomforturteil; Komfortranking**

Anschließend nimmt der Proband Platz und es folgen Fragen zum Komfort- und Diskomforterlebnis. Komfort wird hierbei bezeichnet als „Wohlbefinden“ und Diskomfort als „Störendes“, was dem Umstand Rechnung trägt, dass beide Kriterien getrennt voneinander zu erheben sind<sup>525</sup>. Die Probanden geben wiederum in eigenen Worten ihre Komfort- und Diskomforteindrücke zu Protokoll. Abschließend ordnen die Probanden die Stühle wiederum in absteigender Reihenfolge ihres Komforts („Komfortranking“). Sowohl die Aussagen zum Diskomfort, als auch die zum Komfort werden erfasst. Abschließend werden die Probanden gebeten, die Stühle nach dem Komforterlebnis in eine Rangfolge zu bringen. Diese Rangfolge wird bei der Auswertung vorrangig betrachtet.

Eine separate Erfassung des Diskomforts erfolgt nicht, da dies nicht der primäre Untersuchungsgegenstand ist.

Bei den Sitztests handelt es sich um Kurzzeittests von 15 Minuten je Stuhl. Eine so kurze Testdauer ist aus zwei Gründen aussagekräftig: Erstens zeigen die Untersuchungen von HELANDER (2003), dass der Komforteindruck zeitlich konstant bleibt, der Diskomfort aber mit

<sup>525</sup> ZHANG, L., HELANDER, M. G., and DRURY, C. G. (1996): Identifying factors of comfort and discomfort in sitting. *Human Factors* 1996, Bnd. 38, S. 377-389.

der Zeit zunimmt<sup>526</sup>. Fragen nach dem Komfort – und diese stehen hier im Vordergrund – setzen damit keine lange Gewöhnung an den Sitz voraus.

Auch die Testpraxis des Autors bestätigt diese Erfahrung. In Sitztests von jeweils 40 Minuten in zwei Sitzhaltungen im selben Stuhl wurden keine signifikanten Unterschiede in der Komfortbewertung zwischen Testbeginn und 30 Minuten später festgestellt<sup>527</sup>. Analog haben FERNANDEZ und POONWALA herausgefunden, dass eine dreistündige „Sitzung“ bereits Aussagen über den Langzeitkomfort eines ganzen Arbeitstages zulässt<sup>528</sup> (vgl. Kapitel 2.1.5.3).

Das semantische Differential nach HELANDER kommt erst bei den vertiefenden Sitztests mit den neu erzeugten Stühlen zum Einsatz (siehe Kapitel 5.5.2). Im vorliegenden Untersuchungsabschnitt stehen noch die generischen Aspekte des Komfortempfindens und der Designbewertung im Vordergrund.

Die Stühle dürfen dabei von den Versuchspersonen lediglich in der Höhe nach ihren Wünschen eingestellt werden. Die Rückenlehnen sind arretiert, um auf allen Stühlen eine vergleichbare statische Sitzhaltung zu gewährleisten.

### 5.1.3 Auswahlkriterien für die Stühle

Alle Stühle weisen ein 5-armiges Fußkreuz auf, haben Armlehnen und sind im Rahmen der geforderten Mindestanforderungen höhenverstellbar (siehe Kapitel 5.1.4). Die Stühle haben allesamt einen neutralen schwarzen Stoffbezug und Armlehnen aus schwarzgrauem Kunststoff. Das heißt, dass kein Stuhl in Bezug auf seine Farbgestaltung oder die Wahl der verwendeten Materialien gegenüber den anderen Stühlen auffällt. Somit wird beim Vergleich der Stühle das Hauptaugenmerk der Probanden leichter auf Unterschiede in der Formgebung gerichtet. Die Stühle wurden ferner unter dem Aspekt ausgewählt, dass sie nicht bei den Probanden am Arbeitsplatz im Einsatz waren und ohne eine Neuanschaffung tätigen zu müssen verfügbar waren.

### 5.1.4 Versuchsaufbau

Gegenstand der experimentellen Untersuchung sind die im Folgenden dargestellten vier Bürostühle.

Stuhl 1 ist das Modell „Collection S“ der Firma Stoll (Abbildung 5-1). Die Polsterung des Stuhles ist quer segmentiert. Die Rückenlehne läuft nach oben trapezförmig zusammen. Die

<sup>526</sup> HELANDER, M. (2003): Forget about Ergonomics in Chair Design? Focus on Aesthetics and Comfort! *Ergonomics* 46(14), S. 1313. Zur zeitlichen Zunahme des Diskomforts siehe:  
LOOZE, M. P. de, KRAUSE, F., REIJNEVELDT, K., DESMET, P. M. A. und VINK, P. (2003):  
Seat appearance and sitting comfort. In: *Proceedings of the XV<sup>th</sup> Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7<sup>th</sup> Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society, Seoul*, S. 1-4.

<sup>527</sup> EHMER, F. (2003): Sitzergonomie am Beispiel "Flugzeugsitz". Studienarbeit am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart, S. 27.

<sup>528</sup> FERNANDEZ, J. E. and POONWALA, M. F. (1998): How long should it take to evaluate seats subjectively? *International Journal of Industrial Ergonomics*, Band 22, Ausgabe 6, 1. Dezember 1998, S. 483-487.

## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

### 5.1 Korrelationsexperiment

---

Rückenlehnenfläche ist plan und bietet keine Lendenwirbelstütze. Die Sitzfläche steigt im hinteren Drittel leicht an und fällt nach vorne etwas ab. Über die gesamte Breite ist sie eben ausgeführt. Die Armlehnenform ist geschlossen. Eine Höhen- oder Längeneinstellung ist nicht möglich. Die Rückenlehnenhöhe ist einstellbar.



Abbildung 5-1: Teststuhl 1 (Fa. Stoll – Modell „Collection S“)

Stuhl 2 ist das Modell GlideTec der Firma Grammer (Abbildung 5-2). Er hat optisch großflächige Sitz- und Rückenlehnenflächen. Die Rückenlehne besitzt einen hellen Abnäher in geschwungener Form. Sie bietet eine Wölbung im Lendenwirbelbereich und ist im oberen Bereich leicht nach vorne gekrümmt. Die Sitzfläche ist annähernd quadratisch und plan. Die Sitztiefe ist variabel. Die Armlehnen lassen sich in Höhe, Länge und horizontaler Ausrichtung verstellen. Die bauliche Besonderheit dieses Stuhls ist die Kinematik, mit der Rückenlehne und Sitzfläche zwangsgekoppelt sind. Da die Stühle jedoch in arretierter Position getestet wurden, kam diese Eigenschaft nicht zum Tragen (siehe Kapitel 5.1.2.3).



Abbildung 5-2: Teststuhl 2 (Fa. Grammer – Modell „GlideTec“)

Stuhl 3 ist das Modell „Credo“ des Herstellers HÅG (Abbildung 5-3). Die Armlehnen sind großzügig dimensioniert und lassen sich in der Höhe verstellen. Rückenlehne und Sitzfläche haben eine ausgeprägt verrundete Form. Die Rückenlehne verläuft im oberen Bereich nach

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion  
5.1 Korrelationsexperiment

---

hinten weg. Im unteren Bereich besitzt sie eine leicht ausgeprägte Lendenwirbelunterstützung. Die Sitzfläche ist eben und fällt vorne wie hinten leicht ab. Über die Breite ist sie gleichmäßig eben. Das Drehgestell ist flach ausgeführt und bietet eine Fußstütze.



Abbildung 5-3: Teststuhl 3 (Fa. HÅG – Modell "Credo Collection")

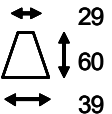
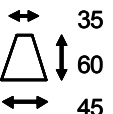
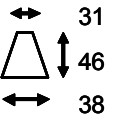
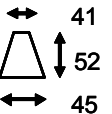
Stuhl 4 ist das Modell „Collection K“ der Firma Stoll (Abbildung 5-4). Vereinzelt weisen seine Strukturelemente graue/silberne Applikationen auf. Die Rückenlehne ist zweiteilig ausgeführt. Sie setzt sich aus einem gepolsterten Mittelteil und Kunststoffteilen außen zusammen. Die Rückenlehne ist in der Höhe verstellbar. Ihre Form bietet eine leichte Lendenwirbelunterstützung und verläuft im Schulterbereich wieder leicht nach vorne. Über die Breite ist sie annähernd eben. Die Sitzfläche ist quadratisch und im Gesamten eben. Im Gesäßbereich verfügt sie über eine leichte Mulde. Die Armlehnen sind in der Höhe verstellbar. Sitzflächen- (schwarz) und Rückenlehnenbezug (schwarz mit grauem Muster) unterscheiden sich.



Abbildung 5-4: Teststuhl 4 (Fa. Stoll – Modell "Collection K")

### 5.1.5 Hauptabmessungen der Versuchsstühle

In Tabelle 5-1 sind die wichtigsten Abmessungen der vier Stühle angegeben. Ist ein Bereich angegeben, so kann das jeweilige Element in diesem Bereich verstellt werden. Die Sitzflächenneigung wird positiv angegeben, wenn diese zur Rückenlehne hin abfällt. Der Armlehnenabstand zur Rückenlehne wird negativ angegeben, wenn die Armlehnen über die Rückenlehne hinaus nach hinten reichen. Der Winkel der Rückenlehne wird zur Horizontalen (HZ) gemessen. Alle Längenangaben sind in „cm“ dargestellt.

	Teststuhl 1	Teststuhl 2	Teststuhl 3	Teststuhl 4
Sitzflächenhöhe	43 - 57	43 - 54	47 - 62	45 - 55
Sitzflächenneigung	0° - 6°	5°	-4° - 12°	2° - 11°
Sitzflächentiefe	45	44 - 49	40 - 48	45
Sitzflächenbreite	45	48	46	47
Länge der Armlehnen (AL)	23	25	29	21
Breite zwischen AL	47,5	47,5	48	49
AL-Höhe über Sitzfläche (SF)	20	20 bis 27	17 bis 23	17 bis 27
AL-Abstand zur Rückenlehne	-4 - 0	-4 - 0	-6	10
Maße der Rückenlehnen (RL)				
RL-Höhe	54 - 60	53 - 60	48 - 56	54 - 61
RL-Winkel zur Horizontalen	90° - 108°	90° - 135°	106° - 122°	93° - 115°

Angaben ohne Maßeinheit in „cm“

Tabelle 5-1: Wichtige Abmessungen der Stühle

Die Stühle entsprechen damit den in Kapitel 2.1.7.2 aufgelisteten Empfehlungen der einschlägigen Quellen, wenn auch hinzugefügt werden muss, dass eine jüngere Untersuchung darin noch keine Garantie für komfortables Sitzen sieht<sup>529</sup> (siehe Kapitel 2.1.7.3).

### 5.1.6 Ablauf der Versuche

Zu Beginn werden die Probanden nach einer kurzen Einführung zum Versuchsablauf zunächst zu ihrem Alter, Geschlecht, ihrer Herkunft und den täglich im Sitzen verbrachten Arbeitsstunden befragt. Ferner beschreiben sie mit eigenen Worten die Eigenschaften eines aus ihrer Sicht optimalen Bürostuhls. Anthropometrische Daten werden nicht erhoben, denn im Fokus des Interesses steht ja zunächst nicht die Frage, wie der optimale Stuhl in seiner

<sup>529</sup> KOLICH, M. (2003): Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation. Applied Ergonomics 34 (2), S. 177-184.

Geometrie beschaffen sein sollte, sondern es geht vielmehr um die Annäherung an den generischen Zusammenhang zwischen „Gefallen“ und „Komfort“. Ferner sind die Stühle maßlich und in ihren Verstellmöglichkeiten hinreichend für eine normalverteilte Population geeignet.

Es folgt die Designbewertung, gefolgt von der Bewertung der Komforterwartung (beide erfolgen ohne Sitzkontakt). Anschließend nimmt die Versuchsperson in vorgegebener Reihenfolge in den vier Stühlen platz. Die Stühle sind alle auf maximale Sitzhöhe eingestellt. Während des Versuchs bleiben die Rückenlehnen in aufrechter Stellung arretiert. Die Armlehnen der Stühle 2-4 sind auf eine feste Höhe von 22cm über der Sitzfläche eingestellt, um nicht zu stark von der nicht veränderbaren Höhe von 20cm bei Stuhl 1 abzuweichen. Das Maß von 20 bzw. 22cm entspricht in etwa den Anforderungen von Männern des 5. Perzentils und Frauen des 50. Perzentils und ist damit eher zu niedrig als zu hoch angesetzt (siehe Maßempfehlungen in Kapitel 2.1.7.2)<sup>530</sup>.

Zunächst stellt der Proband jeweils die Sitzhöhe nach seinen individuellen Wünschen ein und wird nach etwa 15 Minuten Sitzen um sein Komfort- und Diskomforturteil befragt. Abschließend wird die Frage gestellt, welchen der 4 Stühle er kaufen würde.

Die Abfolge dieser Frageblöcke bleibt gleich, aber die Reihenfolge, in der die Sitze nebeneinander aufgestellt und nacheinander bewertet werden, wird permutiert, um Reihenfolgeeffekte auszuschließen.

### 5.1.7 Ergebnisse

Die gesammelten Daten lassen eine Trennung der Wertungen von Baugruppen einerseits und Eigenschaften des Stuhles andererseits sinnvoll erscheinen. Bezogen auf die Eigenschaften wurden folgende Gruppen gebildet:

- Einstellbarkeit
- Härtegrad der Polsterung
- Bewegungsfreiheit
- Form / Körperuntersützung
- Gesamtbild / Sonstiges

Ferner wurden die verbalen Begründungen zu folgenden Baugruppen abgegeben:

- Sitzfläche
- Drehgestell (Fuß)
- Rückenlehne
- Bezug
- Armlehnen

Diese Unterteilung von Eigenschaften und Baugruppen wird in der gesamten weiteren Untersuchung beibehalten.

<sup>530</sup> Vergleiche auch: DIN 33402-2: Körpermaße des Menschen. Teil 2: Werte (Entwurf, 03/2005), S. 30.

### 5.1.7.1 Versuchspersonen

Am Versuch nahmen zwölf Versuchspersonen (im Folgenden „VP“ genannt) teil, acht Männer und 4 Frauen. Der Altersdurchschnitt lag bei 32,8 Jahren, die Varianz zwischen 24 und 44 Jahren. Alle am Versuch teilnehmenden Personen sind Deutsche und im deutschen Kulturkreis aufgewachsen. Zehn der zwölf VP haben Vorkenntnisse im Bereich der Ergonomie (überwiegend Expertenbefragung). Im Durchschnitt verbringen die VP rund 36 Stunden pro Woche in einem Bürostuhl.

Acht der zwölf VP sind dabei mit ihrem Bürostuhl zufrieden und begründen dies hauptsächlich mit den guten Einstellmöglichkeiten und der damit möglichen guten Anpassung des Stuhls an den Körper. Vier der VP sind wegen nicht ausreichender Einstellmöglichkeiten mit ihrem Bürostuhl nicht zufrieden. Die Folge sind Rückenschmerzen und Nackenverspannungen. Ebenso problematisch für die Körperanpassung des Bürostuhls ist laut der VP die Form von Rückenlehne und Sitzfläche ihrer Stühle. Des Weiteren gibt es Probleme mit den Armlehnen, welche das Heranfahren des Stuhls an einen Schreibtisch behindern. Bei diesen Aussagen ist auffällig, dass die negativen Faktoren deutlich genauer beschrieben werden als die positiven. Die Fragen sind nochmals Anhang 8.1 zu entnehmen.

### 5.1.7.2 Merkmale eines idealen Bürostuhls

Einleitend beschrieben die VP ihren idealen Bürostuhl. Die Antworten sind nachfolgend nach Baugruppen und Eigenschaften getrennt aufgeführt.

#### Meistgenannte Eigenschaften (mindestens 2 Nennungen):

- Ausreichende Einstellmöglichkeiten mit Fixierungsmöglichkeiten (11 Nennungen)
- Einfache Bedienung der Einstellmöglichkeiten (5 Nennungen)
- Flexibles Sitzen (Haltungswechsel) muss möglich sein (5 Nennungen)
- Bequemes Sitzen muss möglich sein (3 Nennungen)
- Optimale Härte (3 Nennungen)
- Fühlbare Qualität (Solidität, Bezugstoff muss straff auf Polster sitzen) (2 Nennungen)

#### Meistgenannte Baugruppen (mindestens 2 Nennungen):

- Rollen leichtgängig und mit Feststellmöglichkeit (8 Nennungen)
- Armlehnen - abnehmbar, wenn nicht benötigt (7 Nennungen)
- Rückenlehne mit ausreichender Größe (3 Nennungen)
- Sitzfläche und Rückenlehne atmungsaktiv (2 Nennungen)
- Lendenwirbelunterstützung (2 Nennungen)

Diese Aussagen wurden ohne Anschauungsobjekt gemacht.

### 5.1.7.3 Durchschnittliche Platzierungen der Stühle

In Tabelle 5-2 werden die Ergebnisse der Designbewertung, der Komfortbewertung und des Komforturteils einander gegenüber gestellt. Dabei ist zu sehen, dass die Stühle 2 und 4 in allen Untersuchungskriterien am besten beurteilt werden. Die Stühle 1 und 3 hingegen werden durchweg schlechter bewertet. Dies bezieht sich jedoch lediglich auf die Gesamtbewertung des jeweiligen Stuhles. Im nächsten Schritt wird daher überprüft, wie sich



die Aussagen innerhalb der einzelnen Baugruppen und Eigenschaften über den Versuch entwickeln.

	Stuhl 1		Stuhl 2		Stuhl 3		Stuhl 4	
	durchschnittl. Platzierung	Platzierung	durchschnittl. Platzierung	Platzierung	durchschnittl. Platzierung	Platzierung	Bewertung	Platzierung
<b>Design</b>	3,17	3	1,83	1	3,17	3	1,83	1
<b>Komforterwartung</b>	2,75	3	1,67	1	2,92	4	2,58	2
<b>Komforterlebnis</b>	2,92	4	2,33	2	2,75	3	1,92	1

Tabelle 5-2: Durchschnittliche und finale Platzierung der Stühle

Die detaillierte Darstellung der Einzelergebnisse aller vier Stühle in den Versuchsabschnitten Designbewertung, Komforterwartung und Komforterlebnis sind dem Anhang (Kapitel 8.2) zu entnehmen.

#### 5.1.7.4 Kriteriengewichtung und Kaufentscheidung

Nach der Befragung zu Design, Komforterwartung und Komfort- und Diskomforterlebnis wurde die Frage gestellt, ob die Probanden einen der vier Stühle kaufen würden. Mit dieser Frage soll ermittelt werden, welche Faktoren für eine Kaufentscheidung von besonderer Bedeutung sind, ob diese bereits in der vorangegangenen Befragung auftauchten oder ob es ganz andere Einflüsse sind, welche zum Kaufentscheid führen. Nachstehend sind die Einzelbegründungen der VP für ihren Kaufentscheid aufgelistet.

Die Probanden geben an, den Stuhl **nicht** kaufen zu wollen,

- wenn er bequem ist, aber nicht gefällt,
- wenn „Komfortmängel“ beim ersten Setzen auffallen, also Diskomfort spürbar ist,
- wenn die Rückenlehne keine optimale Körperunterstützung bietet.

Sie geben an, den Stuhl kaufen zu wollen,

- wenn er subjektiv der schönere von mehreren ist, auch wenn er geringe Komfortdefizite aufweist (siehe Kapitel 8.2.3 und 5.1.8),
- wenn sein Design gefällt,
- wenn er stabil, langlebig und zuverlässig wirkt,
- wenn er komfortabel ist, wobei die Farbgebung auf jeden Fall gefallen muss
- wenn er komfortabel ist und insgesamt subjektiv gefällt (2 Nennungen)

Für eine Kaufentscheidung ist also der optische Eindruck eines Stuhles von großer Bedeutung. Gefällt er dem Käufer nicht, ist es unerheblich, wie komfortabel er ist. Eine Ausnahmestellung nehmen Personen ein, die körperliche Beschwerden haben und gezielt auf bestimmte Eigenschaften genau achten (z.B. Personen mit Rückenbeschwerden achten genau auf die Ausführung der Rückenlehne). Diese stellen den Komfortanspruch klar über das Design.



In Abbildung 5-5 ist die Kaufentscheidung dargestellt. Stuhl 4 würde vier Mal gekauft werden, die Stühle 1 bis 3 je zwei Mal. Drei VP würden keinen der vier Stühle kaufen. Die Summe ist ungleich zwölf, da Mehrfachnennungen möglich sind.

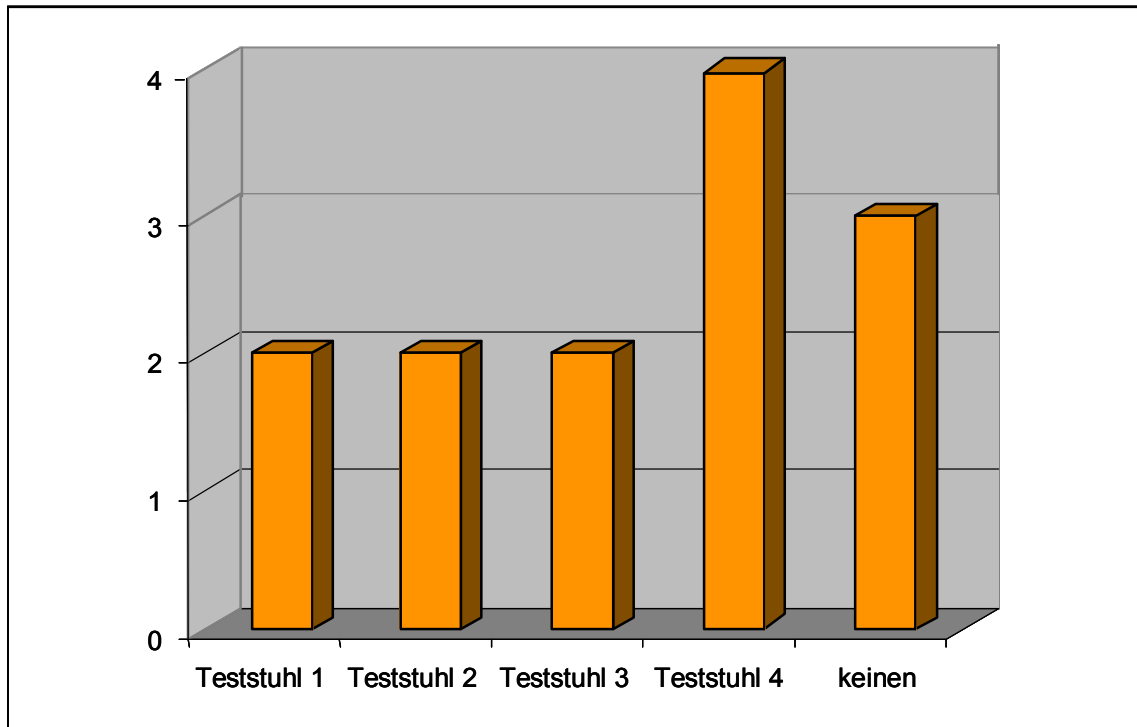


Abbildung 5-5: Kaufentscheidung der Versuchspersonen

Beim Vergleich der Kaufentscheidung mit den zuvor gegebenen Bewertungen zeigt sich, dass fünf Mal der Stuhl gekauft würde, welcher auch am besten gefallen hat (VP5, VP6, VP8, VP10 und VP11). Drei VP würden einen Stuhl mit Hauptaugenmerk auf das Komfort- und Diskomforterlebnis kaufen (VP1, VP2 und VP9).

#### 5.1.7.5 Wichtige Baugruppen und Eigenschaften über alle Stühle

In Abbildung 5-6 werden die Nennungshäufigkeiten über alle Stühle aufsummiert. Alle Eigenschaften und Baugruppen zeigen die Bewertungssummen für Designbewertung, Komforterwartung und Komfort- und Diskomfortbewertung. Die erste Auffälligkeit ist die deutlich größere Anzahl von Aussagen zum Komfortempfinden als zur Komforterwartung, was zeigt, dass das Komfort- und Diskomforterlebnis deutlich detaillierter bewertet wird als die Komforterwartung. Zu begründen ist dies durch die Multimodalität der Reize gegenüber den rein visuellen Eindrücken bei der Komforterwartung.

Betrachtet man den Faktor „Einstellbarkeit“, so ist auffällig, dass dieser bei der Bewertung des Designs häufiger genannt wird als bei der Komforterwartung. Sie scheint damit eher als Gestaltungsmerkmal wahrgenommen zu werden denn als Komfortmerkmal. Zum Komfort- und Diskomforterlebnis werden jedoch die meisten Aussagen gemacht (Multimodalität der Sinneseindrücke). Bei der Polsterhärte und -dicke ist eine Staffelung zu erkennen. Mit zunehmendem Kontakt zum Stuhl gewinnt diese an Bedeutung.

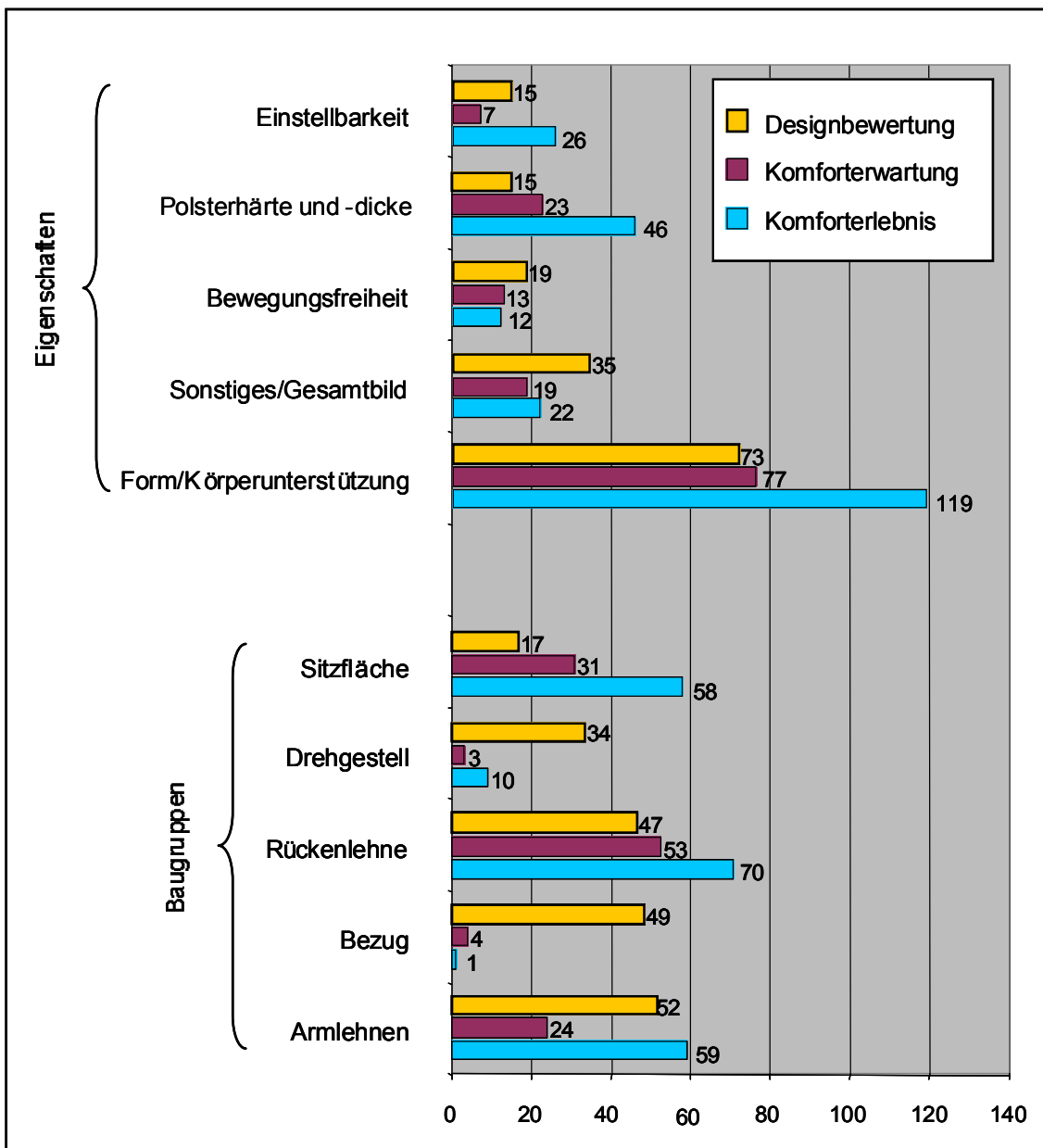


Abbildung 5-6: Nennungshäufigkeiten von Eigenschaften und Baugruppen bei allen 4 Stühlen (Mehrfachnennungen möglich, keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben, n=12). „Komforterlebnis“ schließt Aussagen zum Diskomfort ein.

Betrachtet man ferner die Bewertungen von Form bzw. Körperunterstützung, so sieht man, dass bei Designbewertung und Komforterwartung eine ähnliche Anzahl an Aussagen gemacht werden. Beim Komfort- und Diskomforterlebnis nehmen die Aussagen stark zu.

Die Baugruppen lassen sich offenbar in zwei Gruppen unterteilen: Sitzfläche, Rückenlehne und Armlehnen sind direkt für Körperunterstützung und Anpassung verantwortlich. Hier ist eine deutliche Zunahme der Aussagen über die Untersuchungskriterien hinweg zu erkennen. Sie sind somit für das Komfortempfinden wichtiger als für die Designbewertung. Das Drehgestell und der Bezug hingegen verhalten sich genau umgekehrt. Sie sind in erster Linie für die Designbewertung von Bedeutung. Für das Komfort- und Diskomforterlebnis spielen sie eine untergeordnete Rolle. Die Armlehnen spielen eine Sonderrolle, denn sie sind gleichermaßen wichtig für die Design- und die Komfort- und Diskomfortbewertung, nicht aber für die Komforterwartung.

### **5.1.7.6 Bedeutung der Baugruppen bei der Bewertung von Design und Komfortexpectation**

Eine wichtige Erkenntnis der Untersuchung ist die, dass die Probanden Schwierigkeiten haben, explizit zwischen der Design- und der Komfortexpectationsbefragung zu unterscheiden. Bereits bei Aussagen zum Design wird eine Vielzahl von Faktoren genannt, die unter die Komfortexpectation fallen. Als extremes Beispiel ist hier das Drehgestell von Stuhl 3 mit der Fußstützenfunktion zu nennen.

Betrachtet man die Untersuchungsergebnisse aller vier Stühle, so lassen sich die unter Kapitel 5.1.7 zu Beginn ermittelten Faktoren in primäre Design- und Komfortfaktoren gliedern (siehe Abbildung 5-6).

Zu den primären Designfaktoren zählt der Bezugsstoff, der fast ausschließlich bei der Designbewertung angesprochen wird, ferner das Drehgestell, das aber auch Einfluss auf Körperunterstützung und Bewegungsfreiheit hat.

Primärer Komfortfaktor ist außerdem die Rückenlehne, die auch bei der Komfort- und Diskomfortbewertung von besonderer Bedeutung ist, da sie für Körperunterstützung und – Haltung (Lendenwirbelunterstützung) verantwortlich ist. Ferner ist die Sitzfläche zu nennen, die auch maßgeblich die Druckverteilung und die Möglichkeit zum Sitzhaltungswechsel bestimmt.

Die Armlehnen sind keiner der beiden Kategorien eindeutig zuzuordnen, da sie einerseits für das ästhetische Erscheinungsbild des Stuhles von Bedeutung sind, andererseits aber eine wichtige Funktion in der Körperunterstützung der Arme beim Sitzen spielen.

Bei den Begründungen für die Bewertung der Komfortexpectation sehen die Probanden unterschiedliche, zum Teil widersprüchliche Kausalitäten. So werden folgende visuelle Assoziationen hergestellt:

- Breite Sitzfläche bedeutet Bewegungsfreiheit
- Runde Rückenlehnenform bedeutet gute Bewegungsfreiheit, aber auch:
- Runde Rückenlehnenform bedeutet schlechte Körperunterstützung
- Flaches Drehgestell dient gut als Fußstütze
- Armlehnen nahe an Sitzfläche angebracht engen ein
- Geschlossene Form von Armlehnen (siehe Stuhl 1) wirkt einengend
- Breite und hohe Rückenlehne bedeutet gute Körperunterstützung
- Breite Rückenlehne bedeutet gute Bewegungsfreiheit, da immer ausreichend Körperunterstützung, aber auch:
- Breite Rückenlehne bedeutet eingeschränkte Bewegungsfreiheit, da immer Schulterbereich einengend
- Sichtbare, „hohe“ Polsterung zeichnet gute Polsterung aus
- Verarbeitung wird eher gefühlt als gesehen!

### **5.1.7.7 Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Baugruppen**

In Abbildung 5-7 werden die Zusammenhänge von Baugruppen und Eigenschaften aufgeführt. Die Abbildung zeigt die zehn am häufigsten genannten Kombinationen. Im Anhang befindet sich eine Übersicht aller Kombinationen.

Dabei ist auffällig, dass die Form unter Einbeziehung der Körperunterstützung die wichtigste Eigenschaft eines Bürostuhles darstellt. Zusammen mit der Rückenlehne stellt sie die wichtigste Kombination dar. Armlehnen und Sitzfläche folgen an zweiter und dritter Stelle. Nach der Form ist die Polsterung von Sitzfläche und Rückenlehne von besonderer Bedeutung. Das Drehgestell wird hauptsächlich in Verbindung mit der Form (speziell die Körperunterstützung durch die Fußstützenfunktion und das ästhetische Erscheinungsbild) genannt. Beim Bezug ist primär die Farbgebung und Textur (unter der Eigenschaft Gesamtbild/Sonstiges zusammengefasst) von Interesse. Danach ist vor allem die Einstellbarkeit von Armlehnen und Rückenlehnen von Bedeutung.

	visuell gesamt	erlebt gesamt	Kombinationen gesamt
RL-F	56	40	96
AL-F	38	20	58
SF-F	20	31	51
SF-P	18	30	48
RL-P	30	14	44
DG-F	19	8	27
BZ-G	19	1	20
AL-E	6	11	17
AL-E-F	2	14	16
RL-E	2	12	14

Sind einer Baugruppe mehrere Eigenschaften zugeordnet, beeinflussen sich diese gegenseitig.

**Baugruppen:**  
 AL = Armlehnen  
 BZ = Bezug  
 DG = Drehgestell  
 RL = Rückenlehne  
 SF = Sitzfläche

**Eigenschaften:**  
 E = Einstellbereich  
 B = Bewegungsfreiheit  
 F = Form/Körperunterstützung  
 P = Polsterhärte und -dicke  
 G = Gesamtbild/Sonstiges

Abbildung 5-7: Zusammenhang von Baugruppen und Eigenschaften

Betrachtet man die Anzahl der Aussagen getrennt nach visuellen und erlebten Zusammenhängen, so fällt auf, dass Rückenlehne und Armlehnen häufiger bei den visuellen als den erlebten Eindrücken genannt werden. Bei der Sitzfläche ist es genau umgedreht. Bei den Armlehnen ist anzumerken, dass bei der Zusammenfassung der Gruppen AL-F, AL-E und AL-E-F diese mit insgesamt 91 kombinierten Aussagen eine ähnliche Wichtigkeit aufweisen wie die Kombination RL-F.

### 5.1.7.8 Zusammenhang zwischen Designbewertung und Komfort ranking

Aus den Mittelwerten der Designbewertung (1,83; 1,83; 3,17 und 3,17, siehe Tabelle 5-2 auf Seite 136) ist ersichtlich, dass die Stühle unterschiedlich eingestuft wurden. Auch die Mittelwerte des Komfortrankings (1,92; 2,33; 2,75 und 2,92) unterscheiden sich, jedoch nicht so stark wie bei der Designbewertung (Werte sind der leichten Lesbarkeit wegen in aufsteigender Reihenfolge aufgeführt).

Mit Hilfe einer Varianzanalyse mit Messwiederholung (MANOVA)<sup>531</sup> wurde analysiert, inwieweit diese Mittelwertsunterschiede durch zufällige Variationen in der Teilnehmer-Stichprobe zustande gekommen sind, oder aber stabile Effekte in der Population darstellen. Dieser Test ergab, dass der Unterschied in der Wahrnehmung des Designs signifikant ist ( $F(3,33) = 6,07$ ,  $p = .00$ ), d.h. mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit auf Zufallseffekte zurückzuführen ist. Dagegen ist der Unterschied in der Wahrnehmung des Komforts statistisch nicht bedeutsam ( $F(3,33) = 1,46$ ,  $p = .24$ ). Er ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 24 % ein Zufallsergebnis.

Außerdem wurde der Zusammenhang zwischen Design und Komfort untersucht. Tabelle 5-3 zeigt die summierte Zusammensetzung aller Design- und Komfortbewertungen. Jeder Proband bewertet die 4 Stühle nach Design und Komfort (Bildung einer Rangfolge, Doppelbelegungen sind nicht zulässig). Somit ergeben sich 48 Bewertungskombinationen.

		Komfort-Rangplatz				Gesamt
		1,00	2,00	3,00	4,00	
Design-Rangplatz	1,00	7	3	1	1	12
	2,00	3	3	4	2	12
	3,00	2	3	4	3	12
	4,00	1	2	3	6	12
Gesamt		13	11	12	12	48

Tabelle 5-3: Kreuztabelle aus Designrangplatz über Komfort-Rangplatz. Die Tabelle gibt an, wie häufig über alle Probanden Kombinationen aus Design- und Komfortrangplatz vergeben wurden ( $n=12$ )

Die Untersuchung wird anhand einer Kreuztabelle durchgeführt. Es wird untersucht, wie häufig Übereinstimmungen bei der Design- und Komfortbewertung auftreten. Gute Übereinstimmung ist gewährleistet, wenn in Tabelle 5-3 möglichst große Werte auf der Diagonalen von links oben nach rechts unten (hellgrau hervorgehoben) oder in unmittelbarer Nähe zu dieser liegen, wenn also möglichst häufig die Designbewertung genau der Komfortbewertung entspricht.

Als numerisches Korrelationsmaß wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet („Spearman- $\rho$ “)<sup>532</sup>. Der Spearman-Koeffizient liegt im Bereich von -1 bis +1. Dabei bedeutet -1 eine genaue Umkehr der Aussagen, 0 bedeutet, dass es keinen Zusammenhang gibt und +1, dass die Aussagen gleich sind. Der Spearman-Koeffizient zeigt einen positiven Zusammenhang der Variablen ( $r_s = .47$ ). Dieser Zusammenhang ist statistisch bedeutsam ( $P = .00$ ), d.h. er ist nur mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit ein zufälliges Ergebnis.

### 5.1.8 Diskussion der Ergebnisse

Dass das Gefallen einen Einfluss auf das Komforterlebnis haben dürfte, legt bereits Tabelle 5-2 auf Seite 136 nahe: Gute Platzierungen in der Designbewertung gehen mit guten Platzierungen im Komforterlebnis einher. Bestätigung findet dieser Zusammenhang in der

<sup>531</sup> ERDFELDER, E. (Hrsg.), (1996): Handbuch quantitative Methoden. Psychologie Verlags Union, Weinheim.

<sup>532</sup> GRAVETTER, F.J.; WALLNAU, L.B. (2000): Statistics for the Behavioral Sciences. 5th ed., Wadsworth, USA.

Bewertung des erwarteten Komforts (Kapitel 8.2.2): Hier erwecken jene beiden Stühle den komfortableren Eindruck, die schon in der Designbewertung besser bewertet wurden.

Auch die statistische Überprüfung bestätigt diesen Zusammenhang: Aus der Korrelation zwischen Designbewertung und Komforturteil lässt sich folgern, dass Design am Komforturteil beteiligt ist (siehe Kapitel 5.1.7.8). Es ist damit nicht hinreichend, allzu starken Diskomfort auszugleichen, aber notwendig, um deutlichen Komfort aufkommen zu lassen. Diesen Zusammenhang legen auch die verbalen Begründungen der Probanden zu ihrer Kaufentscheidung nahe: Ist das Design ansprechend, werden bis zu einem gewissen Grad Defizite beim Komfort geduldet, was die These stützt, dass der Mensch bereit ist, in gewissen Grenzen „für Schönheit zu leiden“<sup>533</sup>. Ist jedoch ein gewisses Maß an Körperanpassung durch den Stuhl nicht gegeben, so wird dieser unabhängig von seinem Design nicht in die engere Wahl gezogen (siehe Kapitel 5.1.7.4). Auch ist zu erwähnen, dass die Probanden Wert auf vielfältige Einstellmöglichkeiten legen (siehe Kapitel 5.1.7.2).

Für die weitere Untersuchung stellt sich damit die Frage, anhand welcher Baugruppe(n) dieser Zusammenhang vertieft untersucht werden kann. Hier scheinen die Armlehnen ein vielversprechendes Element darzustellen:

- Bei der Designbewertung (siehe Kapitel 8.2.1) ist auffällig, dass den Armlehnen eine besondere Bedeutung zugesprochen wird (Abbildung 8-1). Sie sind die bei allen Stühlen am häufigsten genannte Baugruppe und werden primär in Verbindung mit ihrer Form beurteilt.
- Für die Komforterwartung (Kapitel 8.2.2) ist primär die erwartete Körperunterstützung von Bedeutung. Daher werden vor allem die Baugruppen Sitzfläche, Rückenlehne und Armlehnen genauer betrachtet und beurteilt, da diese in direktem Kontakt zum Nutzer stehen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Form.
- Diese Gewichtung setzt sich bei der Bewertung des erlebten Komforts und Diskomforts fort (Kapitel 8.2.3): Die Armlehnen werden nach der Rückenlehne am zweithäufigsten erwähnt, gleich häufig wie die Sitzfläche.
- Die Betrachtung der häufigsten Kombinationen aus Baugruppen und Eigenschaften (Kapitel 5.1.7.7) zeigt, dass die Armlehnen ähnlich häufig genannt werden wie die Rückenlehne.
- Außerdem eignen sich die Armlehnen als Ansatzpunkt in besonderer Weise, denn nur sie werden praktisch gleich häufig bei der Designbewertung wie bei der Komfortbewertung genannt (siehe Kapitel 5.1.7.5, Abbildung 5-6). Dass sie somit eine Sonderrolle bei der Betrachtung von primären Design- und Komfortfaktoren spielen, wird in Kapitel 5.1.7.6 gezeigt: Die Armlehnen sind keiner der beiden Kategorien eindeutig zuzuordnen, da sie einerseits für das ästhetische Erscheinungsbild des Stuhles von Bedeutung sind, andererseits aber eine wichtige Funktion in der Körperunterstützung der Arme beim Sitzen spielen.
- Weil eine bauliche Veränderung der Armlehnen darüber hinaus keinen allzu großen Eingriff in die Struktur des Sitzes und die Sitzhaltung bedeutet, lässt sich an ihnen die komfortbeeinflussende Wirkung des Designs besonders gut studieren.

Als einziges bei der weiteren Vertiefung der Untersuchung zu variierendes Bauelement wird aus den genannten Gründen die Armlehne des Bürodrehstuhles ausgewählt. Dabei wird jener

<sup>533</sup> BUBB, H. (2004): Ergonomie und Sitzgestaltung. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 125.

## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

### 5.1 Korrelationsexperiment

---

Stuhl als Ausgangsobjekt herangezogen, der aus dem Korrelationsexperiment als Sieger in der Design- und Komfortwertung hervorgegangen ist (Stuhl 4).

Das heißt, dass im Verlauf der weiteren Untersuchung baulich identische Stühle untersucht werden, die lediglich formal unterschiedliche Armlehnen besitzen. Wie diese Stuhl- bzw. Armlehnenvarianten aussehen und beschaffen sein sollen, wird im Folgenden ermittelt. Diese Varianten werden dann erneut dem im Korrelationsexperiment siegreichen Stuhl gegenübergestellt (siehe Kapitel 5.5).

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.2 Synthese: Ausarbeitung der Armlehnenvarianten
- 

## 5.2 Synthese: Ausarbeitung von Armlehnenvarianten

Im Folgenden wird dargelegt, wie die Ergebnisse des Korrelationsexperiments für die Bildung von neuen formalen Lösungen herangezogen wurden.

### 5.2.1 Zielsetzung

Ziel der Variantenbildung ist es, die in Kapitel 3.6.2 identifizierten formalen Merkmalsausprägungen der „Biomorphie“ auf die Gestaltung von Armlehnen zu übertragen, weil damit eine positive Auswirkung auf das Gefallenurteil zu erwarten ist.

### 5.2.2 Methode und Sprachregelung

Zunächst erfolgt eine weitere Annäherung an die Gestaltungsprinzipien der „Biomorphie“ und parallel an deren Gegenstück, an „technisch-ingenieurhafte“ Gestaltung. Das heißt, dass diese noch abstrakten Beschreibungen präzisiert und auf die Gestaltung von Armlehnen angewandt werden. Dieser Prozess verläuft in der im Design und bei gestalterischen Prozessen allgemein üblichen Mischung aus kreativ-intuitivem und strukturiertem Arbeiten. Die zunächst verbal und in Form von Mood-Charts erarbeiteten Gestaltungsmerkmale werden in Form einfacher Handskizzen visualisiert, im Team besprochen und anschließend verworfen oder verfeinert. Dieser Prozess verläuft iterativ. Das Team besteht aus dem Autor und zwei Industriedesignern. Dabei werden die Vorgaben zu Beginn der Ideenfindungsphase nicht zu restriktiv gesetzt, um der Kreativität keine zu engen Grenzen zu setzen. Es wird ferner angestrebt, die biomorphen Entwürfe dahingehend auszulegen, dass die einen stärker den Sehsinn und die anderen vorzugsweise den Tastsinn ansprechen.

Für jene, die den Tastsinn ansprechen, wird die **Sprachregelung** getroffen, dass sie eine „**vielversprechende Haptik**“ bieten, die also bereits die Lust wecken, das Produkt anzufassen und zu berühren. Es handelt sich aber in beiden Fällen um biomorphe Gestaltung im Sinne der Definition in Kapitel 3.6.2. Es werden also folgende Gestaltungsprinzipien umgesetzt:

- **Biomorphie** (biomorphe Gestaltung mit Schwerpunkt auf dem Sehsinn)
- **Vielversprechende Haptik** (biomorphe Gestaltung mit Schwerpunkt auf dem Tastsinn) und
- **Technisch-ingenieurhafte Gestaltung**

Selbstverständlich bietet eine biomorphe Formgebung per definitionem schon von sich aus haptische Reize an, so dass es wenig aussichtsreich erscheint, eine biomorphe Gestaltung gänzlich ohne haptisch interessante Elemente ermitteln zu wollen. Dennoch werden Schwerpunkte bei der Ausarbeitung gesetzt, etwa in der Form, dass zusätzliche haptische Merkmale vorgesehen werden.

Eine zentrale Forderung bei der Ausarbeitung besteht darin, dass alle Varianten eine formal stimmige Einheit mit dem Stuhl eingehen müssen. Es soll also gemäß der anerkannten Forderung der Ästhetik „das Teil zum Ganzen passen“.



5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.2 Synthese: Ausarbeitung der Armlehnenvarianten
- 

### 5.2.3 Formale Kriterien bei der Gestaltung von Armlehnen

Gemäß den Ausführungen in Kapitel 3.6.2 kennzeichnet eine „biomorphe“ Gestaltung eine Formsprache, die sich an Konstruktionsprinzipien der Natur orientiert. Sie äußert sich in dynamischen, gleichsam unter „Spannung“ stehenden Linien, gekrümmten statt geraden Linien und „Sehnigkeit“, die sich aus einem Konkav-konvex-Wechsel von aneinander angrenzenden Flächen ergeben. Eine aus den vorangegangenen Merkmalen resultierende Diskontinuität von Strukturprofilen ist ein weiteres Charakteristikum.

Bei der Gestaltung von Armlehnen stellt die Biomorphie gleichsam die Makrostruktur, das Konstruktionsprinzip dar. Ein Paradebeispiel sehr dezenter Umsetzung dieses Prinzips ist nach Ansicht des Autors der „Aluminium Chair“ von EAMES (siehe Abbildung 5-8 links, hier insbesondere die Ausprägung des die Sitzfläche haltenden Tragarms).



Abbildung 5-8: Verkörperung der beiden Gestaltungsprinzipien „biomorph“ und „technisch-ingenieurhaft“:  
links: Aluminiumstuhl von Charles und Ray Eames (1953-1957) (aus ALBUS, V. (2000), S. 109)  
rechts: Rot-Blauer-Stuhl von Gerrit Rietveld (1917-1923) (aus: ALBUS, V. (2000), S. 32)

Die Vermittlung einer „technisch-ingenieurhaften“ Anmutung dagegen wird von geradlinigen oder auf geometrische Grundformen (Zylinder, Würfel, Kugel...) zurückführbaren, stark voneinander abgegrenzten Flächen und Linien befördert. Ein markantes Beispiel dieses Gestaltungsprinzips ist RIETVELDs „rotblauer Stuhl“ (siehe Abbildung 5-8 rechts).

In Bezug auf eine „vielversprechende Haptik“ wurde die Entwicklungsvorgabe gemacht, den Spieltrieb und die menschliche Neugierde gezielt anzusprechen. Es wird die Annahme getroffen, dass bei Armlehnen insbesondere jene Stellen von Interesse sind, an denen die Hände des Sitzenden am häufigsten ruhen bzw. die leicht für diese erreichbar sind. Bei der Gestaltung müsste darauf geachtet werden, dass die entsprechenden Partien erkennbar für die Hände gestaltet sind, als „Extra“ wirken. Die „vielversprechende Haptik“ bezeichnet damit eher die Mikrostruktur der Armlehne.

Bei der Ausgestaltung der Armlehnen ist ferner darauf zu achten, eine klare Linienführung zu finden, die auch im Fall der voraussichtlich etwas komplexeren Geometrie der haptisch ansprechenden Variante leicht wahrnehmbar ist.

### 5.2.4 Entwicklung erster Varianten

Zunächst wird untersucht, wie sich die Kriterien „vielversprechende Haptik“ und „Biomorphie“ erlebbar machen lassen und welche formalen Elemente sich eignen, um das technisch anmutende Pendant zu verkörpern.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
- 5.2 Synthese: Ausarbeitung der Armlehnenvarianten

### 5.2.4.1 Formstudien

Das erfolgt in Form von ersten Formstudien wie in Abbildung 5-9 beispielhaft dargestellt. Wie die mechanische Anbindung an das Sitzgestell zu lösen ist, bleibt zunächst noch unspezifisch und ist Gegenstand weiterer Entwürfe (siehe Abbildung 5-10).

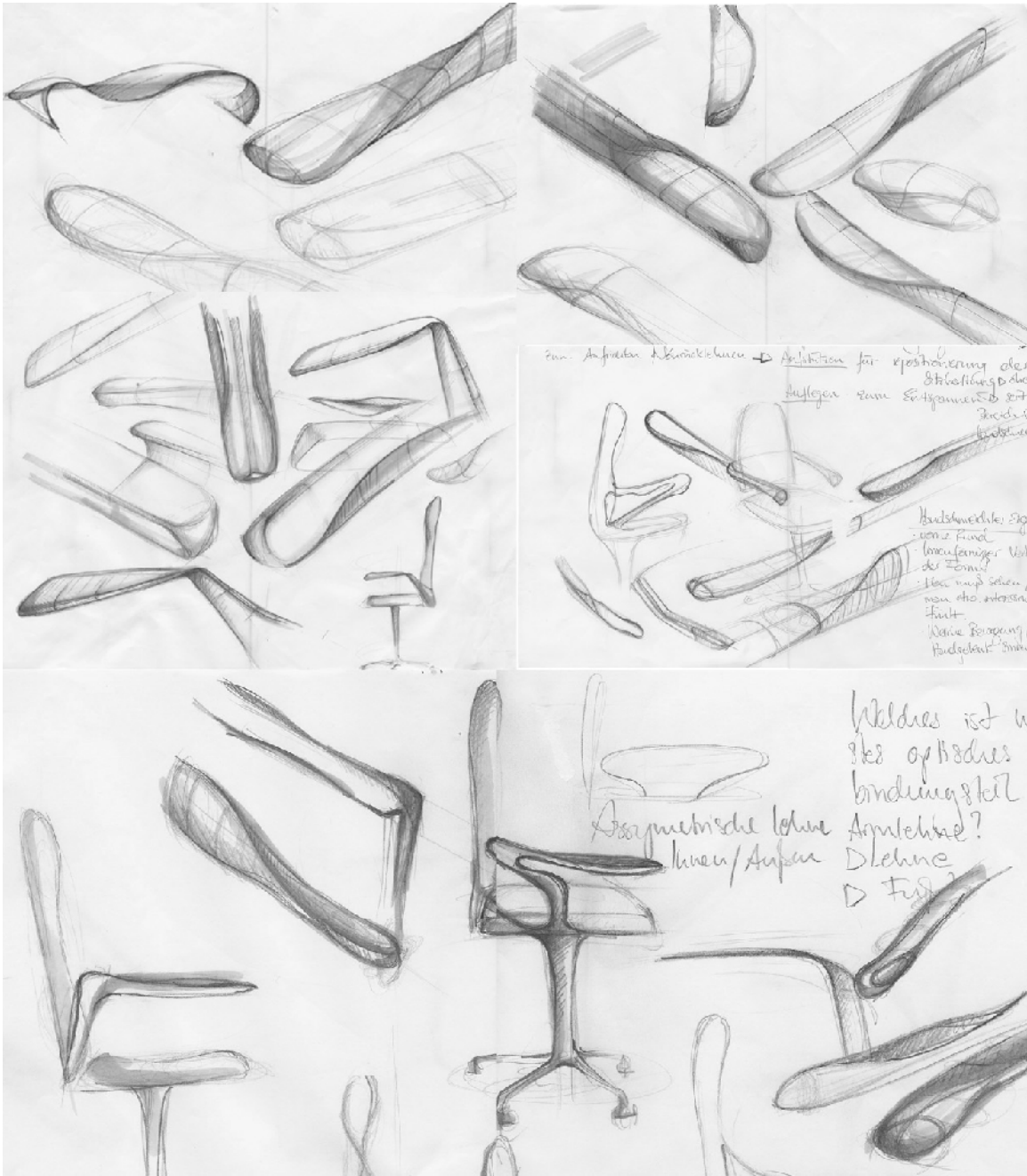


Abbildung 5-9: Erste Skizzen und Formstudien zum Thema „vielversprechende Haptik“ und „Biomorphie“ (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion  
5.2 Synthese: Ausarbeitung der Armlehnenvarianten
- 

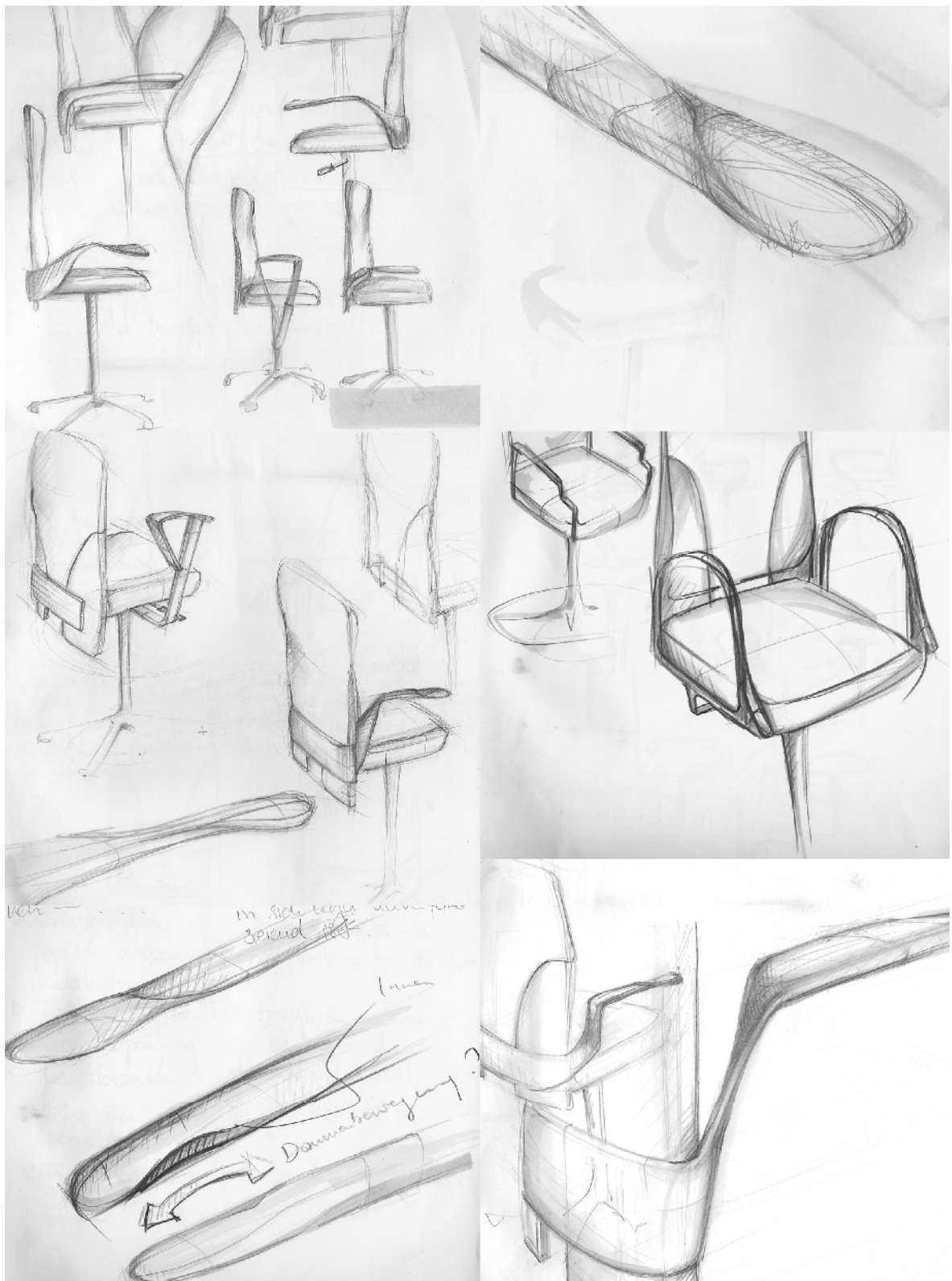


Abbildung 5-10: Weitere Skizzen und Formstudien zum Thema „vielversprechende Haptik“ und „Biomorphie“, ferner zur Anbindung der Armlehnen an das Sitzgestell (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.2 Synthese: Ausarbeitung der Armlehnenvarianten
- 

#### 5.2.4.2 Festlegung der mechanischen Anbindung und der Form der Kontaktfläche mit dem Unterarm

Bereits in diesem ersten Schritt wird erkennbar, dass es im Interesse der Zuordenbarkeit der visuellen Wirkung notwendig ist, die gestalterischen Randbedingungen um das Kriterium zu erweitern, dass die Armlehnen allesamt unter der Sitzfläche des Stuhles angeschlagen sind. Damit wird verhindert, dass weitere Bauteile baulich und visuell für den Betrachter beeinflusst werden und damit mehr Baugruppen variiert werden als nur die Armlehnen (z.B. die Rückenlehne bei Integration der Armlehnen in die Rückenlehne (siehe Abbildung 5-10 unten rechts)).

Selbst mit dieser gestalterischen Einschränkung bleibt aber noch hinreichend viel formaler Spielraum. Zunächst wurden einfache Seitenansichten erzeugt, um diesen Spielraum auszuloten (siehe Abbildung 5-11). Diese ersten, noch sehr freien, schematischen Ideen werden vereinzelt weiterentwickelt.

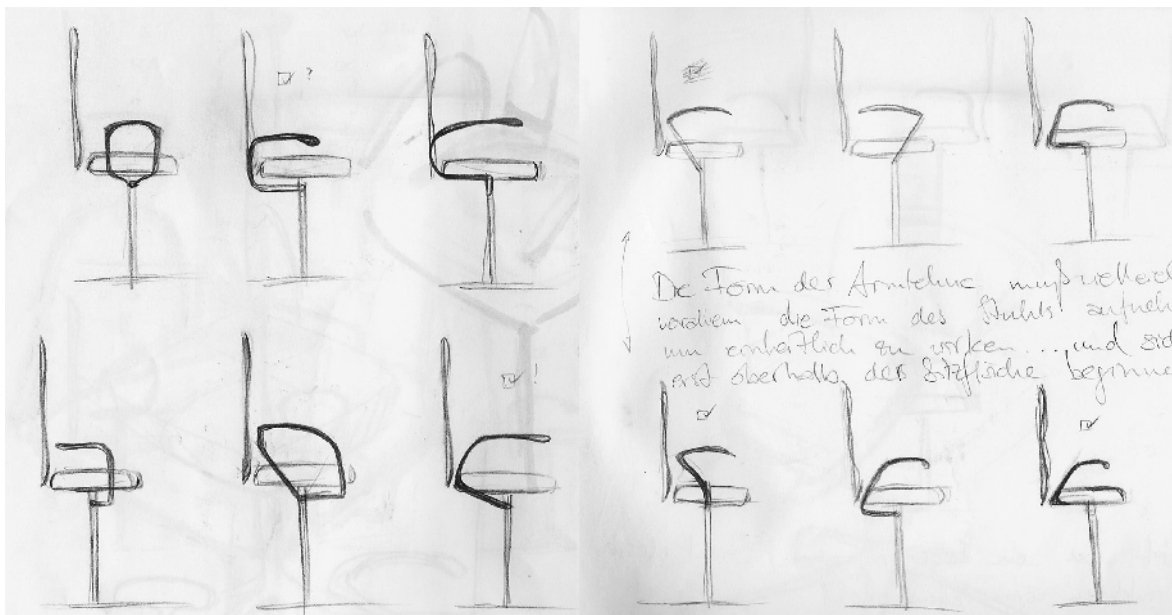


Abbildung 5-11: Formstudien zu Armlehnen, die unter der Sitzfläche montiert werden (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

An dieser Stelle wurde außerdem eine weitere Randbedingung hinzugefügt, die methodisch von Bedeutung ist. Sie besagt, dass alle Armlehnenvarianten in Bezug auf die Kontaktfläche zum Unterarm die Form, Lage und Materialität der heutigen Serienarmlehne von Stuhl 4 des Korrelationsexperiments aufweisen müssen, damit in aufrechter Sitzhaltung objektiv identische Sitzbedingungen sichergestellt sind. Die Armlehnenhöhe wird auf 25cm über Sitzflächenniveau festgelegt (siehe Kapitel 5.3.5).

#### 5.2.4.3 Festlegung der grundsätzlichen Bauformen

Ferner haben die bisherigen Ausarbeitungen, sowie eine Recherche marktüblicher Bürostühle ergeben, dass im Wesentlichen drei prinzipielle Bauformen für Armlehnen etabliert sind: Eine Bogenform, die nach vorne, nach hinten oder allseits geschlossen ist. Die Entwürfe wurden also entsprechend strukturiert und weiter schematisch variiert. Dabei wurde im Sinne der Untersuchung bereits darauf geachtet, den „biomorphen“ Entwürfen entsprechende

„technisch-ingenieurhafte“ zur Seite zu stellen (siehe Abbildung 5-12), denn beide Ansätze sollen ja im Folgenden miteinander in Bezug auf ihre Akzeptanz verglichen werden.



Abbildung 5-12: Strukturierung nach den Bauformen „vorne geschlossen“ (1.x), „hinten geschlossen“ (2.x) und „allseits geschlossen“ (3.x). Rot umrandet sind jene Varianten einer Zeile, die als Paar aus „biomorpher“ und „technisch-ingenieurhafter“ Gestaltung ausgewählt wurden. (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

Aus diesen Prinzipdarstellungen wurde jeweils ein Paar ausgewählt, das beide Gestaltungsrichtungen enthält. Dabei wurden folgende Auswahlkriterien angewandt:

1. Erkennbarkeit der Gestaltungsprinzipien: Ausschlaggebend ist, wie klar die Gestaltung „biomorph“ und „technisch-ingenieurhaft“ als solche erkennbar sind. So stellen die in Abbildung 5-12 in der linken Spalte dargestellten Varianten die „biomorphen“ dar, von denen sich die „technisch-ingenieurhaften“ klar abgrenzen sollen, um den Unterschied auch für das nicht geschulte Auge leicht erkennbar zu machen. Dies trifft in Zeile 1 am meisten auf die Varianten 1.1 und 1.3 zu, in Zeile 2 auf die 2.1 und 2.2 sowie 2.3 und in Zeile 3 auf die Kombination 3.1 mit 3.2.
2. Überschneidungsfreiheit der Gestaltungsmerkmale zwischen sämtlichen Varianten: Die „technisch-ingenieurhafte“ Gestaltung lässt sich nicht auf die Verwendung geradliniger Bauelemente reduzieren. Deswegen wurde versucht, auch diese Gestaltung zu variieren, z.B. um reguläre Kreise (2.4) und abweichenden Montagepunkt (daher 1.3 statt 1.2), um an dieser Stelle eine rechtwinkelige Konstruktion zu ermöglichen. Ferner sollten die Varianten 1.x und 2.x nicht spiegelsymmetrisch sein, weil dies allein eine Präferenz für die Öffnungsrichtung der Armlehne zum Ergebnis hätte. Aus diesem Grund wurde als „technisch-ingenieurhafte“ Entsprechung von 2.1 die Variante 2.4 ausgewählt und nicht 2.2. Letztere liegt zwar formal näher bei 2.1, aber sie stellt nur eine gespiegelte Variante von 1.2 dar. 2.4 dagegen erlaubt den Vergleich mit dem Element eines Kreises. Variante 2.3 wurde verworfen, da sie wiederum zu große Parallelen mit 3.2 aufweist,

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.2 Synthese: Ausarbeitung der Armlehnenvarianten
- 

welche deswegen als passend zu 3.1 eingestuft wurde, weil diese nach Meinung des Autors und des Entwicklungsteams das erste Kriterium der Erkennbarkeit der Gestaltungsprinzipien am besten erfüllte.

#### 5.2.4.4 Biomorphe Varianten mit hervorgehobenen haptischen Qualitäten

Vor dem Hintergrund des methodischen Ansatzes, die vom Autor neu erstellten Armlehnenvarianten (1x biomorph, 1x biomorph mit zusätzlich vielversprechender Haptik) mit dem technisch-ingenieurhaft anmutenden Stuhl aus dem Korrelationsexperiment zu vergleichen, schien es sinnvoll, nur die beiden Gestaltungsprinzipien „biomorph“ und „biomorph mit zusätzlich vielversprechender Haptik“ in Präferenztests zum Vergleich zu stellen. Damit sollte herausgefunden werden, ob sich tatsächlich eine Akzeptanzsteigerung durch das Anbieten haptik-relevanter Gestaltung einstellt.

Dieser Ansatz sollte sich jedoch für die Durchführung mittels graphischer Tests als nicht praktikabel herausstellen, weil die dabei zu identifizierenden Unterschiede zu fein für die gewählte Darstellungs- und Darbietungsform der Varianten waren (siehe Kapitel 5.3.2.1). Zunächst jedoch wurde dieser Versuch unternommen.

Bei der Entwicklung von Varianten mit hervorgehobenen haptischen Qualitäten wird von den Varianten 1.1, 2.1 und 3.1 in Abbildung 5-12 ausgegangen. Der dabei verfolgte Ansatz besteht darin, auf kontinuierliche Querschnittsveränderungen abzielen, weil diese den physischen Kontakt abwechslungsreicher gestalten (siehe Abbildung 5-13).



Abbildung 5-13: Weitere Ausarbeitung der Varianten mit besonderen haptischen Merkmalen in den drei Bauformen (allseits geschlossene, hinten geschlossene und vorne geschlossene Armlehnen. (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

Ein weiterer Versuch wurde unternommen mit der dezidierten Ausgestaltung der Ausfallenden der Armlehnen (siehe Abbildung 5-14).



5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion  
5.2 Synthese: Ausarbeitung der Armlehnenvarianten
- 

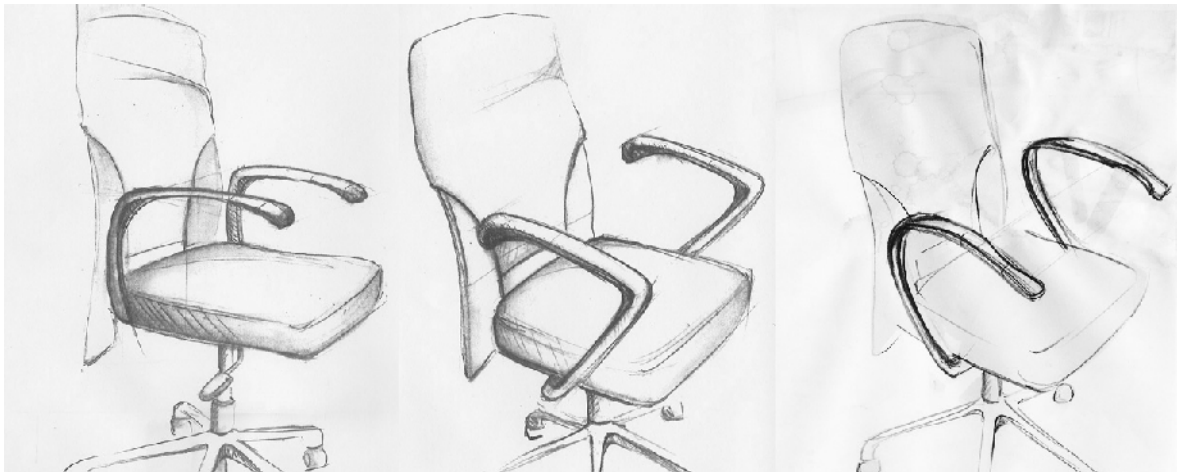


Abbildung 5-14: Realisierung einer vielversprechenden Haptik an Armlehnen mit biomorpher Struktur durch Gestaltung der Ausfall-Enden (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

Die in Abbildung 5-15 dargestellten Varianten stellen den vorläufigen Entwicklungsstand nach einer Verfeinerung der Varianten in Abbildung 5-14 dar. Mit ihnen wurde ein erster Vorab-Test durchgeführt (siehe folgendes Kapitel). Die Varianten wurden dabei so zusammengestellt, dass einer Variante mit biomorpher Gestaltung jeweils eine entsprechende Variante mit zusätzlichen haptischen Elementen zur Seite gestellt wurde. So weist Stuhl 2 eine leichte Verdickung am vorderen Armlehnenende auf, Stuhl 3 am hinteren Auslauf. Stuhl 5 und 6 unterscheiden sich im Wesentlichen in der Ausgestaltung der Biegungen der Armlehnen (ovaler Querschnitt bei Stuhl 5, dreieckiger bei Stuhl 6).

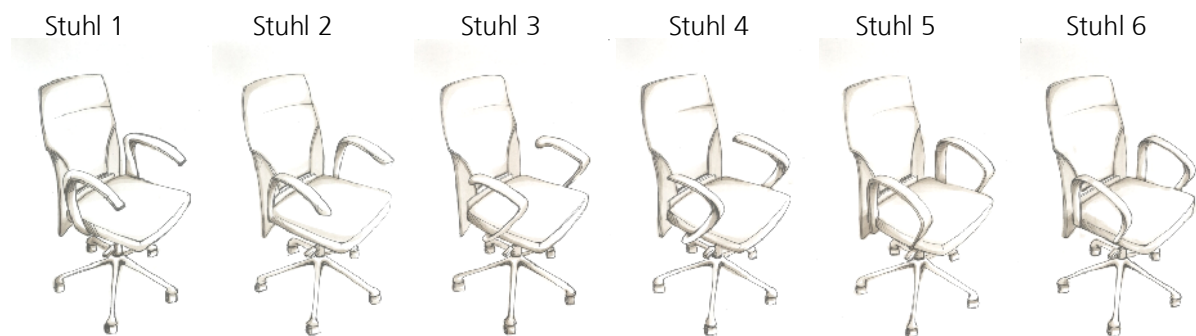


Abbildung 5-15: Erstes Set von Varianten, das in den Vorab-Tests verwendet wurde (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten
- 

### 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten durch visuelle Präferenztests

Die in Abbildung 5-15 gezeigten Varianten werden einer Vorauswahl unterzogen.

#### 5.3.1 Zielsetzung

Damit soll herausgefunden werden, ob die haptischen Elemente als solche erkannt werden und ob diese akzeptanzsteigernd wirken. Ferner ist von Interesse, wie trennscharf diese Stuhlmerkmale zu unterscheiden sind und wie gut sich deren graphische Darstellung eignet. Eine weitere Intention besteht in der Reduktion der anschließend zu bauenden Handhabungsmodelle.

#### 5.3.2 Methode

Die Vorauswahl wird im Rahmen von Präferenztests vorgenommen. Hierfür wurden die genannten 6 Varianten (siehe Abbildung 5-15) herangezogen. Die Anzahl leitet sich aus dem Umstand ab, dass das primäre Gedächtnis des Menschen  $7 \pm 2$  logische Einheiten verarbeiten kann<sup>534</sup>. Somit ist sichergestellt, dass die Probanden mit der Bildung einer Rangfolge keine Schwierigkeiten haben, die sich aus einer zu großen Variantenzahl ergeben könnten.

Die Präferenztests werden als geführtes Einzelinterview in Form eines MS Excel-gestützten Paarvergleichs mit randomisiert permutierten Abfragen und zufällig angeordneten Abbildungen der Stuhlvarianten durchgeführt. Der Paarvergleich liefert ein Ranking vom best- bis zum schlechtestbewerteten Stuhl. Bewertungskriterium ist das Gefallen des Stuhles unter Zurückstellung von Überlegungen hinsichtlich des praktischen Nutzens oder einer hypothetischen Kaufentscheidung. Die Bewusstmachung dieses Kriteriums wird durch einleitende Fragen an den Probanden bezüglich seiner Idealvorstellungen an einen Stuhl sichergestellt und nach Abschluss des Interviews durch eine abschließende Begründung für die Wahl des best- und des schlechtestbewerteten Stuhles nochmals überprüft.

Der Proband kann sein im Rahmen des Paarvergleichs erzeugtes Ranking abschließend noch korrigieren. Damit wird das Problem einer zirkularen Triade verhindert (Proband gibt an, dass A besser als B, B besser als C gefällt, aber am Ende, dass C besser als A). Die abschließende, durch den Probanden korrigierte Rangfolge ist bindend und wird bei der Auswertung zugrunde gelegt.

Es wird eine Stichprobe von  $n=50$  angestrebt, um das Gesetz der großen Zahl zu erfüllen, der zufolge sich die relative Häufigkeit eines Zufallsergebnisses immer weiter an die theoretische Wahrscheinlichkeit für dieses Ergebnis (Erwartungswert) annähert, je häufiger das Zufallsexperiment durchgeführt wird<sup>535</sup>. Die Stichprobe stellt eine Auswahl aus der Grundgesamtheit der Büroarbeiter dar, die überwiegend einer Sitztätigkeit nachgehen und somit für den Kontext der Untersuchung relevant sind. Ob diese Bedingung erfüllt ist, wird jeweils zu Beginn der Befragung abgeprüft. Die Stichprobe setzt sich zusammen aus wissenschaftlichen Mitarbeitern, studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften und

<sup>534</sup> BUBB, H. (1993): Informationswandel durch das System. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie. Carl Hanser, München, Wien, S. 342.

<sup>535</sup> BORTZ, J. (2005): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. 6. Auflage, Springer, Heidelberg, S. 52.



5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten
- 

Angestellten des Fraunhofer Institutszentrums Stuttgart, also Leuten, die am IPA<sup>536</sup>, IBP<sup>537</sup>, IRB<sup>538</sup>, an der TEG<sup>539</sup> oder am IGB<sup>540</sup> arbeiten, die beruflich nicht mit Design und/oder Ergonomie zu tun haben, und die somit ein homogenes Kollektiv von Büroarbeitern darstellen, das relevant für den betrachteten Kontext ist.

Bewusst ausgeschlossen wurden Mitarbeiter des IAO<sup>541</sup>, weil sich aus diesem Institut die Stichprobe für die späteren Sitztests rekrutierte. Es wurde damit sichergestellt, dass das Probandenkollektiv der Präferenztests verschieden ist von dem der Teststutzer. Da diese Trennung nicht nur organisatorisch, sondern auch baulich-räumlich stark ausgeprägt ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Präferenztests die späteren Sitztests in keiner Weise beeinflusst haben. Ferner wird eine Verteilung von 50% Männern und 50% Frauen angestrebt.

Aus der Zahl der zur Diskussion gestellten Varianten ergeben sich  $6! = 720$  mögliche Rangfolgen, also deutlich mehr als Probanden. Das Ergebnis wird dahingehend ausgewertet, ob und welche Gemeinsamkeiten zwischen den Probanden vorliegen und ob sich somit wie erwartet ein gemeinsames Präferenzprofil ablesen lässt oder nicht.

### 5.3.2.1 Vorabtests

Zunächst wurden Vorab-Tests Anfang November 2005 mit 4 Probanden durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die Varianten zu geringe Unterscheidungsmerkmale aufweisen, was den Vergleich erschwert. Das hat seine Ursache darin, dass der Aspekt einer „vielversprechenden Haptik“ angesichts der Darstellungsgröße am Bildschirm schwer erkennbar war. Auch stellte sich heraus, dass die graphische Darstellung noch nicht hinreichend präzise ist. So sind die Skizzen jeweils einzeln von Hand nachkoloriert, was zu ungewollten, die Probanden irreführenden Abweichungen zwischen den Darstellungen führt.

Die Vorab-Tests haben somit ergeben, dass die graphische Darstellung einer Überarbeitung bedarf und es sinnvoll ist, zunächst nur den bildlich leichter erkennbaren Vergleich „biomorph“ vs. „technisch-ingenieurhaft“ zu ziehen und die Wirkung einer „vielversprechenden Haptik“ den Sitztests (siehe Kapitel 5.5) vorzubehalten.

### 5.3.2.2 Graphische Verfeinerung der Varianten

Aus den Vorab-Tests wurde die Konsequenz gezogen, alle Armlehnenversionen grafisch stärker zu standardisieren, weniger handskizzenhaft darzustellen und die Gegenüberstellung der Gestaltungsprinzipien „biomorph“ und „technisch-ingenieurhaft“ so zu bewerkstelligen, dass jeweils Paare von eher technisch-geradlinig konstruierten Armlehnen und solchen, bei denen die Geometrie spannungsreichere Verrundungen aufweist, gebildet wurden (siehe Abbildung 5-16).

<sup>536</sup> Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung

<sup>537</sup> Fraunhofer-Institut für Bauphysik

<sup>538</sup> Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

<sup>539</sup> Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe

<sup>540</sup> Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik

<sup>541</sup> Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation

Die Stühle unterscheiden sich also nur darin, wie die jeweils identischen Auflageflächen mit dem Sitzkissen verbunden sind: Stuhl 1 und Stuhl 2 besitzen jeweils vorne geschlossene und nach hinten geöffnete Armlehnen, bei Stuhl 3 und 4 ist die Öffnungsrichtung umgekehrt, wobei Stuhl 4 die mehr formalistisch-technische Auslegung mit praktisch kreisrunder Armlehnenkontur aufweist, während Stuhl 3 eine ähnlich dynamische Linienführung wie Stuhl 1 aufweist. Stuhl 5 und 6 weisen wiederum eine beidseitig geschlossene Anbindung auf, wobei auch hier einer fließenden, an gedrehte Bänder erinnernden Form (Stuhl 5) eine technische Lösung (Stuhl 6) gegenübergestellt wird. Es wird also grundsätzlich an den in Kapitel 5.2.4.3 festgelegten Bauformen festgehalten.

Die Nummerierung der Stuhlversionen erfolgt nach der Logik einer paarweisen Aufstellung von jeweils biomorpher und technischer Variante in der Abfolge nach hinten geöffnete Lehne – nach vorne geöffnete Lehne – geschlossene Lehne:



Abbildung 5-16: Bezeichnung der finalen, im Präferenztest verwendeten Stuhlvarianten (Darstellung von Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)

Mit diesen Darstellungen wurden die Präferenztests am 14. und 15. November 2005 im Foyer des Fraunhofer-Institutszentrums Stuttgart durchgeführt.

### 5.3.2.3 Ablauf der Befragung

Die Teilnahme an der Befragung erfolgte bei allen Probanden auf freiwilliger Basis. Die Angehörigen der o. g. Institute wurden vorab per Email über Inhalt und Ort der Befragung in Kenntnis gesetzt und konnten jederzeit zur Abgabe ihrer Meinung erscheinen.

Zunächst vergewisserte sich der Testleiter, dass die Kandidaten beruflich keinen Bezug zu Design oder Ergonomie hatten und überwiegend einer im Sitzen ausgeführten Bürotätigkeit nachgingen (Abfrage der Stunden pro Tag sitzend). Waren beide Kriterien erfüllt, wurden die Probanden instruiert. Dabei wurde offengelegt, dass 6 Stuhlvarianten hinsichtlich ihrer ästhetischen Qualität zu bewerten sind, die sich nur in der Form ihrer Armlehnen unterscheiden. Die Probanden wurden instruiert, dass

- nur die Form des gesamten Stuhles zu bewerten ist,
- keine Kaufentscheidung zu treffen ist,
- keine Vermutungen über die Bequemlichkeit anzustellen sind,
- ebenso keine praktischen Überlegungen einfließen sollten.

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten
- 

Nun ist „Gefallen“ wie bereits ausführlich erörtert ein mehrdimensionales Konstrukt<sup>542</sup>, das es dem Probanden schwer macht, die obigen und ggf. weitere Kriterien auszublenden. Daher diente die Instruktion primär dem Ziel, die Probanden zu sensibilisieren, sich vorrangig zur ästhetischen Qualität des Produktes zu äußern. Diese Aufforderung wurde dadurch verstärkt, dass die Probanden noch vor Beginn des Paarvergleichs gefragt wurden, was ihrer Meinung nach einen ästhetisch ansprechenden Stuhl auszeichnet. Erst danach wurde der Paarvergleich durchgeführt.

Nach Abschluss des Paarvergleichs wurden die Probanden noch um eine Begründung für ihre Wahl des erst- bzw. letztplatzierten Stuhls gebeten. Das sollte einerseits helfen, ggf. unklare Voten interpretieren zu können, und diente andererseits der Kontrolle, welche Kriterien außer der ästhetischen Qualität in die Wertung eingeflossen sind.

Insgesamt wurden folgende Daten erfasst:

- Alter
- Geschlecht
- Tätigkeit
- Stunden pro Tag, die im Büro sitzend gearbeitet wird
- Funktion des Probanden im Institut
- Finales Ranking der Stühle
- Grund für Erst- und Letztplatzierung der Stühle

Im Anhang befinden sich der verwendete Fragebogen (Kapitel 8.3) sowie einige beispielhafte Screenshots der Excel-basierten Routine, mit der der Paarvergleich durchgeführt wurde (Kapitel 8.4).

### 5.3.3 Auswertung

Der Paarvergleich ergab je Proband eine 6x6-Matrix, in der eine Bevorzugung eines Stuhles gegenüber einem anderen mit dem Zahlenwert „1“ eingetragen wurde und umgekehrt mit dem Zahlenwert „0“. Da die Diagonale einem Vergleich des Stuhles mit sich selbst entspricht, bleibt sie frei. Es werden also 15 Einzelwertungen vorgenommen, um jeden Stuhl mit jedem zu vergleichen. Für die folgende Auswertung wird die Zellensummenmatrix aller 110 Probanden herangezogen (siehe Tabelle 5-6).

#### 5.3.3.1 Probandenprofil

Insgesamt wurden 110 Probanden befragt, davon 65 Männer und 45 Frauen. Die Altersverteilung liegt bei den Männern zwischen 17 und 73 Jahren, im Mittel bei 36 Jahren, bei den Frauen zwischen 18 und 63 Jahren, im Mittel bei 35,7 Jahren. Alle Befragten sind wissenschaftliche Mitarbeiter des Fraunhofer-Institutszentrums Stuttgart oder dort beschäftigte Studentische Hilfskräfte, alle arbeiten überwiegend im Sitzen, und zwar zwischen 3 und 12, im Mittel 6,8 Stunden am Tag. Die kurzen Zeiten wurden von

<sup>542</sup> Siehe hierzu auch BORTZ, J. & DÖRING, N. (2005): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 3. Auflage, Springer, Heidelberg, S. 159.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
- 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten

studentischen Hilfskräften angegeben, die entsprechend kurze Anwesenheitszeiten an den Instituten ableisten.

### 5.3.3.2 Rangfolge

Zunächst wird betrachtet, wie häufig jede Platzierung je Stuhl vergeben wurde und welche durchschnittliche Platzierung sich hieraus für die sechs Stühle ergibt (Tabelle 5-4).

	Platz 1	Platz 2	Platz 3	Platz 4	Platz 5	Platz 6	Durchschnitt
Stuhl 1	54	23	26	2	4	1	1,9
Stuhl 2	2	8	16	30	34	20	4,3
Stuhl 3	25	43	25	9	8	0	2,4
Stuhl 4	16	19	25	21	17	12	3,4
Stuhl 5	8	12	11	34	27	18	4,0
Stuhl 6	5	5	7	14	20	59	5,0

Tabelle 5-4: Häufigkeit der Einstufung der Stühle (n=110) und resultierende durchschnittliche Platzierung

Die Sortierung nach der durchschnittlichen Platzierung ergibt das in Abbildung 5-17 dargestellte Bild:

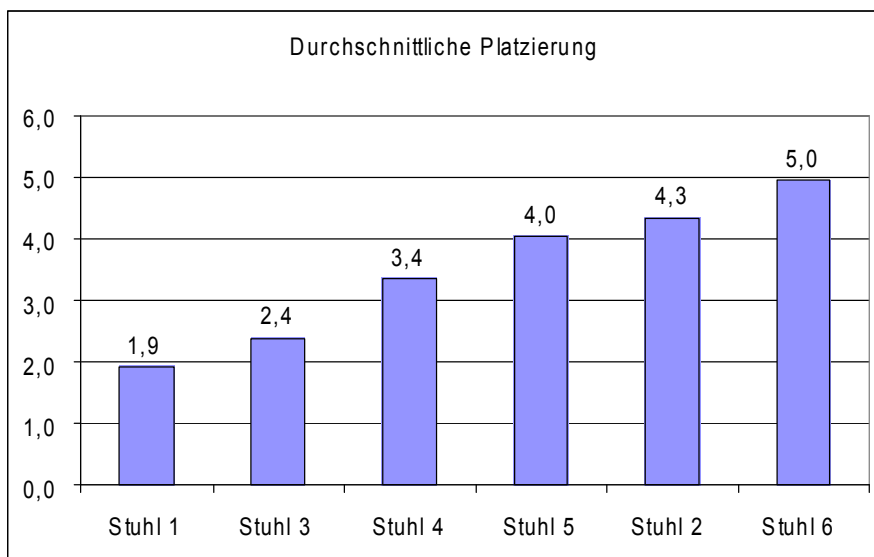


Abbildung 5-17: Durchschnittliche Platzierung der Stühle in aufsteigender Reihenfolge

Hieraus wird ersichtlich, dass der größte Abstand von einer ganzen Platzierung zwischen Stuhl 3 und Stuhl 4 vorliegt, obwohl beide in ihrer Bauart identisch sind: Beide haben eine nach vorne geöffnete Bauform der Armlehnen mit konstantem Querschnitt über die gesamte Armlehnenlänge. Daraus lässt sich schließen, dass es keinen entscheidenden Einfluss auf das Gefallensurteil haben dürfte, ob die Armlehnen nach hinten oder nach vorne geöffnet sind (siehe hierzu auch Kapitel 5.3.3.9).

### 5.3.3.3 Nach Gesamtpunkten bestbewerteter Stuhl

Die Zellensummen aus allen Matrizen sagen als Globalbetrachtung aus, welcher Stuhl am häufigsten besser gefällt als ein anderer, unabhängig vom jeweiligen Rangplatz. Die Division durch die Probandenzahl liefert den Rangplatz. Insgesamt konnten  $110 \times 15 = 1650$  Punkte

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
- 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten

beim Paarvergleich vergeben werden. Die folgende Aufstellung zeigt die Verteilung dieser Punkte über alle Stühle (Tabelle 5-5).

Stuhl	Punkte-summe	Prozentuale Verteilung	finaler Rang
1	448	27,15	1
2	184	11,15	5
3	398	24,12	2
4	290	17,58	3
5	216	13,09	4
6	114	6,91	6

Tabelle 5-5: Punkteverteilung absolut (von 1650 vergebenen) und prozentual mit daraus resultierendem finalem Rangplatz

### 5.3.3.4 Varianz der Wertung

Neben dem durchschnittlichen Rang ist von Interesse, wie einig sich die Probanden in ihrer Wertung sind, wie groß die Varianz des Urteils ist.

	Stuhl 1	Stuhl 2	Stuhl 3	Stuhl 4	Stuhl 5	Stuhl 6
Durchschnitt	1,9	4,3	2,4	3,4	4,0	5,0
Varianz	1,3	1,5	1,3	2,4	2,1	2,1

Abbildung 5-18: Durchschnittliche Platzierung der Stühle und Varianz

Abbildung 5-18 ist zu entnehmen, dass Stuhl 1 und Stuhl 3 die geringste Varianz aufweisen, das heißt, dass die Probanden bei der Beurteilung dieser beiden Stühle die größte Einigkeit gezeigt haben.

### 5.3.3.5 Häufigkeit von Präferenzen, unabhängig vom Rangplatz

Die folgende Summenmatrix (Tabelle 5-6) aller 110 Probanden gibt Aufschluss über die Einigkeit der Probanden im Urteil über einen jeweils anderen Stuhl (absolute Zahl von 110 Nennungen). Jedes Einzelurteil wird durch eine „1“ repräsentiert, wenn der Stuhl gegenüber einem anderen bevorzugt wurde. Die Werte sind dabei in der Leserichtung Zeile > Spalte zu entnehmen.

	Stuhl 1	Stuhl 2	Stuhl 3	Stuhl 4	Stuhl 5	Stuhl 6
Stuhl 1		105	67	79	96	101
Stuhl 2	5		17	39	47	76
Stuhl 3	43	93		81	84	97
Stuhl 4	31	71	29		74	85
Stuhl 5	14	63	26	36		77
Stuhl 6	9	34	13	25	33	

Tabelle 5-6: Dominanzmatrix: Häufigkeit, mit der ein Stuhl gegenüber einem anderen gewonnen hat (n=110).  
 Leserichtung: Von Zeile nach Spalte. Beispiel: Dass Stuhl 2 besser gefällt als Stuhl 1 haben 5 Probanden angegeben. Dass Stuhl 1 besser gefällt als Stuhl 2 haben dagegen 105 Probanden angegeben.

Eine andere Darstellungsform verdeutlicht die Häufungen der Aussagen in der Form, dass das Präferenzurteil auf 100% normiert und je Stuhl aggregiert ist (Abbildung 5-19).

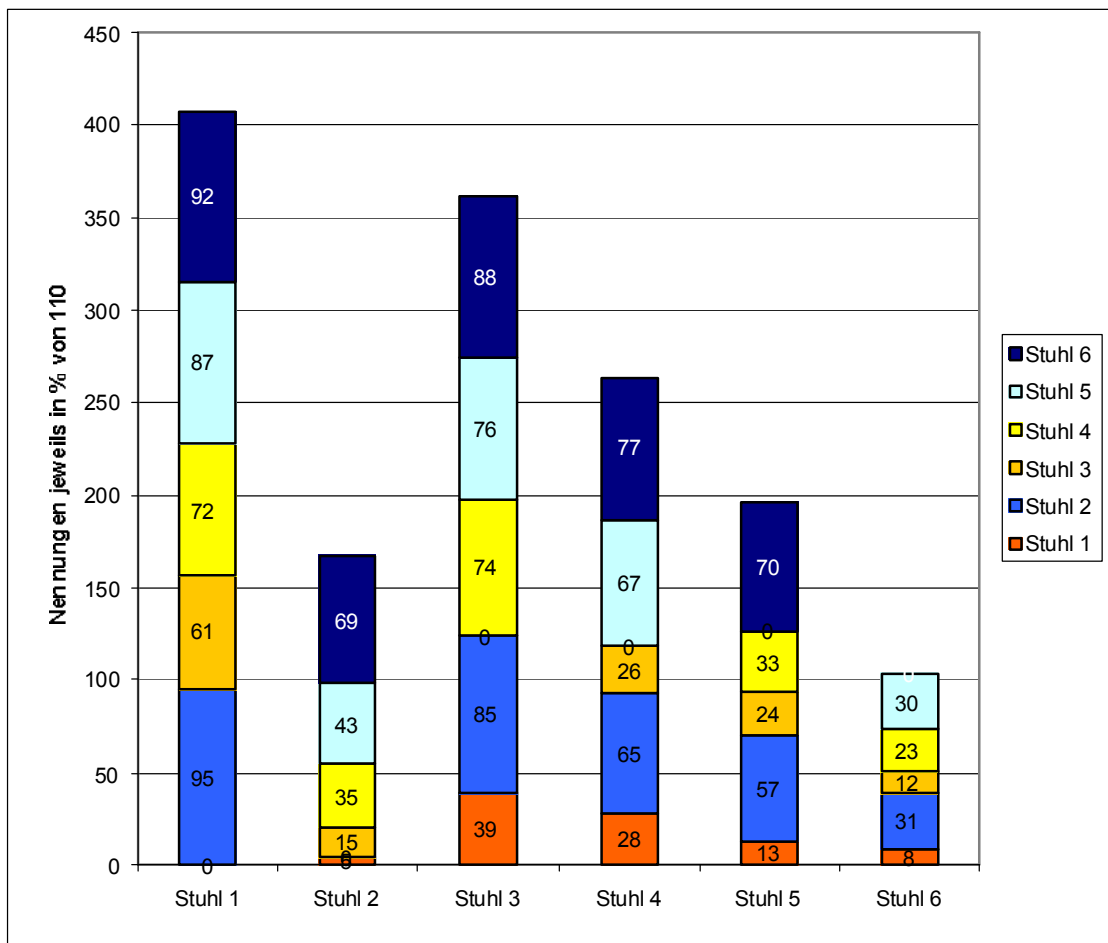


Abbildung 5-19: Nennungshäufigkeit, dass Stuhl 1 - Stuhl 6 (aufgetragen auf der Ordinate) besser gefällt als die übrigen Stühle (Leserichtung: von unten nach oben. Beispiel: Stuhl 1 gefällt in 95% aller Fälle besser als Stuhl 2, in 61 besser als Stuhl 3, in 72 besser als Stuhl 4, in 87 besser als Stuhl 5 und in 92 besser als Stuhl 6 (n=110).

Auffallend ist insbesondere, dass Stuhl 6 gleichermaßen viel Ablehnung findet, unabhängig vom Vergleichsstuhl. Dasselbe gilt für Stuhl 5 und Stuhl 2. Dabei ist außerdem festzustellen, dass Stuhl 1 einerseits 61% der Probanden besser gefällt als Stuhl 3, dieser dagegen in 39% aller Fälle besser als Stuhl 1.

### 5.3.3.6 Paarvergleichsskalierung nach dem „Law of Comparative Judgement“

Weil von der Annahme ausgegangen werden muss, dass wiederholte Beurteilungen einer Merkmalsausprägung nicht identisch sind, sondern fluktuieren, resultiert daraus eine Verteilung der Empfindungsstärken, von der angenommen wird, sie sei um einen „wahren“ Wert normalverteilt. Die Skalierung dieser Werte erfolgt nach dem „Law of Comparative Judgement“ nach Thurstone (1927). Hierfür werden die absoluten Präferenzhäufigkeiten der Dominanzmatrix (Tabelle 5-6) mittels Division durch die Probandenzahl (n=110) in relative Häufigkeiten überführt. Anschließend erfolgt die Transformation der Werte in z-Werte der

## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

### 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten

Standardnormalverteilung. Durch Addition des Betrages des größten negativen Zeilenmittels (-0,85) zu allen Zeilenwerten erhält man die in Tabelle 5-7 dargestellten Skalenwerte<sup>543</sup>.

	Stuhl 1	Stuhl 2	Stuhl 3	Stuhl 4	Stuhl 5	Stuhl 6	Zeilensumme	Zeilenmittel	Skalenwert
Stuhl 1		1,31	0,28	0,58	1,13	1,41	4,71	0,94	<b>1,80</b>
Stuhl 2	-1,65		-1,04	-0,39	-0,18	0,5	-2,76	-0,55	<b>0,30</b>
Stuhl 3	-0,28	1,04		0,64	0,71	1,17	3,28	0,66	<b>1,51</b>
Stuhl 4	-0,59	0,38	-0,64		0,44	0,74	0,33	0,07	<b>0,92</b>
Stuhl 5	-1,13	0,15	-0,71	-0,44		0,52	-1,61	-0,32	<b>0,53</b>
Stuhl 6	-1,41	-0,5	-1,18	-0,74	-0,44		-4,27	-0,85	<b>0,00</b>

Tabelle 5-7: Dominanzmatrix der standardnormalverteilten z-Werte (Skalenwerte). Die Abstufung der Skalenwerte gibt Aufschluss über den Grad des Unterschieds zwischen den Präferenzurteilen.

Demzufolge liegen Stuhl 1 (1,8) und Stuhl 3 (1,51) relativ nahe beisammen, der nächstplatzierte Stuhl 4 (0,92) fällt dagegen ebenso wie Stuhl 5 (0,53) stärker ab als das lineare Gefälle vom best- bis zum letztplatzierten Stuhl (siehe Abbildung 5-20).

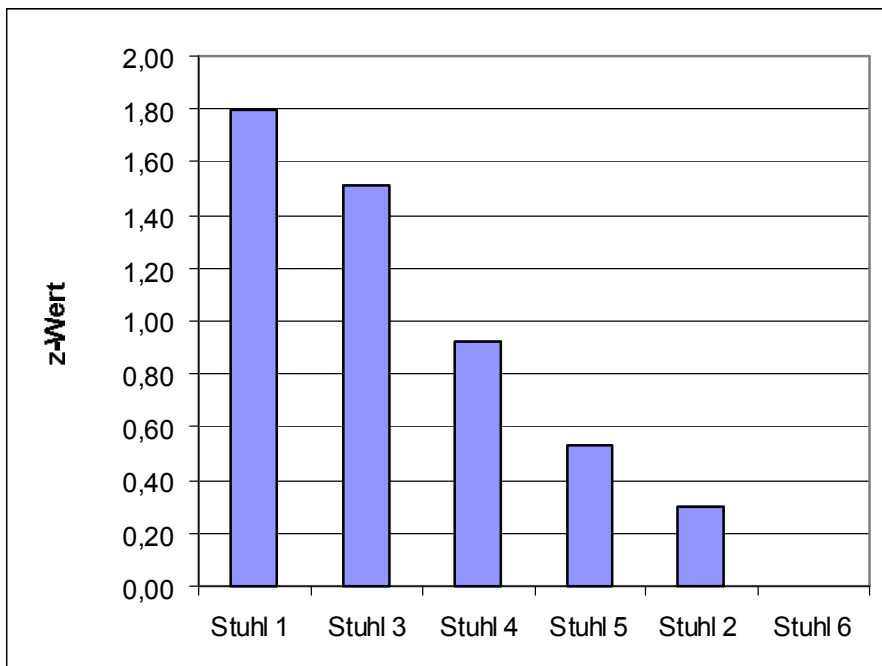


Abbildung 5-20: Darstellung der mittels „Law of Comparative Judgement“ ermittelten Skalenwerte (z-Werte) aller Stühle.

#### 5.3.3.7 Vergleich zwischen biomorph und technisch gestalteten Stühlen

Als biomorph gestaltete Armlehnen werden die Varianten 1, 3 und 5 bezeichnet. Stühle 2, 4 und 6 dagegen sind von technischer Linienführung geprägt, was sich in einer Betonung der Ecken (Stuhl 2 und 6) und einer formalistischen extrem verrundeten Anbindung der Armlehnen bei Stuhl 4 niederschlägt. Der Vergleich der Punkteverteilung aus Tabelle 5-5 zeigt, dass die biomorphen Stühle 1, 3 und 5 zusammen 80% mehr Punkte auf sich

<sup>543</sup> BORTZ, J. & DÖRING, N. (2005): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 3. Auflage, Springer, Heidelberg. S. 161.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten
- 

verbuchen können als die restlichen (1062 gegenüber 588). Zur Erinnerung: ein Punkt entspricht einem siegreichen Vergleich mit einem anderen Stuhl.

Unter Verwendung der in Kapitel 5.3.3.6 durchgeführten Skalierung ergibt sich ein noch deutlicheres Bild: Die Summe der Skalenwerte der biomorphen Stühle 1, 3 und 5 (3,84) beträgt mehr als das Dreifache der Summe der Skalenwerte der technisch-ingenieurhaft gestalteten Stühle (1,22).

#### **5.3.3.8 Vergleich der Stühle in Paaren**

Der paarweise Vergleich zwischen „technisch-ingenieurhafter“ und „biomorper“ Gestaltung bei Stühlen gleicher Armlehnenstruktur (also Stuhl 1 vs. Stuhl 2, Stuhl 3 vs. Stuhl 4 und Stuhl 5 vs. Stuhl 6) zeigt, dass Stuhl 2 41,1 % der Punkte von Stuhl 1 erreicht, Stuhl 4 72,9% der Punkte von Stuhl 3 und Stuhl 6 % 52,8 % der Punkte von Stuhl 5. In allen Fällen fällt der Vergleich innerhalb eines Paares somit deutlich zugunsten des biomorph gestalteten Stuhles aus.

Wiederum eine Verstärkung zeigt die Verwendung der Skalenwerte (siehe Kapitel 5.3.3.6). So kann die technisch-ingenieurhafte Variante Stuhl 2 nur 17% des biomorphen Pendants Stuhl 1 auf sich verbuchen, Stuhl 4 nur 61% des Skalenwerts von Stuhl 3. Zwischen Stuhl 5 und Stuhl 6 kann wegen der bei „0“ beginnenden Skalierung kein Proporz angegeben werden.

#### **5.3.3.9 Vergleich der verbalen Begründungen für die Platzierungen 1 und 6**

Die am Ende der Befragung erhobenen Begründungen für die Platzierungen 1 und 6 bieten ein recht konsistentes Bild. In der untenstehenden Übersicht (Tabelle 5-8) sind nur jene Bemerkungen aufgenommen worden, die mindestens zweimal gemacht wurden. Sinngemäße Äußerungen (z.B. Armlehnen nach vorne offen bzw. nach hinten geschlossen) sind vereinheitlicht dargestellt.

Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass die Probanden mitunter große Probleme hatten, ihr Geschmacksurteil zu begründen. Sie begründeten dies damit, dass sie üblicherweise nicht mit gestalterischen Fragen befasst sind und sich derartige Fragen noch nicht gestellt hatten. Dennoch sind die Aussagen ohne jegliche Vorgabe durch den Versuchsleiter zustande gekommen.

Ferner ist erwähnenswert, dass sich die Aussagen zum größten Teil auf die Form der Armlehnen beziehen, obwohl ja nach dem Stuhl als ganzem gefragt war. Nur bei Stuhl 1 deuten 4 Aussagen bezüglich „ausgefallen, stimmiges Gesamtbild“ ausdrücklich darauf hin, dass auch die Güte des Zusammenspiels zwischen den Armlehnen und dem restlichen Stuhl für gut befunden wurde. Das dürfte vor allem daran liegen, dass den Probanden von vorneherein klar war, dass die Armlehnen das einzige Unterscheidungsmerkmal darstellten.

Da auch bei den Begründungen für Platz 6 nur bei Stuhl 6 insgesamt 3 Aussagen zu finden sind, dass Armlehne und Stuhl nicht zueinander passen, kann dies auch als Hinweis verstanden werden, dass die Armlehnenvarianten überwiegend als passend für das gewählte Stuhlmodell empfunden wurde.

Auf Platz 1 wurden die Stühle 1, 3, 4 und 6 gesetzt. Über die Stühle 1, 3 und 4 lässt sich sagen, dass sich die häufigsten Begründungen für Platz 1 auf „geschwungene / schwungvolle Form“ (30 Nennungen), „dynamische Form“ (15 Nennungen) und „modern / elegant / schlicht“ (12 Nennungen) beziehen. Diese Eigenschaften wurden vermehrt bei den Stühlen 1 und 3 genannt, wobei insbesondere bei Stuhl 1 die Assoziationen „geschwungen“ und



5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion  
 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten

„dynamisch“ dominant sind (35 Nennungen gegenüber 8 Nennungen bei Stuhl 3). 20 Nennungen betreffen die Öffnungsrichtung der Armlehnen, was die Stühle 1-4 betrifft. Davon bevorzugen 12 Öffnung der Armlehnen nach hinten bei Stuhl 3. Stuhl 6 wurde zwei Mal wegen seiner „klassischen“ Form auf Platz 1 eingestuft.

	<b>Σ Platz 1</b>	<b>Begründungen für Platz 1 mit Nennungshäufigkeit</b>	<b>Σ Platz 6</b>	<b>Begründungen für Platz 6 mit Nennungshäufigkeit</b>
<b>Stuhl 1</b>	54	<b>22</b> geschwungen <b>13</b> dynamisch <b>12</b> vorne geschlossen <b>5</b> elegant, leicht <b>4</b> ausgefallen, stimmiges Gesamtbild <b>3</b> modern <b>2</b> frei	1	
<b>Stuhl 2</b>	2		20	<b>5</b> zu eckig <b>3</b> AL zu weit vorne <b>2</b> hinten offen
<b>Stuhl 3</b>	25	<b>6</b> schwungvoll <b>5</b> vorne offen <b>4</b> schlicht <b>2</b> fließend, elastisch, dynamisch	0	
<b>Stuhl 4</b>	16	<b>5</b> Kreisform (rund) <b>3</b> vorne offen <b>2</b> locker, fließend, geschwungen	12	<b>5</b> vorne offen
<b>Stuhl 5</b>	8		18	<b>8</b> Tragetaschenform <b>4</b> schleifenartig
<b>Stuhl 6</b>	5	<b>2</b> klassisch	59	<b>10</b> Gitter <b>9</b> eckig <b>7</b> schwer <b>5</b> altmodisch, plump <b>3</b> starr, unpassend, pfostenartig <b>2</b> Stangen

Tabelle 5-8: Abschließende, verbale Begründungen der Probanden (n=110) für die Platzierung auf Rang 1 bzw. 6. In der Tabelle erscheinen Aussagen erst ab einer Anzahl von mindestens 2 Nennungen.

Besonders zu inspirieren scheint die Probanden dabei Stuhl 1. Auf seine Erstplatzierungen entfallen in Summe ebenso viele Begründungen wie auf die Erstplatzierungen aller anderen Stühle zusammen (121 Nennungen inklusive der Einmal-Nennungen).

Analog fallen die Begründungen für Platz 6 aus. Hier wurden die Stühle 2, 4, 5 und 6 gesetzt. Insbesondere die sehr rechtwinkligen Formelemente der Armlehnen von Stuhl 2 und 6 wurden als Kritikpunkte genannt: 14 Nennungen geben „eckig“ an, davon 9 auf Stuhl 6 bezogen. Bei Stuhl 6 wurden außerdem eine „Gitteranmutung“ (10 Nennungen) bzw. „Stangen-Assoziation“ (2 Nennungen) und insgesamt eine „statische“ bzw. „schwere“ Anmutung des Stuhles kritisiert (10 Nennungen). 7 Nennungen betreffen die Öffnungsrichtung der Armlehnen, was nur Stühle 2 und 4 betrifft, davon kritisieren 5 die Öffnung der Armlehnen nach vorne bei Stuhl 4.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten
- 

Ohne explizit auf dieses Merkmal angesprochen worden zu sein, bevorzugten 16 Probanden eine hinten geöffnete Armlehnenform wie bei Stuhl 1 und 2 gegenüber 8 Probanden, die die umgekehrte Orientierung vorziehen. Eine Nachfrage hierzu ergab, dass die Befragten uneinig waren, ob sie die Anmutung des Stuhles aus der Warte dessen, der sich dem Stuhl nähert und sich setzen möchte, bewerten sollen, oder aus der Warte eines Sitzenden. Im ersten Fall werden die nach vorne offenen Armlehnen entweder als abweisende Spitzen oder geöffnete Arme interpretiert. Im zweiten Fall gefällt entweder die Schutzwirkung des nach vorne geschlossenen Armlehnenbogens oder es missfällt, dass nun die spitzen Enden der Armlehnen zum Sitzenden hinweisen.

### 5.3.4 Diskussion der Ergebnisse

Sowohl in Bezug auf die relative, als auch die absolute Platzierung geht Stuhl 1 als klarer Gewinner aus diesem Paarvergleich hervor (siehe Kapitel 5.3.3.2 und 5.3.3.3). Da die Form seiner Armlehnen aufgrund des sich erkennbar verändernden Querschnitts als „haptisch vielversprechend“ im Sinne der Eingangshypothese bezeichnet werden darf, ist diese Variante für die nachfolgenden Tests am Modell heranzuziehen. Die wesentliche Frage ist nun, welche weitere Variante als Alternative ins Rennen geschickt werden soll.

Eine Alternative auszuwählen, die eine technische Formsprache verfolgt, scheint dabei nicht nur deswegen wenig ratsam, weil offensichtlich von den Probanden eine biomorphe Formgebung bevorzugt wird (siehe Kapitel 5.3.3.6 und 5.3.3.7), sondern auch aufgrund des ohnehin im späteren Validierungsexperiment (Kapitel 5.5) vertretenen Ausgangsstuhls, der eine klar technisch orientierte Formgebung seiner Armlehnen aufweist (Stuhl 4 aus dem Korrelationsexperiment).

Zunächst scheiden die Stühle 2, 5 und 6 aufgrund ihrer Platzierungen auf den letzten drei Plätzen aus. Interessant dabei ist, wie stark abgeschlagen Stuhl 2 gegenüber Stuhl 1 abschneidet, obwohl beide die gleiche Armlehnenorientierung aufweisen (vorn geschlossen). Aus diesem Umstand lässt sich schließen, dass die Armlehnenorientierung keine allzu dominante Rolle spielen dürfte, sondern dass offensichtlich andere formale Aspekte wie Dynamik, Schwung und die Abwesenheit von exponierten Kanten schwerer wiegen – was ja auch die Auswertung der verbalen Äußerungen zeigt (siehe Kapitel 5.3.3.9). Auch der Umstand, dass der größte relative Unterschied in der Platzierung der Stühle zwischen Stuhl 3 und 4 auftritt (siehe Kapitel 5.3.3.2), obwohl beide nach vorne geöffnete Armlehnen aufweisen, zeigt eine gewisse Unentschlossenheit der Probanden in dieser Frage.

Aus diesem Grund hat es Sinn, für die weitere Untersuchung nur eine Bauformvariante weiterzuverfolgen. Dass dabei die bei Stuhl 1 verwendete Öffnungsrichtung der Armlehnen die günstigere ist, kann außer an der Spitzenplatzierung von Stuhl 1 auch aus dem Umstand abgelesen werden, dass 25 Probanden Stuhl 3 auf Platz 1 sehen und von ihnen lediglich 5 auf die Öffnungsrichtung der Armlehnen verweisen. Dem stehen 54 Erstplatzierungen von Stuhl 1 gegenüber, wobei 12-mal die Öffnungsrichtung als einer der Gründe genannt wurde.

Stuhl 3 bietet jedoch insofern Potenzial, als die Varianz des Urteils bei ihm ebenso gering ausfällt wie bei Stuhl 1 (siehe Kapitel 5.3.3.4) und jener eine formale Verwandtschaft mit Stuhl 1 aufweist. Er bietet außer der anderen Orientierung der Armlehnen auch keinen veränderlichen Armlehnenquerschnitt. Dasselbe gilt für den drittplatzierten Stuhl 4.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.3 Vorauswahl der Armlehnenvarianten
- 

### 5.3.5 Vorgaben für die zu entwickelnden Armlehrentypen

Somit liegt es nahe, zum einen die Armlehnenvariante des auf Platz 1 gesetzten Stuhls 1 umzusetzen und diesem zum anderen eine neue, bisher nicht bildlich vertretene Alternative zur Seite zu stellen. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass sie

- wie Stuhl 1 eine nach vorne geschlossene Bauform aufweist
- eine „vielversprechende Haptik“ als Gegenstück zu Stuhl 1 dadurch vermeidet, dass sie einen konstanten Querschnitt wie die zweit- und drittplatzierten Stühle 3 und 4 aufweist.
- eine ähnliche Dynamik in der Linienführung wie die Armlehne von Stuhl 1 aufweist, indem die identische Außenkontur verwendet wird und somit der Einfluss der Haptik im direkten Vergleich zur Armlehne von Stuhl 1 gezogen werden kann.

Um die Konstruktion einfach halten zu können bzw. den ästhetischen Eindruck des Stuhls nicht mit komplexer Verstellmimik zu stören, wird auf eine Höhenverstellbarkeit verzichtet. Vielmehr wird eine unveränderliche Armlehnenhöhe von 25cm über der Sitzfläche festgelegt. Dieses Maß liegt oberhalb des Mittels des von DIEBSCHLAG e.a. (1983) geforderten Verstellbereichs von 20-28cm<sup>544</sup> und trägt damit auch der säkularen Akzeleration der letzten 23 Jahre Rechnung<sup>545</sup>. Das Maß hat beim 50. Perzentil Mann um 1cm auf 24cm zugenommen, während es sich beim 50. Perzentil Frau geringer von 23 auf 23,3cm erhöht hat. Das Maß von 25cm stellt damit sicher, dass alle Probanden, auch die größeren mit Ausnahme des 95. Perzentils, mit den Armlehnen in Berührung kommen. Dies wird als entscheidend im Sinne der Fragestellung angesehen. Dass diese Höhe nur für einen Teil der Probanden eine optimale Höhe darstellt, ist evident. Da jedoch auf allen drei Stühlen gleiche Maßverhältnisse herrschen, kann erwartet werden, dass sich etwaige Diskomfortwahrnehmungen, beispielsweise im Bereich der Schulterpartie aufgrund zu hoher Einstellung, bei allen Stühlen gleichermaßen auswirken.

<sup>544</sup> DIEBSCHLAG, W., FÖRSTER, G. e.a. (1983): Arbeitssitze - Wie sie sein sollten. Ein Anforderungskatalog für die Praxis. Schriftenreihe "Humanisierung des Arbeitslebens" Band 51. VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 89.

<sup>545</sup> Vgl. hierzu das Maß „Ellenbogen über der Sitzfläche“ einmal in DIN 33402, Teil 2 von 1984 und zum anderen im Entwurf der Neufassung vom Januar 2005.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten
- 

## **5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten**

Im folgenden Kapitel wird die Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten dargelegt.

### **5.4.1 Zielsetzung**

Ziel ist es, die in Kapitel 5.3.5 beschriebenen zwei Armlehnenvarianten herauszuarbeiten, die in den anschließenden Validierungstests an Stühlen montiert und in dieser Form mit dem im Korrelationsexperiment siegreichen Stuhl 4 verglichen werden.

### **5.4.2 Methode**

Die vorliegenden Zeichnungen von Stuhl 1 (siehe Abbildung 5-16) werden weiter verfeinert, jene der verwandten Variante 2 mit geringeren haptischen Merkmalen zunächst skizzenhaft erzeugt. Auf eine Darstellung dieser Skizzen wird hier aus Platzgründen verzichtet. Beim Entwurf der finalen Außenkontur wurde in Kauf genommen, dass es im Interesse einer dynamischen Linienführung notwendig ist, die Montagepunkte am Sitzgestell nach hinten zu verlegen.

Sehr früh in diesem Stadium erfolgt die finale Gestaltung in 3D CAD mit Rhino 3.0. Die dabei erzeugten Geometriedaten werden anschließend zur Erzeugung von NC -Fräsdaten herangezogen. Mit ihnen werden Gussformen der Armlehnen hergestellt. Damit wurde sichergestellt, dass die Armlehnen vollwertig nutzbar und mechanisch belastbar waren. Um ferner zu vermeiden, dass sich die Kunststoff-Armlehnen des serienmäßigen Stuhles haptisch und thermisch von den neu erzeugten Varianten unterscheiden, wurden auch von diesen Aluminiumabgüsse hergestellt.

### **5.4.3 Umsetzung**

Die einzelnen Schritte der Ausarbeitung umfassen entsprechend die CAD-Modellierung, den Gussformenbau, die Beschichtung und die Montage an den Stühlen.

#### **5.4.3.1 CAD-Modellierung**

Die in Abbildung 5-16 zu sehende Struktur von Variante 1 (biomorph mit zusätzlich „vielversprechender Haptik“) wird zunächst in Bezug auf ihre Profilkontur definiert. Dabei steht eine dynamische, gleichsam unter Spannung stehende Linienführung im Vordergrund. Eine aus Festigkeitsgründen sinnvolle Profilverdickung im Kniebereich unterstützt den biomorphen Charakter (siehe Abbildung 5-21).

Auch wurde die Geometrie dahingehend überarbeitet, dass im Bereich des Knies eine Ausbauchung an den Flanken vorgenommen wird. Sie unterbricht in sanfter Weise die ansonsten kontinuierliche Querschnittsveränderung. Was die Kantenausprägung angeht, wurde darauf geachtet, diese markant auszuführen. Zusätzlich wurden die die Auflagefläche begrenzenden, längs verlaufenden Kanten um das Knie herumgeführt. Sie verlieren sich erst auf der Unterseite des Knies und gehen stetig in die Rundung des Unterrohres über.

## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

### 5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten

---

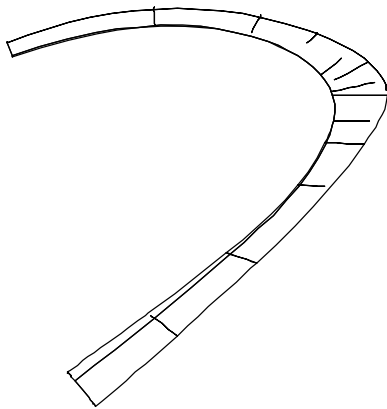


Abbildung 5-21: Schematische Seitenansicht der finalen Variante 1 („biomorph“ und „haptisch vielversprechend“).  
(CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers).  
Geschmacksmuster eingetragen.

Ferner wurde darauf geachtet, einen spannenden Wechsel von konvexen und konkaven Flächen umzusetzen. So schließen sich an die konvexe Auflagefläche nach innen zurückweichende konkave Flanken an. Auch die Unterseite der Auflagefläche, die am oberen Auslauf noch konvex ausgeführt ist, wird linear im Bereich des Knies (Konkavität ist aus gusstechnischen Gründen nicht möglich), um dann stetig in den Rohrquerschnitt überzugehen. Das Spiel von konkaven und konvexen Flächen, die Querschnittsveränderung, der Wechsel zwischen ausgeprägten Kanten und kontinuierlichem Kantenauslauf sowie die unerwartete Ausbauchung im Kniebereich sollen die Armlehne abwechslungsreich und „haptisch vielversprechend“ wirken lassen (siehe Abbildung 5-22).

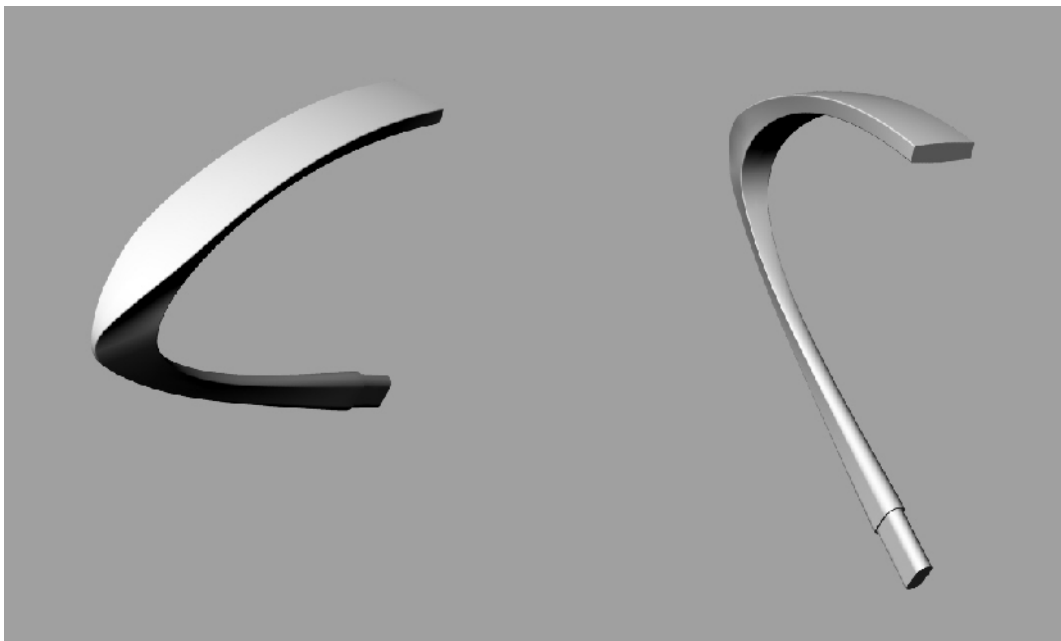


Abbildung 5-22: Rendering der finalen Variante 1 („biomorph“ und „haptisch vielversprechend“).  
Der Absatz am unteren Auslauf ist die Montagefläche.  
(CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers).  
Geschmacksmuster eingetragen.

Variante 2 übernimmt von Variante 1 die Außenkontur, ferner beide Ausfall-Enden. Hier beschränkt sich die Biomorphie in der Gestaltung auf die Dynamik der Seitenansicht und den

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten
- 

kontinuierlichen Übergang vom rechteckigen oberen Ausfall-Ende zum runden unteren. Im Bereich der Auflagefläche bleibt der Querschnitt konstant. Die Armlehne ist bewusst flächig gestaltet und weist eine niederkomplexere Geometrie auf als Variante 1 (siehe Abbildung 5-23).

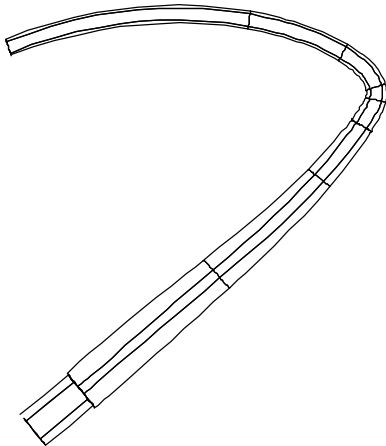


Abbildung 5-23: Schematische Seitenansicht der finalen Variante 2 („biomorph“).  
(CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers)  
Geschmacksmuster eingetragen.

Die für die Sicherstellung der Stabilität notwendige Versteifung des Knies wird aus der Breite der Armlehnenauflage gewonnen (siehe Abbildung 5-24).

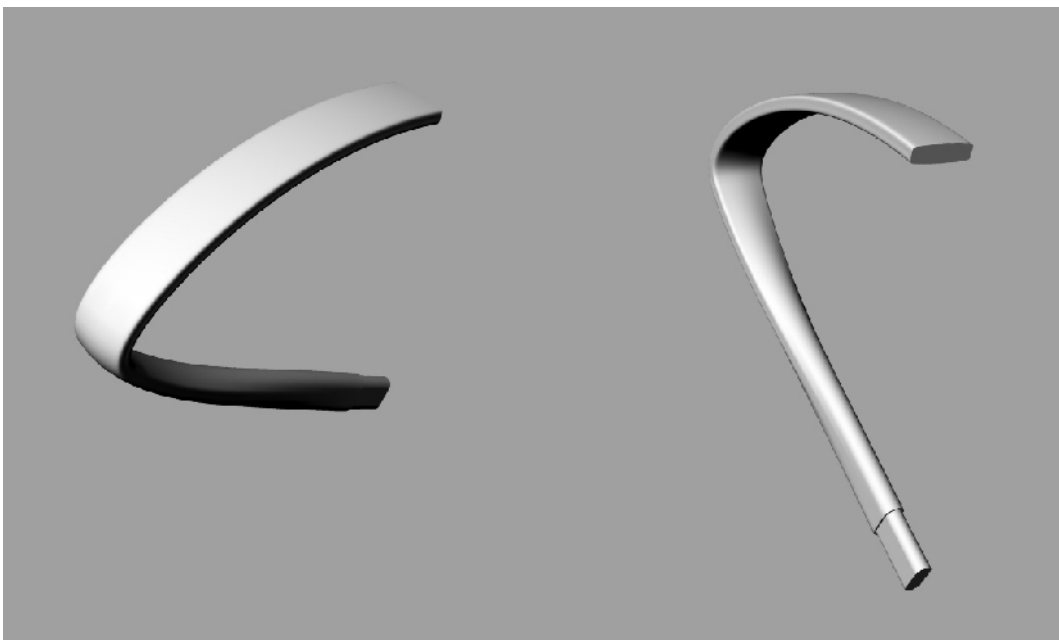


Abbildung 5-24: Rendering der finalen Variante 2 („biomorph“).  
Der Absatz am unteren Auslauf ist die Montagefläche.  
(CAD-Modellierung von Gerd Reichmann und Lilia Kleemann nach Vorgaben des Verfassers).  
Geschmacksmuster eingetragen.

Die schlichte Gestaltung signalisiert damit, dass das Kontakterlebnis mit der Armlehne wenige Überraschungen und wenig Abwechslung bietet. Dennoch weist insbesondere das Unterrohr

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten
- 

mit seinem Querschnittsverlauf eine reizvolle Geometrie auf, wobei diese ein Umgreifen der Hand erforderlich macht. Die flächige Ausprägung des Knies dagegen lädt zum Ablegen der Hand ein, ohne allerdings an den Flanken eine „interessante“ Angriffsfläche zu bieten.

#### 5.4.3.2 Gussmodellbau

Von beiden Varianten wurden geteilte Gussmodelle gebaut. Die Teilung verläuft dabei in der Symmetrieebene. Verstiftungen sorgen für exaktes Fügen beim Guss.

Für Variante 1 wurde auf Birke Multiplex als Material zurückgegriffen, bei Variante 2 im Interesse einer geringeren Nachbearbeitungsdauer auf PVC. Variante 3 stellt die Serienarmlehne dar. Sie wurde lediglich so lange schleifend bearbeitet, bis die Oberflächengüte mit der der anderen beiden vergleichbar war (siehe Abbildung 5-25).



Abbildung 5-25: Ansichten der fertigen Gussmodelle: Variante 1, Variante 2 und Variante 3 (v.l.n.r.).  
Modellbau: Manfred Seib, Lilia Kleemann und der Verfasser.

#### 5.4.3.3 Aluminiumguss

Mit den Gussformen wurden im Sandgussverfahren Aluminiumteile erzeugt. Dabei wurde keine spezielle Legierung gewählt, da keine erhöhten Anforderungen an die Festigkeit gestellt wurden.

Die Gussrohlinge wurden anschließend verputzt und verschliffen, bis die Oberflächengüte so hoch war, dass im Versuch hierzu keine negativen Kommentare zu erwarten waren (siehe Abbildung 5-26).

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten
- 

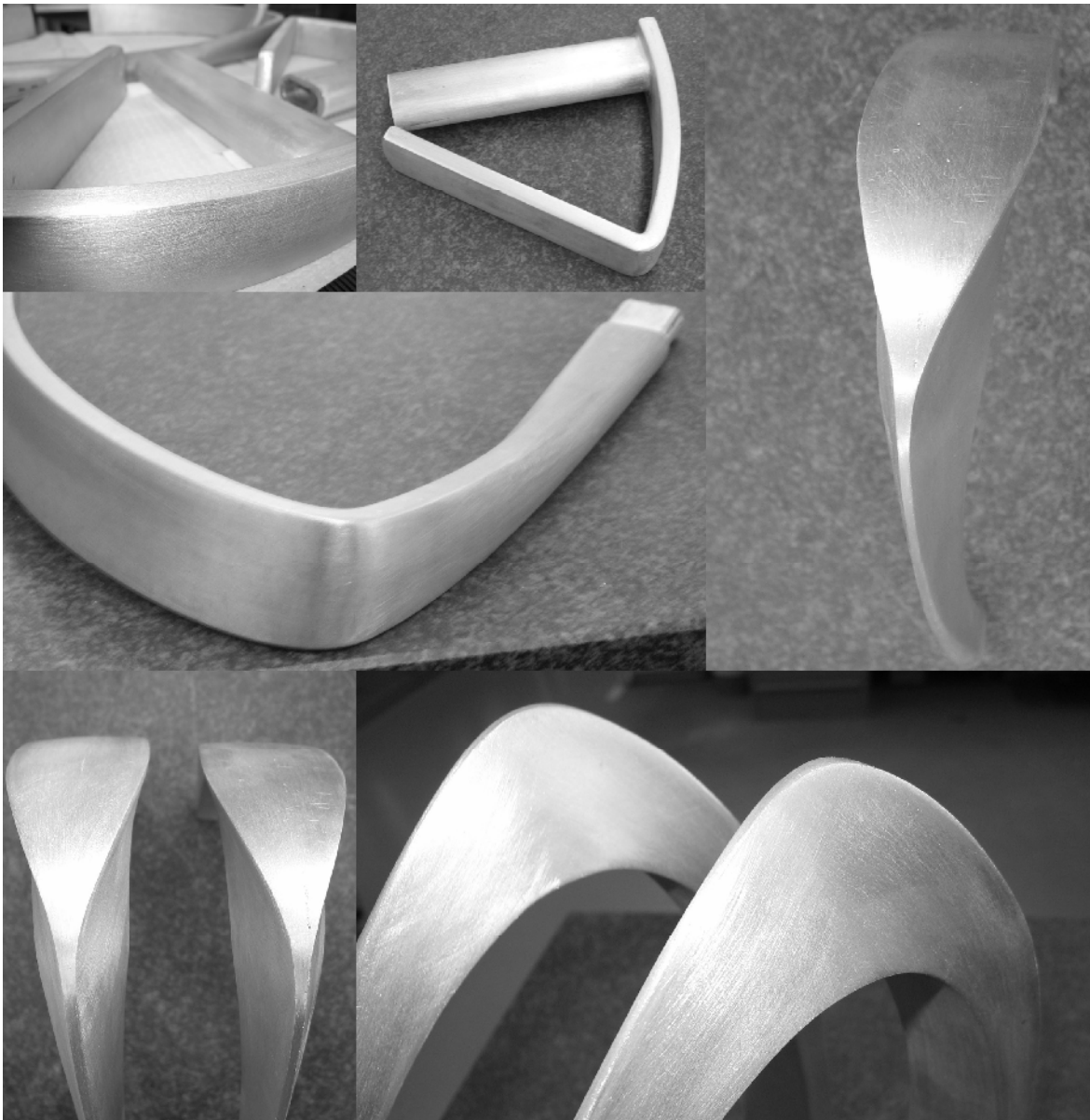


Abbildung 5-26: Gussteile nach der Bearbeitung

#### 5.4.3.4 Kunststoffbeschichtung

Weil sich Aluminium aufgrund seiner hohen Wärmeleitfähigkeit kälter als Kunststoff anfühlt, wurden die Armlehnen zur thermischen Isolierung wirbelgesintert. Dabei wird eine ca. 0,35 mm dicke Kunststoffschicht auf den erhitzten Rohling aufgebracht. Es wurde auf die gleiche Farbe zurückgegriffen, wie sie die Vergleichsarmlehnen des Ausgangsstuhles aufweisen: schwarz.

#### 5.4.3.5 Montage

Die Montage der Armlehnen erfolgte mithilfe einer Lehre. An ihr wurden die zu montierenden Armlehnen ausgerichtet. Damit wurde sichergestellt, dass alle Armlehnen auf derselben Höhe von 25cm über der Sitzfläche angebracht wurden.

Sie diente auch der Ermittlung der korrekten Montagepunkte. Abbildung 5-27 zeigt die Lehre, die am noch unveränderten Serienstuhl eingerichtet wird. Die seitlich aufgebrachte



- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten
- 

weiße Schablone gibt den Umriss der Armlehnenvarianten 1 und 2 wieder. Der mit einer Mutter befestigte Stift am unteren Ende dient der Anzeichnung der Montagepunkte am Sitzuntergestell.



Abbildung 5-27: Montagelehre

Die fertig montierten Armlehnen sind in Abbildung 5-28 zu sehen. Mit den dort dargestellten Stühlen wurde das finale Experiment durchgeführt.



Abbildung 5-28: Darstellung der finalen Armlehnenvarianten im montierten Zustand.

Dass dabei die Armlehnen in Bezug auf Lage und Form im Bereich der Kontaktfläche mit dem Unterarm in aufrechter Sitzhaltung ausgeführt und positioniert sind, zeigt Abbildung 5-29.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.4 Entwicklung der finalen Armlehnenvarianten
- 



Abbildung 5-29: Identische Kontaktfläche in Bezug auf Form und Lage bei allen drei Varianten. Die im Vordergrund zu sehende Armlehnenvariante ist ein Nachbau der Armlehne des Vergleichsstuhls (siehe Abbildung 5-4)

## 5.5 Validierung in Sitztests mit Handhabungsmodellen

In diesem Kapitel werden Motivation, Methode und Resultate der Sitztests dargelegt, die mit den im vorausgehenden Kapitel beschriebenen Stuhlvarianten durchgeführt wurden.

### 5.5.1 Zielsetzung

Nach der Bestätigung des generellen Zusammenhangs zwischen dem Gefallen einerseits und dem wahrgenommenen Komfort andererseits, sowie der Identifikation der Armlehnen als Baugruppe, mit der sich dieses Gefallen systematischer untersuchen lässt (siehe Kapitel 5.1), wurden Gestaltungsrichtlinien aufgestellt, die postulieren, dass sie die ästhetische Akzeptanz der Armlehnen verbessern (siehe Kapitel 5.2.3, unter Bezug auf Kapitel 3.6.2). Deren Anwendung wurde zunächst auf graphischem Weg überprüft (Kapitel 5.3) und anschließend mit der Entwicklung von drei Handhabungsmodellen abgeschlossen (Kapitel 5.4). Zur Erinnerung: Zwei dieser Varianten wurden formal neu erzeugt; die dritte Variante stellt einen Nachbau der Serienarmlehnen dar, mit denen der Stuhl vom Hersteller ausgerüstet wird und die im Korrelationsexperiment bewertet wurden. Der Nachbau erfolgte aus Gründen der Vergleichbarkeit (gleiche Materialität, Temperatur, Oberfläche für alle Teststühle).

Ziel dieses Abschnitts ist es, jene drei Varianten einem erneuten Vergleich zu unterziehen, bei dem folgende Fragen beantwortet werden sollen:

- Gilt immer noch der in Kapitel 5.1 identifizierte Zusammenhang, dass jener Stuhl als bequemer wahrgenommen wird, der besser gefällt?
- Schneiden die beiden neu erzeugten Varianten in Bezug auf das Design- und Komforturteil besser ab als der Serienstuhl?
- Bestätigt sich also die Hypothese, dass Biomorphie und eine „vielversprechende Haptik“ das Gefallen und damit den Gesamtkomfort begünstigen?

### 5.5.2 Methode

Abweichend von der Vorgehensweise in Kapitel 5.1 werden zunächst Probanden ausgewählt, deren Lastverteilung auf der Sitzfläche aus Sicht der Ergonomie auf einen guten Sitzkomfort hindeutet. Die Entscheidung, ob Proband und Sitz eine gute Passung aufweisen, erfolgt experimentell und mittels Variation der Sitzhöhe. Mit diesem Untersuchungsabschnitt geht auch eine anthropometrische Vermessung von Körperhöhe und Oberschenkellänge einher. Die Vorgehensweise wird im Folgekapitel beschrieben.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Probanden nicht an den Präferenztests (Kapitel 5.3) teilgenommen haben. Dies konnte sichergestellt werden durch organisatorische und räumliche Trennung beider Versuchsabschnitte. Die Probanden sind damit bezüglich der Fragestellung unvorbelastet. Es wird eine Stichprobe von 36 Probanden angestrebt, um das Gesetz der großen Zahl zu erfüllen, idealerweise zu gleichen Teilen Männer und Frauen.

Ansonsten verlaufen die Sitztests nach derselben Methode, nach der auch das Korrelationsexperiment (Kapitel 5.1) durchgeführt wurde: Drei Stühle werden in permutierter Reihenfolge und in Form von standardisierten Einzelinterviews von jeweils ca. 1 Stunde Dauer miteinander verglichen:

## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

### 5.5 Validierung in Sitztests

---

- Stuhl 1 weist Armlehnen mit biomorpher Gestaltung und zusätzlichen formalen Merkmalen auf, die eine „vielversprechende Haptik“ bieten
- Stuhl 2 weist Armlehnen mit biomorpher Gestaltung und identischer Außenkontur wie Stuhl 1 auf, verzichtet jedoch auf dezidierte haptische Reize
- Stuhl 3 ist mit einem Nachbau der ab Werk ausgelieferten Armlehnen ausgestattet. Dieser Stuhl ist im Korrelationsexperiment siegreich aus der Design- und Komfortbewertung hervorgegangen.

Wie bereits erwähnt, weisen alle drei Varianten in der Standard-Sitzhaltung mit angewinkelten Ellenbogen eine bezüglich Form, Lage, Materialität und Oberflächeneigenschaften identische Berührungsfläche zum Arm auf.

Analog zum Korrelationsexperiment werden drei Testphasen durchlaufen:

- Designbewertung mit 7-stufiger bipolarer Likert-Skala, ebenfalls ergänzend nonverbal mit Emocards
- Bewertung des erwarteten Komforts mit 7-stufiger bipolarer Likert-Skala
- Diskomfortranking mit Body Map (siehe unten), Komfortbewertung (semantisches Differential) und Gesamtkomfortbewertung jeweils mit 7-stufiger bipolarer Likert-Skala, finales Komfortranking der Stühle durch Rangfolgenbildung (Mehrfachplatzierungen zulässig).

Sitzend verbringen die Probanden in den Stühlen jeweils 15 Minuten, die Abfolge ist wiederum permutiert.

Weil bei diesen Validierungsversuchen nicht nur der globale Zusammenhang zwischen Gefallen und Komfort Gegenstand der Untersuchung ist, sondern die ermittelten Faktoren des Gefallens überprüft werden, beurteilen die Probanden außerdem, wie gut ihnen die Armlehnen gefallen. Alle Antworten auf die folgenden Fragen werden ebenfalls auf 7-stufigen bipolaren Likert-Skalen eingetragen. Die Fragen hierzu zielen darauf ab, die Erkennbarkeit der Gestaltungsmerkmale „Biomorphie“ und „vielversprechende Haptik“ zu überprüfen:

- Die Armlehne lädt mich rein visuell „zum Spielen“ ein
- Die Armlehne schmeichelt der Hand / fühlt sich gut an
- Die Armlehne wirkt sehnig-gespannt
- Die Armlehne wirkt dynamisch
- Die Armlehne wirkt altbacken

Ferner wird erfragt, ob die Armlehnen einen Einfluss auf das Komforturteil haben.

Auch wird, um die Wahrnehmung der Probanden zu schärfen, das Komfort- und Diskomforturteil detaillierter abgefragt als beim Korrelationsexperiment: Nachdem die Probanden auf dem Stuhl Platz genommen haben, erhalten sie zunächst eine Einführung in den Begriff „Diskomfort“. Anhand einer Übersichtskarte (siehe Abbildung 5-30) werden anschließend alle potentiell mit dem Stuhl in Berührung kommenden Körperteile hinsichtlich deren Diskomfortempfinden abgefragt.

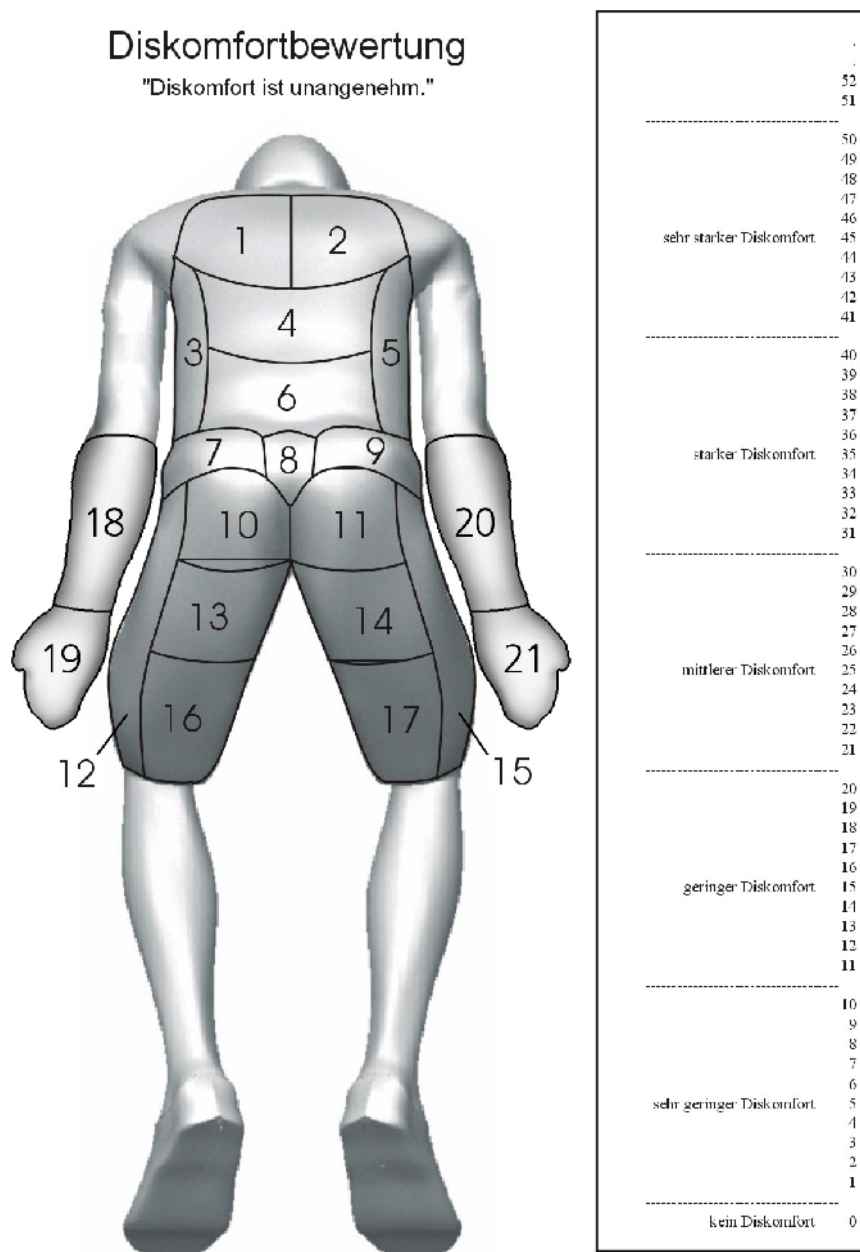


Abbildung 5-30: Body Map für die Bewertung des Diskomforts. In Anlehnung an HARTUNG (2005)

Bei der Komfortbewertung kommt das semantische Differential nach HELANDER (1997)<sup>546</sup> und HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1977)<sup>547</sup> zum Einsatz. Es umfasst folgende Aussagen,

<sup>546</sup> Siehe HELANDER, M. G. and ZHANG, L. (1997): Field studies of comfort and discomfort in sitting. Ergonomics 1997, Bnd. 40, S. 895-915.

<sup>547</sup> HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1977): What really connecting seating comfort? Studies of correlates of static seat comfort. Society of Automotive Engineers, Paper 770247, S. 1115 - 1166.  
 Anmerkung: Da die Aussage "für mich / nicht für mich" die dritthöchste Korrelation zum Gesamtkomfort (nach den Kriterien "komfortabel / unkomfortabel" und "erholsam / ermüdend" aufweist (S. 1119), haben HELANDER & ZHANG 1997) die Frage "do you like the chair?" in ihr semantisches Differential aufgenommen.

denen der Proband auf einer 7-stufiger bipolaren Likert-Skala seinen Grad der Zustimmung zuordnet:

- Ich fühle mich entspannt.
- Ich fühle mich erfrischt.
- Ich fühle mich wohl.
- Der Stuhl ist geräumig.
- Der Stuhl sieht gut aus.
- Der Stuhl fühlt sich weich an.
- Ich mag den Stuhl.

Die Prüffrage „Stuhl fühlt sich weich an“ zielt übrigens nicht auf die Polsterhärte ab, sondern auf die Oberflächenrauigkeit und Textur von Bezugstoff und Strukturelementen.

Anders als bei den Präferenztests werden die Probanden nicht darauf aufmerksam gemacht, dass die Armlehnen die einzige Variable darstellen.

Die Rückenlehnen aller Versuchsstühle sind wie schon beim Korrelationsexperiment arretiert, die Synchronmechanik ist somit außer Kraft gesetzt. Damit wird verhindert, dass bei allen Stühlen eine Gewichtsanpassung vorgenommen werden muss, was ohne aufwendige Messeinrichtung kaum möglich ist. Auch wird damit sichergestellt, dass alle Probanden ihre Bewertung auf allen drei Stühlen in identischer Sitzhaltung abgeben. Es handelt sich somit um Sitztests in statischer Sitzhaltung.

Die Probanden werden außerdem darauf hingewiesen, dass sie keine Einstellungen an der Sitzhöhe vornehmen dürfen, da dies bereits vom Versuchsleiter vorab auf Basis der Lastverteilungsmessungen erledigt wurde. Da die Probanden also wissen, dass sie damit bestmöglich individuell angepasste Bedingungen vorfinden, dürften sie auf ein positives Erlebnis eingestellt sein. Das sollte den Effekt kompensieren, dass die Komfortaussagen von Tag zu Tag bei gleichen Stuhleinstellungen sehr unterschiedlich ausfallen können<sup>548</sup>.

### **5.5.2.1 Messung der Lastverteilung zur Probandenauswahl für Sitztests**

Ziel der Versuche war es, herauszufinden welche Versuchspersonen sich einen Bürostuhl nach ergonomischen Gesichtspunkten richtig einstellen können, um ihre Eignung als Versuchsperson festzustellen und diese Einstellungen für die Folgeversuche zu dokumentieren. Dazu wurden über Druckaufnahmen die Lastverteilungen der Probanden mittels einer FSA-Druckmessmatte (16 x16 Sensoren) aufgenommen. Die Anwendung von Lastmessungen bei Sitzkomfortbewertungen kann als anerkannt bezeichnet werden - siehe hierzu außer MERGL, C. (2006) und HARTUNG, J. (2005) beispielsweise AISSAOUI, R. e.a. (2001)<sup>549</sup>, DEMONTIS, S. & GIACOLETTO, M.<sup>550</sup>, GOONETILLEKE, R. S. (2002)<sup>551</sup>, KOLICH, M.

(2002,2)<sup>552</sup> und LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. and DIEËN, J. H. van. (2003), deren Untersuchung zu dem Ergebnis gekommen ist, dass allein die Lastverteilung in Relation zu den subjektiven Komfortaussagen steht.<sup>553</sup>

Die Lastverteilungen wurden im Anschluss daran mit Hilfe einer FSA-Auswertesoftware dargestellt und mit Richtwerten für die Lastverteilung des Lehrstuhls für Ergonomie (LfE) der Technischen Universität München verglichen. Für die Übergabe der FSA-Druckaufnahmen an das Fraunhofer IAO wurden diese ins Excel-Format konvertiert. Die Versuchsdurchführung erfolgte am Fraunhofer IAO in Stuttgart. Für die Messung der Lastverteilungen wurden die Versuchspersonen zunächst hinsichtlich ihrer Körperhöhe und Oberschenkellänge (vgl. Abbildung 5-31) vermessen.

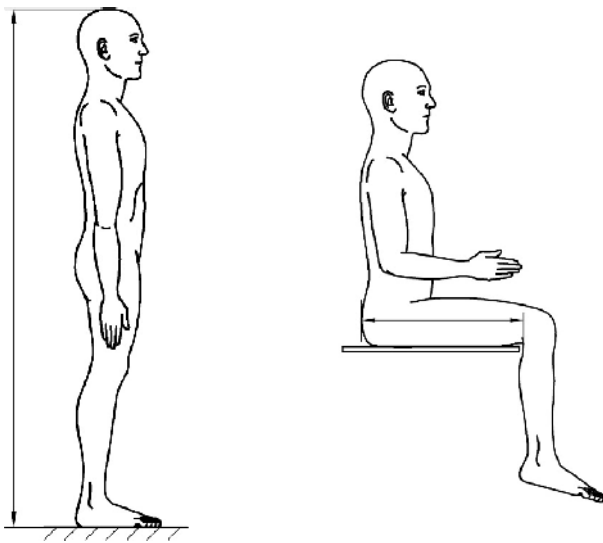


Abbildung 5-31: Körperhöhe und Oberschenkellänge (Abbildung aus DIN 33402-2)

Anschließend setzen sich die Versuchspersonen mit verbundenen Augen (damit sie für den Folgeversuch nicht beeinflusst sind) auf den baulich unveränderten Bürostuhl (siehe Abbildung 5-4 auf Seite 132 sowie im Anhang 8.7), der mit einer FSA-Druckmessmatte auf dem Sitzkissen versehen ist, und stellen die für sie optimale Sitzhöhe ein. Es erfolgt eine

<sup>548</sup> ZUMBUSCH, Marianne: Noch in Arbeit befindliche Dissertation.

<sup>549</sup> AISSAOUI, R. e.a. (2001): Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able-bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm. *Med. Eng.& Physics*, Vol. 23 (6), S. 359-367.

<sup>550</sup> DEMONTIS, S. & GIACOLETTO, M. (2001): Prediction of car seat comfort from human-seat interface pressure distribution. SAE paper No. 2002-01-0781

<sup>551</sup> GOONETILLEKE, R. S. (2002): Do we know enough to design comfortable products?  
In: Proceedings of 2002 International CIRP Design Seminar, 16-18 May 2002 in Hong Kong.

<sup>552</sup> KOLICH, M. (2003,2): Predicting automobile seat comfort using a neural network.  
*International Journal of Industrial Ergonomics*, Bnd. 33, Ausgabe 4, S. 285-293.

<sup>553</sup> LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. and DIEËN, J. H. van. (2003): Sitting comfort and discomfort and its relationships with objective measures. *Ergonomics* 46(10), S. 985-997.

Druckaufnahme mit 30 Frames (10 Frames pro Sekunde). Ist die ermittelte Lastverteilung nicht im Bereich der vom LfE vorgegebenen Richtwerte (s. u.), so wird die Sitzhöhe des Bürostuhls verstellt.

Um zu gewährleisten, dass alle Versuchspersonen gleiche Versuchsbedingungen vorfinden, wurde bei den Versuchen auf Folgendes geachtet:

- Vor dem Hinsetzen wird der Bürostuhlsitzfläche auf maximale Höhe gefahren.
- Die Unterarme liegen angewinkelt auf den seitlichen Armlehnen.
- Die Unterschenkel stehen senkrecht zum Bodenfläche.
- Die Rückenlehne ist arretiert.

Die Armlehnen des Stuhls sind zusätzlich mit Schaumstoff abgepolstert, mit einem Stoffüberzug verkleidet und damit wie der gesamte Stuhl im späteren Experiment nicht mehr wiedererkennbar (siehe Abbildung 5-32a). Weil sich in der Praxis gezeigt hat, dass die Messwerte von System zu System variieren, wird in diesem Abschnitt dasselbe System mit derselben Auswertesoftware des LfE verwandt, mit denen der LfE seine Richtwerte ermittelt hat. Somit ist die Übertragbarkeit der Ergebnisse sichergestellt.

Dass die von MERGL (2006)<sup>554</sup> anhand von Automobilsitzen erhobenen Grenzwerte hier Anwendung finden können, ist dem Umstand geschuldet, dass im Vergleich zum Sitzen im Fahrzeug die Belastung des Gesäßes beim Sitzen auf einem Bürostuhl noch stärker ausfällt und daher zu erwarten ist, dass die Dominanz dieses Kriteriums bei Bürostühlen umso ausgeprägter ist.

FSA-Auswertesoftware

Die mit der FSA-Druckmessmatte (Abbildung 5-32a) mitgelieferte Software bildet in Echtzeit das Druckbild der Versuchsperson [in mmHg] ab (Abbildung 5-32b).

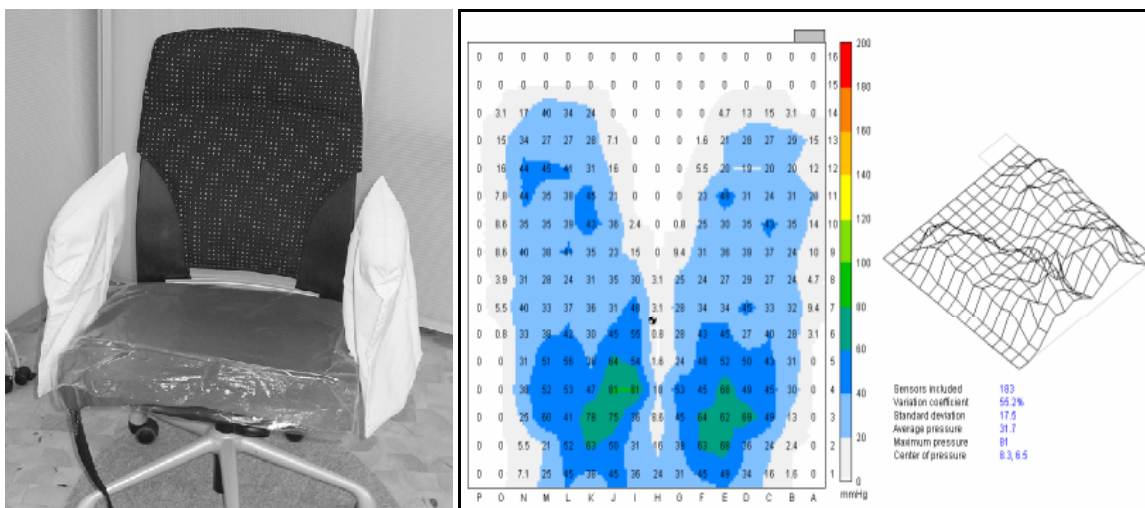


Abbildung 5-32: a) FSA-Druckmessmatte; b) Druckbild aus der FSA-Software

<sup>554</sup> MERGL, C. (2006): Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie. Technische Universität München.



- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
- 5.5 Validierung in Sitztests

Eine Erstinterpretation erfolgt über das FSA-Druckbild. Für eine genauere Analyse werden die Druckwerte aus der FSA-Software in Excel zwischengespeichert, um dann in die FSA-Auswertesoftware des LfE importiert zu werden. Dort werden die Druckwerte der 30 Frames gemittelt und körperteilbezogen, entsprechend der Body Map nach HARTUNG (2005)<sup>555</sup> (Abbildung 5-30), nach unterschiedlichen Parametern (u. a. prozentuale Lastverteilung) ausgewertet (Abbildung 5-33).

	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.787	0.847	0.237	0.488	0.392	0.296	0.106	0.043	
<b>Maximaler Druck</b>	1.392	1.427	0.738	0.892	0.725	0.704	0.559	0.498	
<b>Druckunterschied</b>	1.306	1.343	0.738	0.892	0.725	0.704	0.559	0.498	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	25	34	32	27	10	7	219
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	252.002	252.002	150.001	204.002	192.002	162.001	60.001	42.000	1314.011
<b>Lastverteilung</b>	26%	28%	7%	14%	11%	9%	3%	1%	100%
<b>Last [N]</b>	198.373	213.503	54.127	105.494	84.627	67.436	22.908	9.329	755.80
<b>Max Gradient v</b>	0.070	0.110	0.009	0.096	0.119	0.010	0.044	0.021	
<b>Max Gradient h</b>	-0.153	-0.060	-0.015	-0.012	-0.100	-0.015	-	-	
<b>Index</b>	0.385	0.625	0.047	0.419	0.449	0.043	0.410	0.245	
<b>R1/R2</b>	12.304	23.790							
<b>Summation Reihen</b>	73.348	73.348		43.528	43.528		9.089	9.089	
<b>Summation Spalten</b>			3.012			4.868			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.078	0.078		-0.059	-0.059		-0.099	-0.099	
<b>Gradient Spalten</b>			0.111			-0.161			

Abbildung 5-33: Übersicht aller Parameterwerte (Körperteilbezogen /KT)

Um die verschiedenen Größen der Versuchspersonen zu berücksichtigen, wird die Body Map mittels der Oberschenkellänge angepasst (Abbildung 5-34).

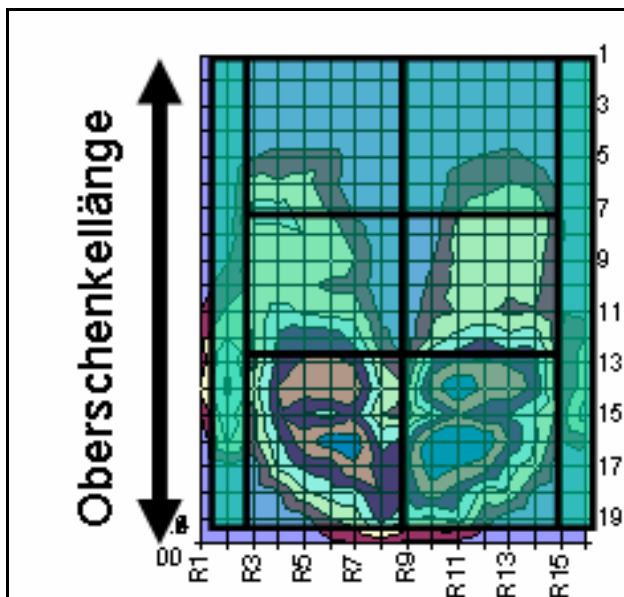


Abbildung 5-34: Anpassung der Druckaufnahme an die Body Map mittels der Oberschenkellänge

<sup>555</sup> HARTUNG, J. (2005): Darstellung des Schwingungsverhaltens von Fahrzeuginsassen - Symbiose aus Experiment und Simulation. FAT-Schriftenreihe 189, Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V., Frankfurt am Main.

### Richtwerte für die Lastverteilung

Die Richtwerte für die optimale Lastverteilung bei Sitzen wurden von MERGL<sup>556</sup> über eine Vielzahl von Versuchsreihen ermittelt (Abbildung 5-35). Sie stellen das Kriterium dar, ob ein Proband an den abschließenden Sitztests teilnehmen kann oder nicht.

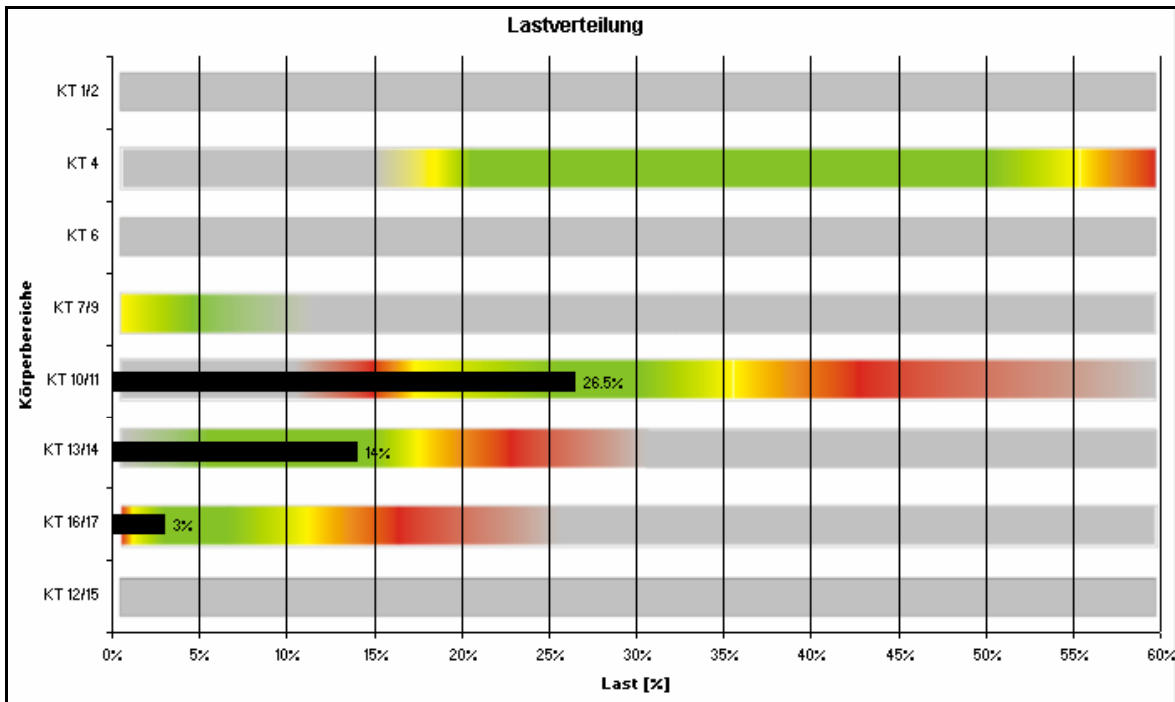


Abbildung 5-35: Richtwerte für optimale Lastverteilung (grün: optimaler Bereich) nach MERGL (2006)

Aufgrund der Schwankungen zwischen den rechten und linken Körperteilen wird stets der Mittelwert aus den symmetrisch angeordneten Körperteilen betrachtet (KT10/11, KT13/14, KT16/17 und KT12/15). Die bei der Auswertung zusätzlichen Parameter wie beispielsweise maximaler Druck und Gradient werden nicht näher betrachtet, da der Bürostuhl eine annähernd homogene Sitzoberfläche (ohne Nähte oder starke Konturierungen) aufweist. Für genauere Informationen zur Ermittlung der Richtwerte sei auf MERGL (2006) verwiesen.

### Ablauf der Lastverteilungsmessungen

Die Lastvermessungen wurden am 16. und 17. November 2005 in den Räumen des Fraunhofer IAO durchgeführt und verliefen standardisiert:

- Die Probanden wurden zunächst über den Zweck der Messung (Ermittlung, ob der Stuhl gut zu ihnen passt und sich bequem auf sie einstellen lässt) instruiert.
- Anschließend legten sie ihre Schuhe ab. Wenn nur mit Schuhen eine bequeme Sitzposition gefunden werden konnte und sichergestellt war, dass der Proband mit denselben Schuhen zur Nachfolgeuntersuchung erscheinen würde, wurde das Tragen der Schuhe zugelassen.

<sup>556</sup> MERGL, C. (2006): Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie. Technische Universität München.

- Es erfolgte die Messung von Oberschenkelhöhe und Körperhöhe (ggf. zusätzlich mit Schuhen).
- Anschließend bekamen die Probanden eine blickdichte Brille aufgesetzt und wurden zum bis dahin versteckt aufgestellten Stuhl geführt. Dessen Sitzfläche befand sich in oberster Stellung, um eine Höhenanpassung in jedem Fall notwendig zu machen. Rückenlehne und Armlehnen waren fixiert.
- So setzten sie sich blind mit angewinkelten Armen und zueinander gedrehten Unterarmen auf den Stuhl. Dabei wurde vom Versuchsleiter darauf geachtet, dass das Gesäß an der Rückenlehne anliegt und die Unterschenkel senkrecht standen.
- Nun nahmen die Probanden eine Höhenanpassung nach individueller Vorliebe vor. Vorgabe war dabei, keinen unkomfortablen Druck der Sitzkissenvorderkante zuzulassen und eine angenehme Last auf der Ferse zu erzeugen, ohne mit dem vorderen Oberschenkelende vollständig entlastet zu sein.
- Sobald dieser Zustand hergestellt war, wurde eine Messaufnahme von 3 Sekunden Dauer vorgenommen.
- Anschließend wurde der Proband zum Umkleidepunkt zurückgeführt, und die Brille abgenommen.
- Abschließend wurde die Sitzhöhe lotrecht über Boden gemessen.

### Ergebnisse

61 Probanden nahmen an den Messungen teil. Das Ergebnis der Lastverteilungsmessungen ist in Tabelle 5-10 zu sehen. Neun Versuchspersonen, deren Lastverteilung die Richtlinien nach MERGL (2006) nicht erfüllen, sind orange markiert und nehmen an den nachfolgenden Validierungsversuchen nicht teil. 52 Probanden erfüllen die Kriterien – und damit mehr als die angestrebten 36.

Kriterium für die Eignung einer Versuchsperson ist eine Lastverteilung im Rahmen der Richtwerte nach MERGL (2006)<sup>557</sup> wie in Abbildung 5-35 dargestellt. Zur Veranschaulichung sind die Grenzwerte in Tabelle 5-9 nochmals aufgeführt.

Lastverteilung			
KT10/11	KT13/14	KT16/17	KT12/15
23-31%	< 17	< 8	-

Tabelle 5-9: Richtwerte für die Lastverteilung nach MERGL (2006) (korrigiert für Bürostühle)

<sup>557</sup> MERGL, C. (2006): Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen. Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie. Technische Universität München.

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

5.5 Validierung in Sitztests

VP-Nr.	Körpergröße [cm]	Ob.schenkel-länge [cm]	Sitzhöhe [cm]	Lastverteilung				Σ geeignet 52
				KT10/11	KT13/14	KT16/17	KT12/15	
IAO-01	185,5	51,0	52,5	27,2%	12,6%	2,1%	8,0%	1
IAO-02	174,5	51,5	52,5	28,1%	14,4%	1,9%	5,6%	1
IAO-03	178,5	52,0	49,0	27,7%	15,2%	3,2%	3,8%	1
IAO-04	175,5	51,0	53,0	25,7%	17,4%	3,5%	3,3%	1
IAO-05	181,0	52,0	49,0	28,7%	13,9%	2,2%	5,2%	1
IAO-06	165,0	47,0	47,0	29,8%	14,1%	4,6%	1,4%	1
IAO-07	188,5	54,5	54,0	25,8%	15,4%	1,8%	7,0%	1
IAO-09	180,5	51,5	51,0	27,2%	17,0%	3,5%	2,3%	1
IAO-10	157 / 161	47,0	47,0	28,7%	13,6%	4,2%	3,5%	1
IAO-11	180,5	51,0	51,5	28,9%	14,7%	2,5%	3,9%	1
IAO-14	183,0	53,0	57,0	27,1%	13,8%	4,8%	4,3%	1
IAO-17	173,5	49,5	50,0	29,0%	14,0%	5,5%	1,5%	1
IAO-18	182,5	51,0	51,5	26,7%	15,1%	5,4%	2,9%	1
IAO-19	166,5	50,0	47,0	27,6%	12,9%	5,6%	3,9%	1
IAO-20	179,5	50,5	52,5	28,0%	10,5%	4,8%	6,7%	1
IAO-21	165,5	49,5	49,0	27,9%	15,1%	3,1%	3,9%	1
IAO-22	170,0	53,5	50,0	21,3%	19,0%	4,5%	5,2%	1
IAO-23	184,0	51,5	52,0	25,8%	16,5%	2,8%	4,9%	1
IAO-24	178,0	47,5	50,0	27,4%	12,9%	3,7%	5,9%	1
IAO-25	178,0	50,0	53,0	27,6%	13,0%	7,4%	2,1%	1
IAO-26	176,5	52,5	50,0	26,0%	16,9%	3,3%	3,8%	1
IAO-27	186,5	54,5	57,0	26,4%	15,0%	3,3%	5,3%	1
IAO-28	180,0	52,5	53,5	26,3%	17,8%	3,7%	2,2%	1
IAO-29	169,0	48,5	51,0	29,0%	13,4%	3,1%	4,5%	1
IAO-30	152,5	57,0	45,0	26,1%	18,1%	4,7%	1,0%	1
IAO-31	164,0	51,5	47,5	25,7%	15,8%	3,1%	5,4%	1
IAO-32	180,0	51,0	52,0	29,3%	12,5%	2,8%	5,3%	1
IAO-33	154,0	47,0	47,0	24,1%	18,8%	4,0%	3,0%	1
IAO-34	185,5	50,0	52,0	26,5%	13,9%	3,1%	6,6%	1
IAO-35	172,5	45,5	47,0	26,5%	15,0%	5,6%	2,9%	1
IAO-36	178,0	50,0	52,5	26,2%	12,5%	3,6%	7,8%	1
IAO-37	164,5	43,5	46,5	29,4%	15,0%	5,6%	0,0%	1
IAO-38	174,5	52,5	50,0	25,7%	15,3%	2,8%	6,2%	1
IAO-39	164,0	47,5	46,0	27,4%	15,6%	5,0%	2,0%	1
IAO-40	163,5	50,0	47,0	27,7%	15,0%	5,9%	1,3%	1
IAO-43	155,5	48,0	45,0	25,2%	16,8%	5,9%	2,2%	1
IAO-44	157,5	44,0	45,0	33,3%	12,2%	3,3%	1,2%	1
IAO-45	176,0	47,5	50,5	29,9%	11,7%	4,3%	4,2%	1
IAO-46	166,5	48,5	49,5	28,0%	11,1%	3,7%	7,2%	1
IAO-47	169,5	49,5	46,0	28,7%	13,8%	5,0%	2,5%	1
IAO-48	161,0	51,5	49,5	24,9%	14,6%	4,8%	5,7%	1
IAO-49	162,0	45,5	45,0	27,9%	16,9%	3,3%	1,9%	1
IAO-50	175,0	52,5	50,0	28,5%	16,3%	1,3%	3,9%	1
IAO-51	163,0	53,5	48,5	27,7%	17,7%	1,9%	2,7%	1
IAO-54	164,0	51,5	45,0	24,6%	17,7%	6,6%	1,2%	1
IAO-55	183,5	53,5	57,0	26,8%	12,1%	0,5%	10,6%	1
IAO-57	185,5	53,0	51,0	28,3%	13,0%	2,0%	6,7%	1
IAO-58	174,5	53,0	51,0	28,5%	17,4%	2,2%	1,9%	1
IAO-60	159,0	48,0	45,0	28,0%	13,4%	4,6%	4,0%	1
IAO-61	173,5	54,0	52,5	29,1%	14,6%	2,2%	4,1%	1
IAO-62	159.5 / 163.5	48,0	45,0	29,9%	13,8%	4,2%	2,2%	1
IAO-63	166,0	53,0	45,0	26,2%	18,3%	4,0%	1,5%	1
IAO-64	172,5	50,0	47,5	29,6%	14,5%	4,3%	1,6%	1
IAO-65	180,5	53,0	49,5	28,1%	13,2%	1,6%	7,0%	1
IAO-67	180,0	50,0	54,5	27,7%	11,3%	3,3%	7,7%	1
IAO-68	167,0	48,5	46,0	30,0%	13,3%	6,5%	0,2%	1
IAO-69	179,5	51,0	51,0	27,1%	15,4%	2,7%	4,8%	1
IAO-70	183,0	52,0	52,5	30,1%	11,7%	1,9%	6,3%	1
IAO-71	175,0	51,5	51,0	29,0%	15,4%	2,0%	3,6%	1
IAO-72	166,5	48,5	46,0	27,5%	12,6%	4,5%	5,4%	1
IAO-75	161,5	43,0	45,0	29,7%	13,8%	6,5%	0,0%	1

Tabelle 5-10: Übersicht der Lastverteilungsmessungen. Markierung bei Verletzung der Kriterien.

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion  
 5.5 Validierung in Sitztests

Um eine qualitative Differenzierung zwischen den geeigneten Versuchspersonen zu erhalten, wurden diese nochmals danach untersucht, welche Versuchspersonen eher grenzwertige Lastverteilungen aufweisen und welche die Vorgaben am besten erfüllen (Tabelle 5-11). Ausschlaggebend ist in erster Linie die Unterstützung der vorderen Oberschenkel (KT16/17). Dabei ist wichtig, dass dieser Wert nicht Null wird. Als nächstes soll der Lastwert der mittleren Oberschenkel (KT13/14) nicht zu nah am Grenzwert liegen.

Eignungskriterium	Versuchspersonen (IAO-x)
Am besten	3, 10, 21, 24, 27, 29, 32, 36, 46, 57, 67
normal	1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 14, 17, 18, 19, 20, 23, 25, 31, 34, 35, 38, 37, 39, 40, 45, 47, 48, 58, 60, 61, 62, 64, 65, 68, 69, 70, 71, 72, 75
noch tolerierbar	9, 26, 43, 49, 50, 55
nicht geeignet	22, 28, 30, 33, 44, 51, 54, 58, 63

Tabelle 5-11: Qualitative Unterscheidung der geeigneten Versuchspersonen

Entsprechend wurden die Validierungstests vorrangig mit den „normal“ und „am besten“ geeigneten Probanden durchgeführt.

### 5.5.2.2 Ablauf der Sitztests

Der Ablauf verlief analog zu dem des Korrelationsexperiments (siehe Kapitel 5.1.6):

Zu Beginn werden die Probanden nach einer kurzen Einführung zum Versuchsablauf zunächst zu ihrem Alter, Geschlecht und den täglich im Sitzen verbrachten Arbeitsstunden befragt. Die anthropometrischen Daten Körpergröße und Oberschenkellänge sind bereits aus den vorausgegangenen Lastverteilungsmessungen bekannt. Auch wird abgefragt, ob der Proband aktuell körperliche Beschwerden verspürt, die sich auf den Sitzkomfort auswirken könnten.

Es folgt die Designbewertung, gefolgt von der Bewertung der Komforterwartung (beide erfolgen ohne Sitzkontakt). Anschließend nimmt die Versuchsperson in vorgegebener Reihenfolge in den drei Stühlen Platz und bewertet zunächst den empfundenen Diskomfort, anschließend den Komfort, den Gesamtkomfort je Stuhl und gibt schließlich ein Komfortranking über alle drei Stühle ab.

Fragen zu den Eigenschaften der Armlehnen und zu deren Einfluss auf die Komfortbewertung schließen die Untersuchung ab.

Die Stühle sind auf die bei der Lastverteilungsmessung ermittelte optimale Sitzhöhe eingestellt, eine Nachjustierung durch den Probanden findet nicht statt. Während des Versuchs bleiben die Rückenlehnen in aufrechter Stellung arretiert.

Die Abfolge dieser Frageblöcke bleibt gleich, aber die Reihenfolge, in der die Sitze nebeneinander aufgestellt und nacheinander bewertet werden, wird permutiert, um Reihenfolgeeffekte auszuschließen.

### 5.5.3 Auswertung

Die Validierungs-Sitztests wurden in der Zeit vom 13. – 23. Dezember 2005 in den Räumen des Fraunhofer-IAO in Stuttgart durchgeführt und haben zu den nachfolgenden Ergebnissen geführt. Dabei wurden die im Fragebogen verwendeten 7-stufigen bipolaren Likert-Skalen (siehe Abbildung 5-36) nach folgendem Muster ausgewertet:

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.5 Validierung in Sitztests
- 

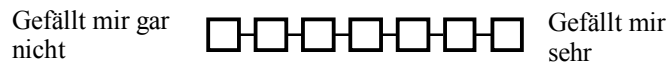


Abbildung 5-36: Bei Designbewertung, Komforterwartung und Komfortbewertung verwendete 7-stufige Likert-Skala

Stufe 1:	0 Punkte
Stufe 2:	1 Punkt
Stufe 3:	2 Punkte
Stufe 4:	3 Punkte
Stufe 5:	4 Punkte
Stufe 6:	5 Punkte
Stufe 7:	6 Punkte

### 5.5.3.1 Probandenprofil

43 Probanden, und damit mehr als die angestrebten 36, haben an den Validierungs-Sitztests teilgenommen, davon 16 Frauen und 27 Männer. Das Gesetz der großen Zahl ist damit erfüllt. Das Durchschnittsalter der Männer beträgt 31,3 Jahre (Ältester: 51, Jüngster: 22, Median 29), das der Frauen 38,3 Jahre (Älteste: 54 Jahre, Jüngste: 22 Jahre, Median 38,5).

Tabelle 5-12 zeigt, dass das Probandenkollektiv sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen in Bezug auf die Körpergröße das gesamte Spektrum vom 5. bis zum 95. Perzentil abdeckt<sup>558</sup>. Zwar lässt die Körpergröße aufgrund unterschiedlicher Proportionen (Sitzriese / Sitzzwerg) keinen direkten Rückschluss auf die Lage der Unterarmhöhe über der Sitzfläche zu, zumindest indikativ gibt sie jedoch Aufschluss über die anthropometrische Zusammensetzung des Kollektivs.

Der Umstand, dass der Mittelwert der Körpergröße bei den Männern 5cm und bei den Frauen 3,5cm über dem 50. Perzentil liegt, macht deutlich, dass die Verteilung zugunsten der größer Gewachsenen ausfällt, was die Festlegung der Armlehnenhöhe (siehe Kapitel 5.3.5) als günstig im Sinne des Gesamtkollektivs bestätigt, wenn auch um den Preis einer eher unkomfortablen Höhe für die kleiner Gewachsenen.

<sup>558</sup> DIN 33402-2: Körpermaße des Menschen. Teil 2: Werte (Entwurf, 03/2005).

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

5.5 Validierung in Sitztests

Männer				Frauen			
Körpergröße	Sitztiefe	optimale Sitzhöhe		Körpergröße	Sitztiefe	optimale Sitzhöhe	
169,0	48,5	51,0		155,5	48,0	45,0	
172,0	45,5	47,0		159,0	48,0	45,0	
174,5	51,5	52,5		159,5	48,0	45,0	
174,5	52,5	50,0		161,0	47,0	47,0	
175,5	51,0	53,0		161,5	43,0	45,0	
176,0	47,5	50,5		162,0	45,5	45,0	
178,0	47,5	50,0		163,5	50,0	47,0	
178,0	50,0	53,0		164,5	43,5	46,5	
178,0	50,0	52,5		166,5	50,0	47,0	
178,5	52,0	49,0		166,5	48,5	49,5	
179,5	50,5	52,5		166,5	48,5	46,0	
179,5	51,0	51,0		167,0	48,5	46,0	
180,0	51,0	52,0		169,5	49,5	46,0	
180,0	50,0	54,5		172,5	50,0	47,5	
180,5	53,0	49,5		175,0	51,5	51,0	
181,0	52,0	49,0		176,5	52,5	50,0	
182,5	51,0	51,5		180,5	51,5	51,0	
183,0	53,0	52,5		166,3	48,4	47,0	Mittel wert
183,5	53,5	57,0		155,5	43,0	45,0	Minimum
183,5	52,0	52,5		180,5	52,5	51,0	Maximum
184,0	51,5	52,0					
185,5	50,0	52,0					
185,5	51,0	52,5					
185,5	53,0	51,0					
186,5	54,5	57,0					
188,5	54,5	54,0					
180,1	51,1	51,9	Mittel wert				
169,0	45,5	47,0	Minimum				
188,5	54,5	57,0	Maximum				

Tabelle 5-12: Anthropometrisches Profil aller 43 Probanden nach Männern und Frauen getrennt: Körpergröße, Sitztiefe und im Rahmen der Lastverteilungsmessung (Kapitel 5.5.2.1) ermittelte optimale Sitzhöhe

Alle Probanden arbeiten am Fraunhofer-IAO Stuttgart, entweder fest angestellt oder als wissenschaftliche Hilfskraft bzw. im Rahmen eines Werkvertrags. Die durchschnittliche Arbeitszeit, die sitzend verbracht wird, beträgt über alle Probanden 7,4 Stunden pro Tag. Bis auf eine Probandin, die angab, vor Versuchsbeginn leichte Ischiasschmerzen zu haben, waren alle Teilnehmer zu Beginn der Untersuchung beschwerdefrei.

**5.5.3.2 Platzierungen der Stühle in allen drei Testabschnitten**

Die Stühle wurden den Probanden in permutierter Reihenfolge präsentiert. Die Häufigkeit, mit der die 6 möglichen Sequenzen durchlaufen wurden, ist Tabelle 5-13 zu entnehmen. Bei der 43. Permutation entschied das Los für die Reihenfolge 1-3-2.

Häufigkeit der Stuhlreihenfolgen (Permutation)					
123	132	213	231	312	321
7	8	7	7	7	7

Tabelle 5-13: Häufigkeit der Permutationen

In Tabelle 5-14 werden die Wertungen des Designs, des erwarteten Komforts und des erlebten Komforts (Gesamtkomforturteil) einander gegenübergestellt.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
- 5.5 Validierung in Sitztests

	Stuhl 1		Stuhl 2		Stuhl 3	
	Punkts umme	Platzierung	Punkts umme	Platzierung	Punkts umme	Platzierung
Design	186	2	194	1	102	3
Komforterwartung	186	2	197	1	135	3
Komforterlebnis	174	2	183	1	156	3

Tabelle 5-14: Punkts ummen und Platzierungen der Stühle in allen Testphasen über alle Probanden (n=43). Maximal erreichbare Punkts umme in den Testphasen Design, Komforterwartung und Komforterlebnis (Gesamtkomforturteil) jeweils 258.

Dabei ist zu sehen, dass Stuhl 2 in allen Versuchsabschnitten Platz 1 belegt, gefolgt von Stuhl 1 mit rund 5% geringerer Punktzahl und Stuhl 3 mit 15 bis 47% Abstand von Stuhl 2.

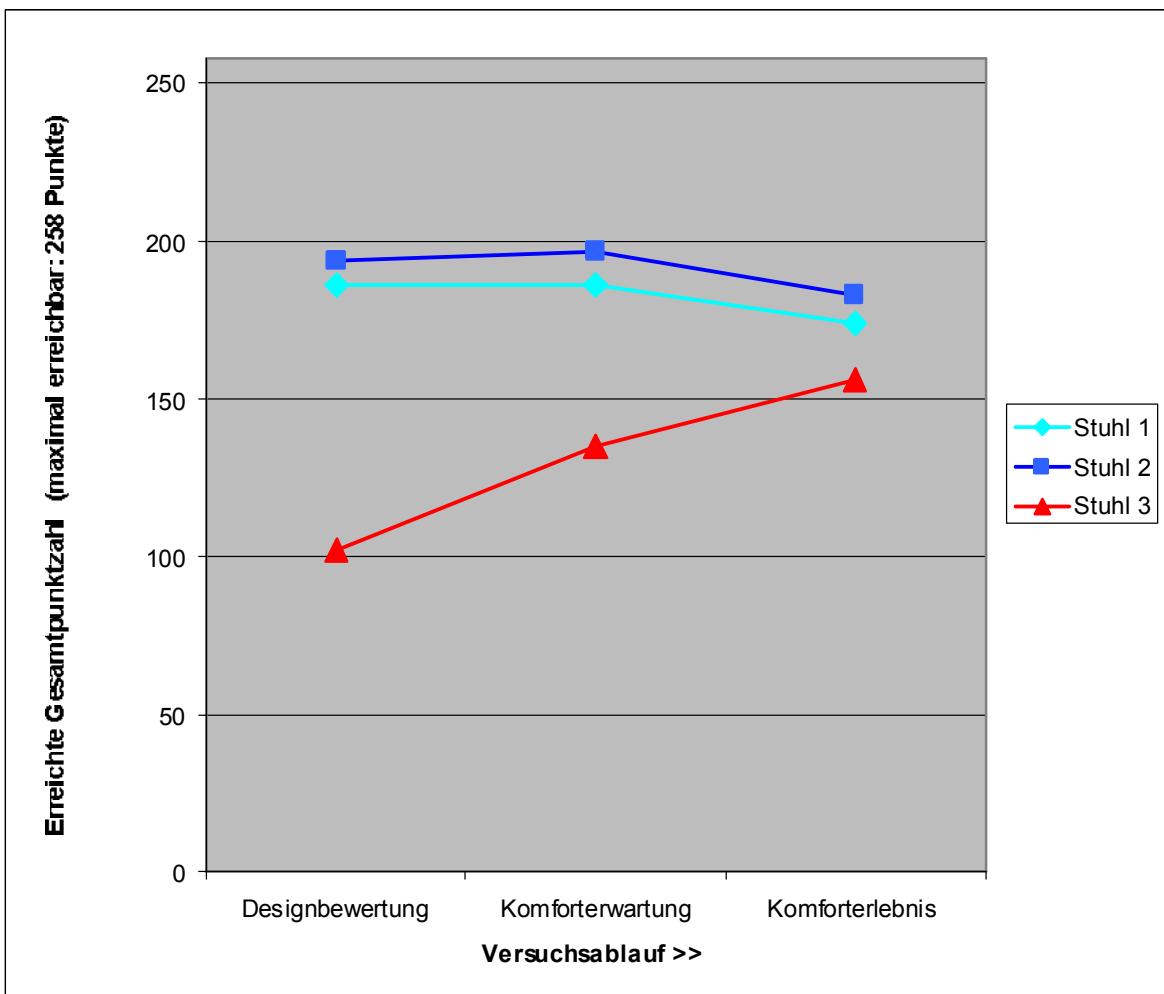


Abbildung 5-37: Annäherung der Urteile über den Versuchsablauf



- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
- 5.5 Validierung in Sitztests

### 5.5.3.3 Designbewertung

In diesem Versuchsabschnitt wurden die Probanden um ihr Gefallensurteil gebeten, das in einer 7-stufigen Likert-Skala erfasst wurde.

#### Designbewertung über alle Stühle

Mithilfe einer Varianzanalyse mit Messwiederholung (MANOVA) wurde ermittelt, inwieweit die in Tabelle 5-14 gezeigten Punkteverteilungen bei der Designbewertung durch zufällige Variationen in der Teilnehmer-Stichprobe zustande gekommen sind, oder aber stabile Effekte in der Population darstellen. Dieser Test ergab, dass der Unterschied in der Wahrnehmung des Designs signifikant ist ( $F=39,477$ ;  $df=2$ ;  $p=.00$ ), d.h. mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit auf Zufallseffekte zurückzuführen ist.

Ein nachgeschalteter t-Test mit gepaarten Stichproben liefert Aufschluss darüber, zwischen welchen Stühlen ein Unterschied in der Designbewertung vorliegt. Hierfür wurden die Designbewertungen von Stuhl 1 mit denen von Stuhl 2 und Stuhl 3 verglichen, ferner die von Stuhl 2 mit denen von Stuhl 3. Die Ergebnisse sind Tabelle 5-15 zu entnehmen. Die Tabelle befindet sich nochmals im Anhang.

Test bei gepaarten Stichproben									
		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	St1_Design - St2_Design	-,18605	1,40163	,21375	-,61740	,24531	-,870	42	,389
Paaren 2	St1_Design - St3_Design	1,95349	1,90180	,29002	1,36820	2,53878	6,736	42	,000
Paaren 3	St2_Design - St3_Design	2,13953	1,89713	,28931	1,55568	2,72339	7,395	42	,000

Tabelle 5-15: Ergebnis des t-Tests mit gepaarten Stichproben bei der Designbewertung (zweiseitiger Test)

Die Absicherung gegen den  $\alpha$ -Fehler wird hierbei aufgrund der Nicht-Prognostizierbarkeit der Alternativhypothese zweiseitig vorgenommen. Das Signifikanzkriterium von  $\alpha < 5\%$  ist bei den Paarungen Stuhl 1 vs. Stuhl 3 und Stuhl 2 vs. Stuhl 3 gegeben. Nur die Paarung Stuhl 1 vs. Stuhl 2 zeigt keine statistisch bedeutsamen Unterschiede.

Wie Tabelle 5-14 und Abbildung 5-37 zeigen, weichen die Bewertungen der Stühle bei der Designbewertung am stärksten voneinander ab. Die Punkteverteilung der drei Stühle zeigt, dass Stuhl 1 stärker polarisiert als Stuhl 2 (siehe Abbildung 5-38).

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion  
 5.5 Validierung in Sitztests

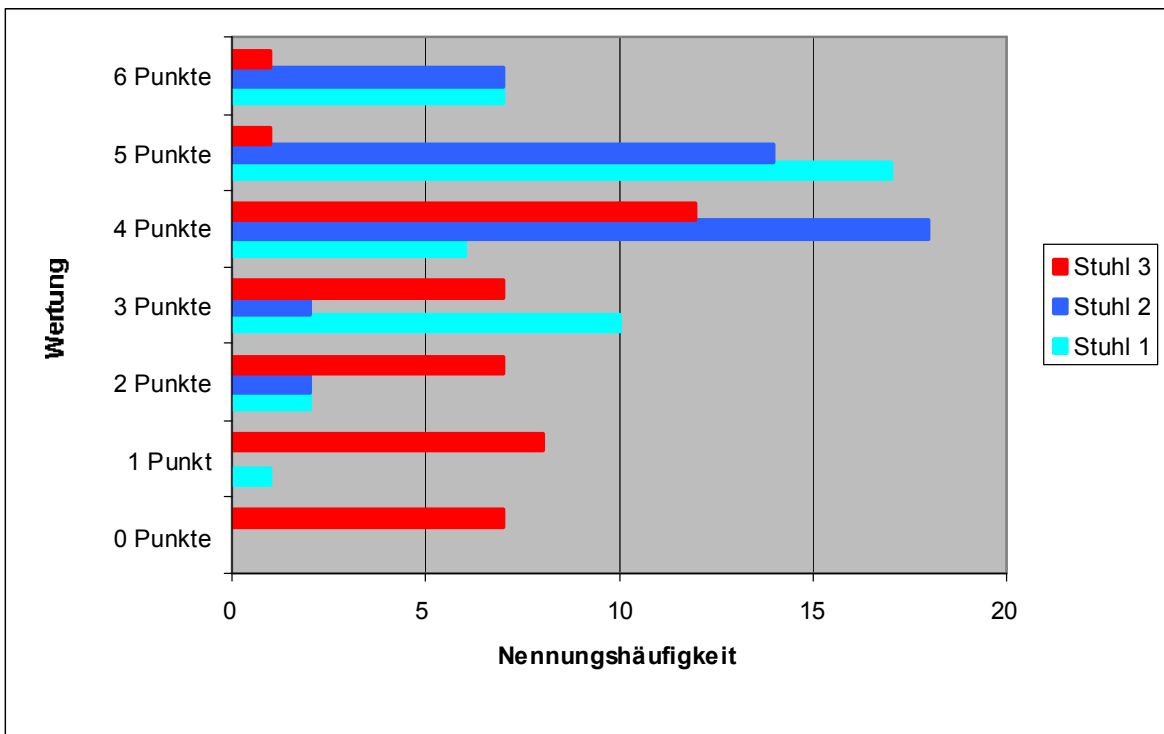


Abbildung 5-38: Nennungshäufigkeiten der Wertungen bei der Designbewertung (n=43). Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl gefällt mir gar nicht“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl gefällt mir sehr“.

Das äußert sich in einer Varianz von 1,61 bei Stuhl 1 gegenüber 0,97 bei Stuhl 2. Die hohe Varianz kostet Stuhl 1 den ersten Platz in der Designbewertung, obwohl sein Median mit 5 über dem von Stuhl 2 mit 4 liegt. Die Varianz von 2,62 im Fall von Stuhl 3 zeigt hohe Uneinigkeit der Probanden in ihrer Bewertung (siehe Tabelle 5-16).

	Stuhl 1	Stuhl 2	Stuhl 3
<b>Median</b>	5	4	2
<b>Varianz</b>	1,61	0,97	2,62
<b>Mittelwert</b>	4,33	4,51	2,37

Tabelle 5-16: Median, Varianz und Mittelwert der Designbewertungen auf einer Skala von 0 bis 6. Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl gefällt mir gar nicht“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl gefällt mir sehr“

Der Großteil der Urteilsbegründungen bezieht sich auf die Armlehnen. Lediglich 5 Probanden haben weitere Baugruppen in die Wertung einbezogen. Dabei wurde auf die dünnwandige Ausführung der Rückenlehne („labil“), deren taillierte Polsterung und das Punktmuster des Bezugstoffes (je eine positive und eine negative Äußerung für alle Stühle), sowie die Anmutung des Fußgestells (3 Nennungen „unwertig“) eingegangen.

Ferner wurden Unterschiede in den geometrischen Abmessungen von Sitzkissen und Rückenlehne gesehen. Die Sitztiefe wurde bei Stuhl 1 in zwei Fällen, seine Sitzbreite in einem Fall geringer eingeschätzt als die der anderen beiden Stühle. Alle weiteren Äußerungen bezogen sich ausschließlich auf die Armlehnen.

### Designbewertung Stuhl 1

28 positive, 13 negative und 2 neutrale Wertungsbegründungen wurden mündlich abgegeben, ohne dass Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren. Alle Begründungen beziehen sich auf die Armlehnen.

Positive Begründungen:

- „Schwungvolle“ bzw. „spannungsgeladene“, „fließende“ Geometrie (9 Nennungen)
- „Elegante“, „edle“ Form (9 Nennungen)
- „Angenehmes“ Erscheinungsbild (6 Nennungen)
- Sehen bequem aus (2 Nennungen)
- „Stylish“ (1 Nennung)
- Passt zur Gesamterscheinung des Stuhls (1 Nennung)

Neutrale Begründungen:

- Typischer Bürostuhl ohne besondere Merkmale (2 Nennungen)

Negative Begründungen:

- Spitz zulaufende Vorderkante birgt Verletzungsrisiko (5 Nennungen)
- „Extrovertierte“, „zu spacige“, „unverhältnismäßig sportliche“ Form (3 Nennungen)
- „Klobige“, „unproportionierte“ Form (2 Nennungen)
- „Unangenehme“ Form (2 Nennungen)
- „Aggressive“ Form (1 Nennung).

Insgesamt wurde der Vergleich zu Stuhl 2 am häufigsten angestellt, (13-mal, davon 11-mal zugunsten von Stuhl 1) und am zweithäufigsten zu Stuhl 3 (6-mal, immer zugunsten von Stuhl 1).

Die nonverbale Bewertung von Stuhl 1 mithilfe der Emocards zeigt mehr Gelassenheit als Anregung. Die Art der Anregung ist überwiegend angenehm, wobei 8 Probanden eine unangenehme Anregung angeben (siehe Abbildung 5-39).

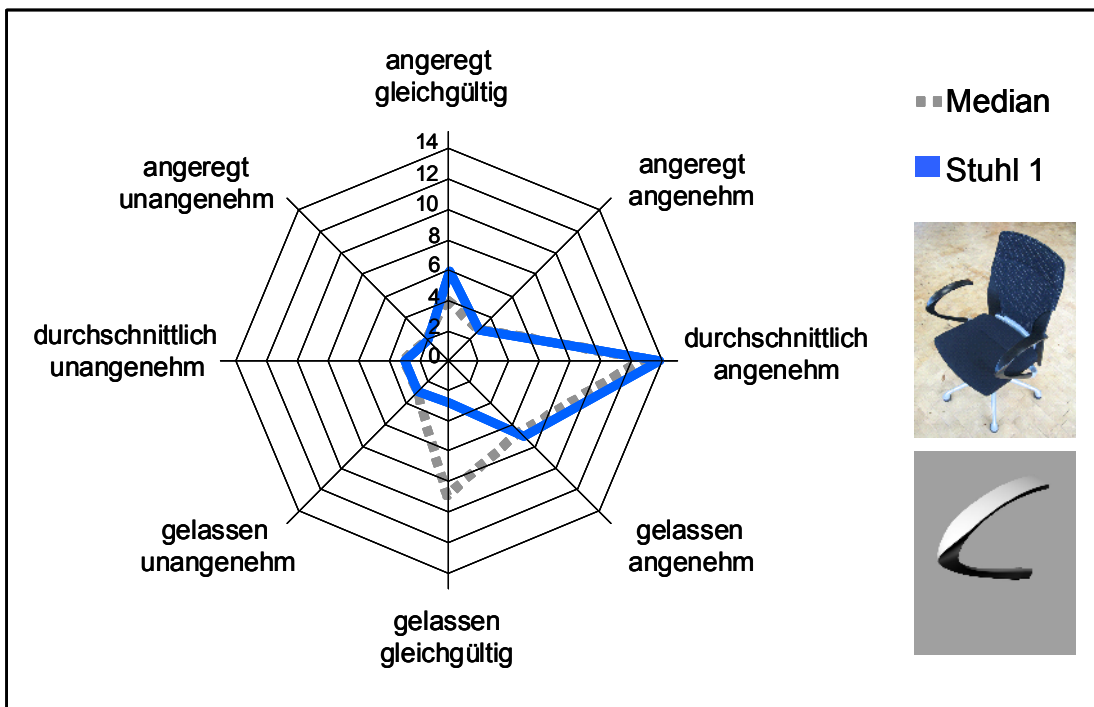


Abbildung 5-39: Auswertung Emocards Stuhl 1 und Median über alle 3 Stühle (n=43)

### Designbewertung Stuhl 2

30 positive, 5 negative und 9 neutrale Wertungsbegründungen wurden mündlich zu Stuhl 2 abgegeben, ohne dass Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren. Alle Begründungen beziehen sich auf die Armlehnen.

Positive Begründungen:

- Form sieht bequem aus (10 Nennungen)
- „schöne“ bzw. „runde“ Form (5 Nennungen)
- Form ist „angenehm“, „ausgewogen“, „passt zum Stuhl“ (4 Nennungen)
- „Dynamisch-schwungvolle“ Geometrie (3 Nennungen)
- „Elegante“, „edle“ Form (2 Nennungen)
- Armlehnen wirken „sicher“ und „stabil“ (2 Nennungen)
- Armlehnen wirken „leicht“ (2 Nennungen)
- Form sieht „sinnvoll“ aus (2 Nennungen)

Neutrale Begründungen:

- Typischer Bürostuhl ohne besondere Merkmale (2 Nennungen)
- Geometrie der Armlehnen ist stärker verrundet (1 Nennung).

Negative Begründungen:

- Form nicht so stabil wie Armlehnen von Stuhl 1 (2 Nennungen)
- Form nicht so schön wie Armlehnen von Stuhl 1 (1 Nennung)
- Form nicht so modern wie Armlehnen von Stuhl 1 (1 Nennung)

- Form nicht so elegant wie Armlehnen von Stuhl 1 (1 Nennung)

Insgesamt wurde der Vergleich zu Stuhl 1 10-mal angestellt, (davon 3-mal zugunsten von Stuhl 2) und zu Stuhl 3 64-mal, immer zugunsten von Stuhl 2.

Die nonverbale Bewertung von Stuhl 2 mithilfe der Emocards zeigt mehr Gelassenheit als Anregung. Die Art der Anregung ist bis auf 1 Aussage überwiegend gleichgültig bis angenehm (siehe Abbildung 5-40).

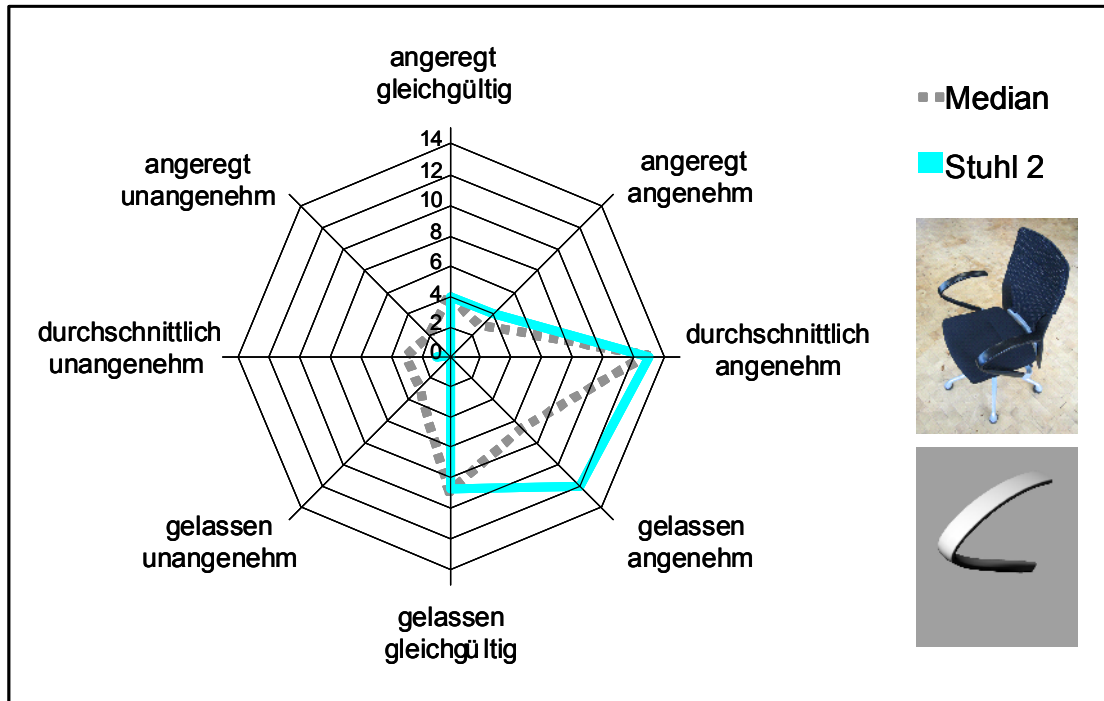


Abbildung 5-40: Auswertung Emocards Stuhl 2 und Median über alle 3 Stühle (n=43)

### Designbewertung Stuhl 3

4 positive, 35 negative und 4 neutrale Wertungsbegründungen wurden mündlich zu Stuhl 3 abgegeben, ohne dass Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren. Alle Begründungen beziehen sich auf die Armlehnen.

Positive Begründungen:

- Form sieht „bequem“ aus (1 Nennung)
- Form „passt zum Stuhl“ (1 Nennung)
- Form ist „interessant“ (1 Nennung)
- Arme werden nicht „nach hinten gezwungen“ (1 Nennung)

Neutrale Begründungen:

- Typischer Bürostuhl ohne besondere Merkmale (2 Nennungen)
- „Durchschnittliches“ Design der Armlehnen (1 Nennung)
- „Akzeptable“ Form der Armlehnen (1 Nennung).

Negative Begründungen:

- Kontaktfläche ist zu klein, Länge zu kurz (9 Nennungen)
- Form „sieht unbequem aus“ (5 Nennungen)
- Form ist hässlich (4 Nennungen)
- Form ist „zu eckig“ (3 Nennungen)
- Form ist „plump“ (2 Nennungen)
- Form passt nicht zum Stuhl (1 Nennung)
- Form ist unelegant (1 Nennung)

Weitere negative Begründungen mit jeweils einer Nennung bezogen sich auf die geometrische Orientierung der Armlehne („zu steil“ bzw. „rückwärts geneigt“) und das erwartete mechanische Verhalten („hart“, „steif“, „kaputt“). Ferner wurde die Armlehnenform als „üblich“, aber auch „atypisch“ angesehen, sie wirkt aber auch „passiv“ und „defensiv“. Auch Vergleiche mit „Rollstuhl“ oder „Krücke“ wurden angestellt.

Insgesamt wurde der Vergleich zu Stuhl 1 und 2 4-mal angestellt, immer zugunsten von Stuhl 1 und Stuhl 2. Die nonverbale Bewertung von Stuhl 3 mithilfe der Emocards zeigt mehr Gelassenheit als Anregung. Die Art der Anregung ist bis auf 1 Aussage überwiegend gleichgültig bis unangenehm (siehe Abbildung 5-41).

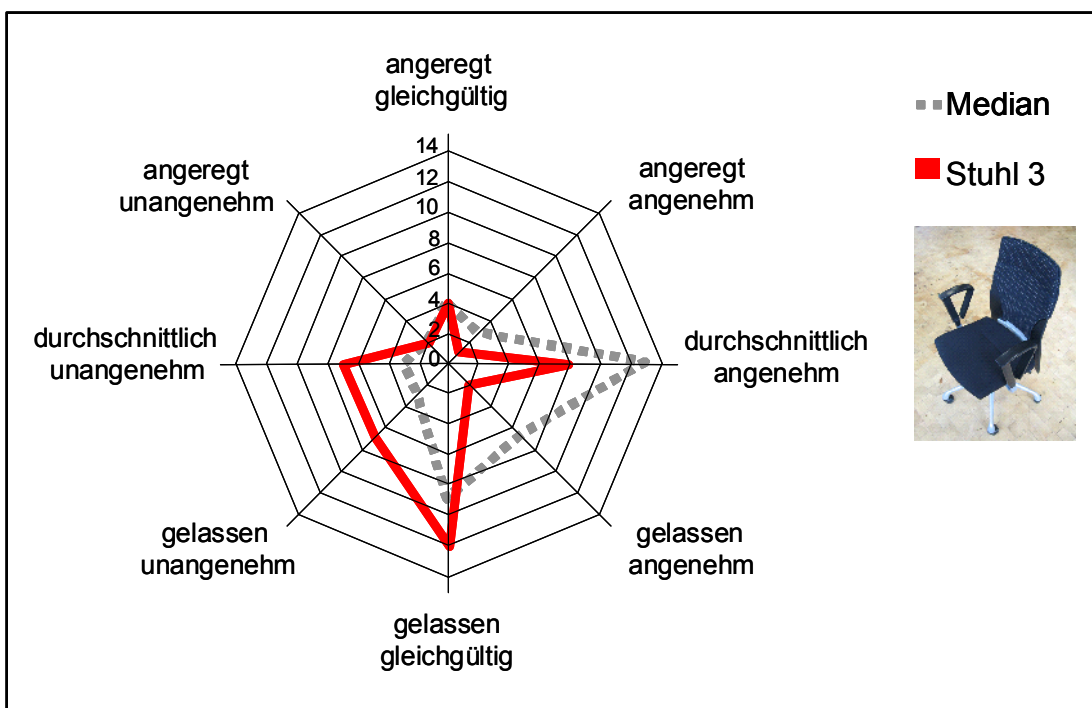


Abbildung 5-41: Auswertung Emocards Stuhl 3 und Median über alle 3 Stühle (n=43)

Interessant ist an dieser Stelle der Vergleich mit der Emocard-Bewertung von Stuhl 4 des Korrelationsexperiments (siehe Anhang, Kapitel 8.2.1.4, bzw. Abbildung 5-42).

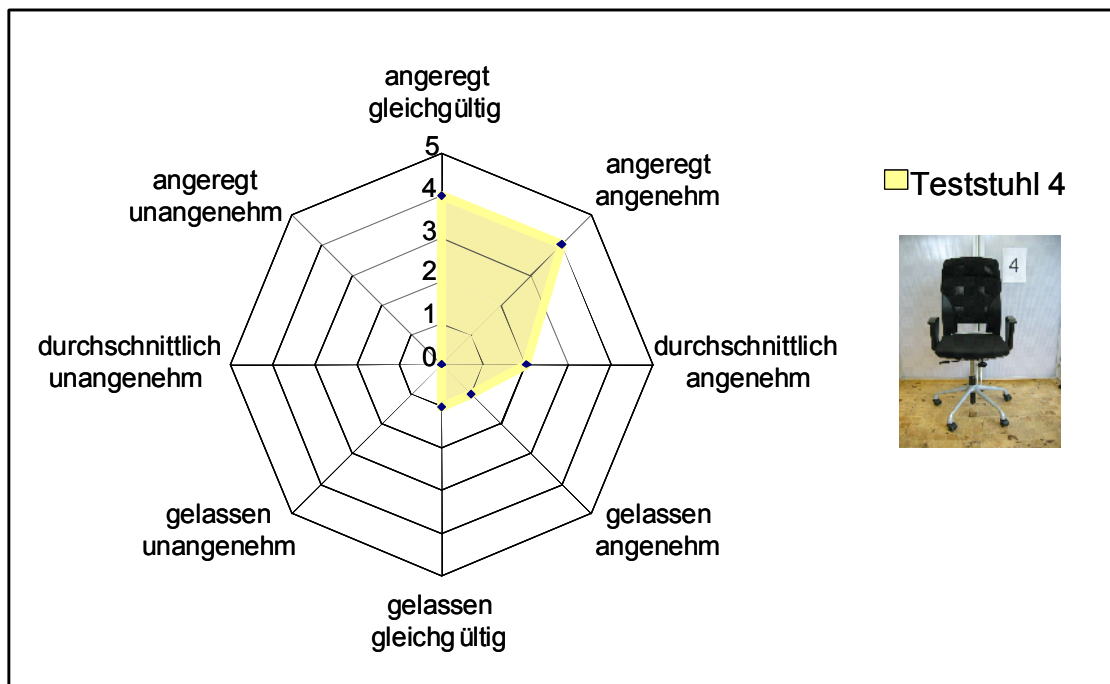


Abbildung 5-42: Zum Vergleich: Auswertung Emocards Stuhl 4 beim Korrelationsexperiment (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Zur Erinnerung: Stuhl 3 unterscheidet sich von diesem lediglich darin, dass die Armlehnen wie bei Stuhl 1 und 2 aus Aluminiumguss gefertigt wurden, um die gleiche Oberflächenqualität und Materialität bei allen Vergleichsstühlen zu gewährleisten. Geometrisch ist dessen Armlehne jedoch identisch mit der von Stuhl 4 des Korrelationsexperiments – sie ist ein Abguss desselben.

Im Gegensatz zum Korrelationsexperiment, das dem Stuhl ein Design bescheinigte, das angenehme bis gleichgültige Emotionen weckt (siehe Abbildung 5-42), überwiegen nun die unangenehm-gelassenen Reaktionen (1. Quadrant). Das heißt, dass sich das Bild annähernd ins Gegenteil umgekehrt hat (Verschiebung in den gegenüberliegenden 3. Quadranten des Diagramms).

#### 5.5.3.4 Komforterwartung

Wie schon bei der Designbewertung wurden die Probandenurteile bezüglich des erwarteten Komforts auch in diesem Versuchsabschnitt mit einer 7-stufigen Likert-Skala erfasst.

##### Komforterwartung über alle Stühle

Wie Tabelle 5-14 und Abbildung 5-43 zeigen, weichen die Stühle bei der Bewertung des erwarteten Komforts nicht mehr ganz so stark voneinander ab wie noch bei der Designbewertung.

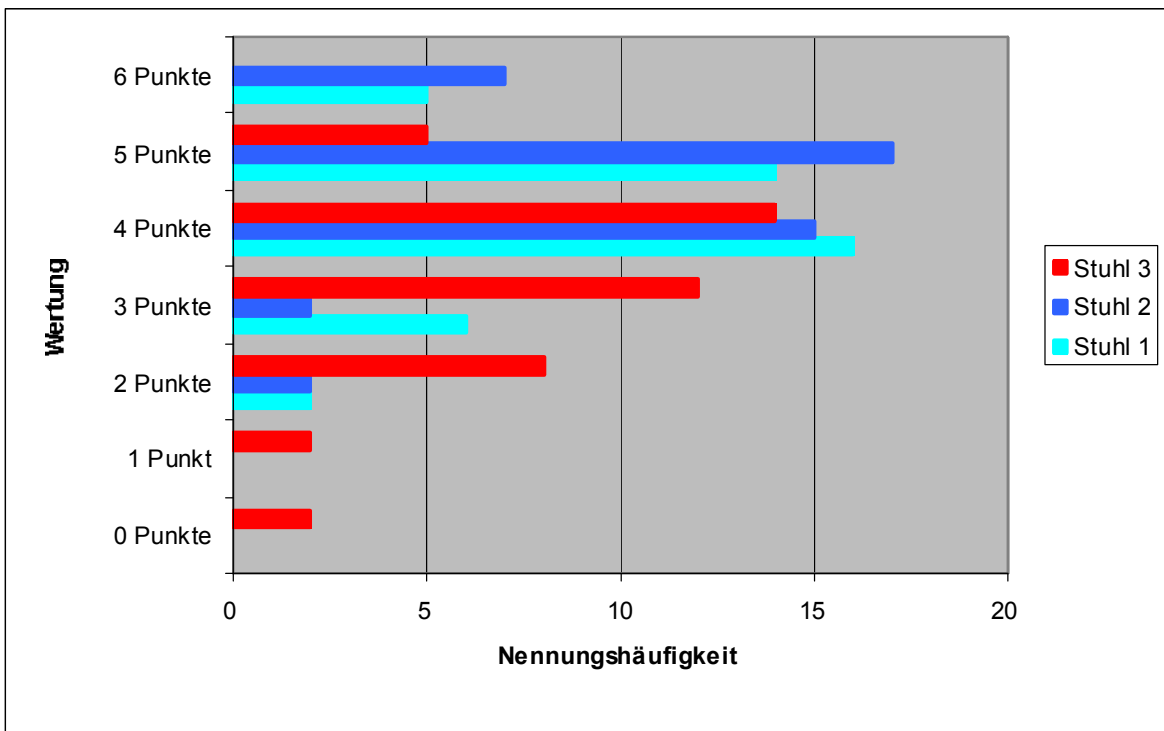


Abbildung 5-43: Nennungshäufigkeiten der Wertungen des erwarteten Komforts (n=43). Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt gar nicht komfortabel“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt sehr komfortabel“.

Dennoch sind auch hier die Unterschiede deutlich (Median Stuhl 1: 4.0, Median Stuhl 2: 5.0, Median Stuhl 3: 3.0). Im Gegensatz zur Designbewertung liegt nun Stuhl 2 sowohl im Median als auch im Mittelwert vor Stuhl 1 (siehe Tabelle 5-17). Eine Begründung hierfür liefert die Auswertung der mündlichen Kommentare.

	Stuhl 1	Stuhl 2	Stuhl 3
<b>Median</b>	4	5	3
<b>Varianz</b>	1,03	0,96	1,60
<b>Mittelwert</b>	4,33	4,58	3,14

Tabelle 5-17: Median, Varianz und Mittelwert der Bewertung des erwarteten Komforts auf einer Skala von 0 bis 6. Eine Wertung mit 0 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt gar nicht komfortabel“, eine mit 6 Punkten entspricht der Aussage „Stuhl wirkt sehr komfortabel“

#### Komforterwartung Stuhl 1

20 positive, 24 negative und 2 neutrale Wertungsbegründungen wurden mündlich abgegeben, ohne dass Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren. 26 Begründungen beziehen sich auf die Armlehnen, 20 auf andere Bauteile: 15 auf die Rückenlehne, 5 auf die Sitzfläche.

Positive Begründungen:

- Gute Hand/Armauflage (4 Nennungen)
- „Handfreundliche“ Form der Armlehne (3 Nennungen)
- „komfortable“ Armlehnen (3 Nennungen)



## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

### 5.5 Validierung in Sitztests

---

- Flexible, dünne, anpassungsfähige Rückenlehne (3 Nennungen)
- Armlehnen „federn“ (1 Nennung)
- „Funktionen von Rückenlehne und Armlehne wirken harmonisch aufeinander abgestimmt“ (1 Nennung)
- Armlehnen wirken „stabil“ (1 Nennung)
- Sitzfläche wirkt „optisch breiter“ bzw. „ausreichend groß“ (1 Nennung)
- „Rückenlehne wirkt höher“ (1 Nennung)

Neutrale Begründungen:

- Typischer Bürostuhl ohne besondere Merkmale (1 Nennung)
- Gestaltung der Armlehnen hat keinen Einfluss auf die Komforterwartung (1 Nennung)

Negative Begründungen:

- Spitz zulaufende Vorderkante birgt Verletzungsrisiko (4 Nennungen)
- Rückenlehnenpolsterung ist „zu hart“ (4 Nennungen)
- Rückenlehne ist „zu dünn ausgeführt, wirkt labil“ (4 Nennungen)
- Rückenlehne ist zu unflexibel (2 Nennungen)
- Stuhl wirkt unbequem (2 Nennungen)

Jeweils einmal wurden folgende Aussagen gemacht: Sitzfläche ist zu kurz, Sitzfläche ist zu flach, Sitzfläche ist zu weich, Armlehnen sind einengend, Armlehnenabstand ist zu groß, Armlehnen sind zu unflexibel, Armauflage ist zu schmal, Armlehnen bieten wenig Handabstützung, Armlehnevorderkante ist „indifferent“.

Insgesamt wurde der Vergleich zu Stuhl 2 7-mal angestellt, davon 3-mal zugunsten von Stuhl 1, ferner 4-mal zu Stuhl 3, davon 2-mal zugunsten von Stuhl 1.

#### Komforterwartung Stuhl 2

25 positive, 23 negative und 5 neutrale Wertungsbegründungen wurden mündlich abgegeben, ohne dass Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren. 26 Begründungen beziehen sich auf die Armlehnen, 22 auf andere Bauteile: 16 auf die Rückenlehne, 6 auf die Sitzfläche.

Positive Begründungen:

- Gute Hand/Armauflage (5 Nennungen)
- „komfortable“ Armlehnen (4 Nennungen)
- Flexible, dünne, anpassungsfähige Rückenlehne (4 Nennungen)
- „Handfreundliche“ Form der Armlehne (3 Nennungen)
- „stabile“ Armlehnen (2 Nennungen)
- Sitzfläche angenehm hart (2 Nennungen)
- Sitzfläche ausreichend groß (2 Nennungen)
- Armlehnen „federn“ (1 Nennung)
- Armlehnen passen zur Gesamterscheinung des Stuhls (1 Nennung)

Neutrale Begründungen:

- Typischer Bürostuhl ohne besondere Merkmale (3 Nennungen)
- Gestaltung der Armlehnen hat keinen Einfluss auf die Komforterwartung (3 Nennungen)

Negative Begründungen:

- Rückenlehnenpolsterung ist „zu hart“ (5 Nennungen)
- Rückenlehne ist „zu dünn ausgeführt, wirkt labil“ (5 Nennungen)

Jeweils einmal wurden folgende Aussagen gemacht: „Sitzfläche ist zu hart“, „Sitzfläche ist zu flach“, „Rückenlehne ist zu unflexibel“, „Rückenlehne ist nicht hoch genug“, Armlehnen sind einengend („Flächenpressung seitlich auf Oberschenkel“ befürchtet), Armlehnenabstand ist zu groß, Armlehnen sind zu „ausladend“, und Armlehnevorderkante ist „indifferent“.

Der Vergleich zu Stuhl 1 wurde 2-mal angestellt, davon 1-mal zugunsten von Stuhl 2, ferner 1-mal zu Stuhl 3 – zugunsten von Stuhl 2.

### Komforterwartung Stuhl 3

10 positive, 41 negative und 2 neutrale Wertungsbegründungen wurden mündlich abgegeben, ohne dass Antwortmöglichkeiten vorgegeben waren. 33 Begründungen beziehen sich auf die Armlehnen, 20 auf andere Bauteile: 16 auf die Rückenlehne, 4 auf die Sitzfläche.

Positive Begründungen:

- Flexible, dünne, anpassungsfähige Rückenlehne (4 Nennungen)
- Sitzfläche ausreichend groß (1 Nennung)

Je eine Nennung entfiel auf „Armlehnen bieten mehr Bewegungsfreiheit für die Arme“, „Armlehnen weisen einen klareren vorderen Abschluss auf“ und „Armlehnen eignen sich gut zum Festhalten“.

Neutrale Begründungen:

- Typischer Bürostuhl ohne besondere Merkmale (2 Nennungen)

Negative Begründungen:

- Armlehnen sind zu kurz / bieten zu wenig Auflagefläche (16 Nennungen)
- Rückenlehnenpolsterung ist „zu hart“ (6 Nennungen)
- Rückenlehne ist „zu dünn ausgeführt, wirkt labil“ (4 Nennungen)
- Armlehnen sehen „unbequem“ aus (3 Nennungen)
- Armlehnen bieten „keine Handabstützung“ (2 Nennungen)
- Sitzfläche ist zu hart (2 Nennungen)
- Kombination aus Armlehnen und Rückenlehne wirkt „unharmonisch“ (2 Nennungen)

Weitere einmalige Nennungen bezüglich der Armlehnen waren „Abstand ist zu groß“, „wirken störend“, und „sind zu eckig“. An der Sitzfläche wurde moniert, sie sei „zu flach“, an der Rückenlehne, sie sei „zu unflexibel“ und „weniger hoch“.

Der Vergleich zu Stuhl 1 und Stuhl 2 wurde 3-mal angestellt, jeweils 2-mal zugunsten von Stuhl 3.

### 5.5.3.5 Diskomfort-Ranking und Komforturteile

Dieser Abschnitt setzt sich aus den Bewertungen im dritten Versuchsabschnitt zusammen, welche in chronologischer Abfolge sind:

- Diskomfort-Ranking mittels Bodymap
- Komfortbewertung mittels semantischem Differential (7-stufige Likert-Skala)
- Bewertung des Gesamtkomforts (7-stufige Likert-Skala)
- Komfortranking aller 3 Stühle im direkten Vergleich (Mehrfachplatzierung zulässig)

Sie werden im Folgenden besprochen.

#### Diskomfortranking

Am Anfang des Erstkontakts mit den Stühlen steht das Diskomforturteil. Im Folgenden werden die intra-individuellen Bewertungen betrachtet, indem die gesamte Bewertungsspanne eines Probanden auf 1 normiert wird, so dass sich für alle Körperteilbewertungen nur noch Werte zwischen 0 und 1 ergeben. Damit wird verhindert, dass sich wenige extreme Wertungen überdurchschnittlich stark im Ergebnis niederschlagen. Die Addition aller normierten Bewertungen ist Abbildung 5-44 zu entnehmen. Für eine besser lesbare Zuordnung der Körperteilnummern sei auf Abbildung 5-30 („Bodymap“) verwiesen.

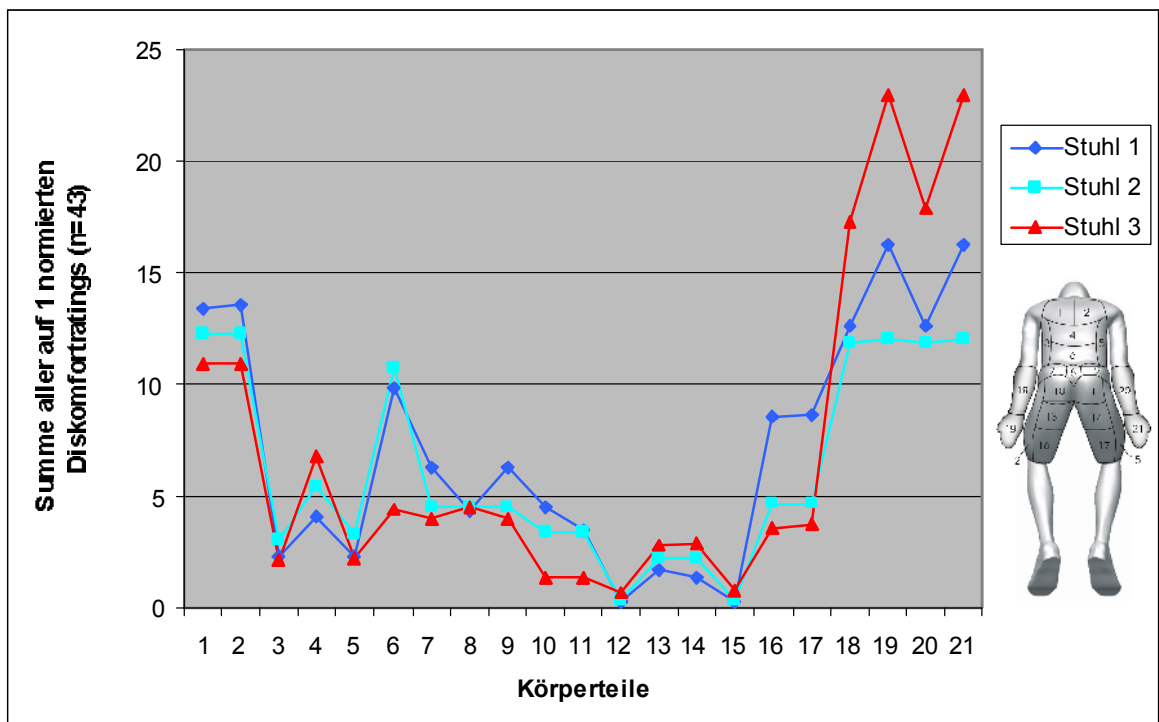


Abbildung 5-44: Kumulierte Darstellung aller auf 1 normierten Diskomfort-Ratings (n=43) über alle Körperteile.

Augenfällig ist dabei, dass lediglich die Oberschenkelflanken (Ziffern 12 und 15) beschwerdefrei bleiben. Bei allen anderen Körperpartien werden unterschiedlich starke Diskomfort-Wahrnehmungen angegeben. Ein schärferes Bild liefert die Betrachtung der Mediane (Tabelle 5-18).

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
- 5.5 Validierung in Sitztests

Körperteil >	1	2	3 - 17	18	19	20	21
<b>Median Stuhl 1</b>	0,17	0,17	0,00	0,20	0,43	0,20	0,43
<b>Median Stuhl 2</b>	0,24	0,24	0,00	0,36	0,00	0,36	0,00
<b>Median Stuhl 3</b>	0,14	0,14	0,00	0,55	1,00	0,60	1,00

Tabelle 5-18: Mediane der auf 1 normierten Diskomfort-Ratings (n=43) über alle Körperteile

Hier sind nur bei den Körperteilen 1, 2 (Schulter) und 18 bis 21 (Unterarme und Hände) Werte >0 zu verzeichnen. Am ausgeprägtesten ist der Diskomfort in den Schultern bei Stuhl 2, gefolgt von Stuhl 1 und Stuhl 3. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass die Armlehnen aufgrund der nicht vorgesehenen Höhenanpassbarkeit tendenziell zu hoch angebracht wurden, um sicherzustellen, dass alle Probanden mit ihnen in Berührung kommen (siehe Kapitel 5.3.5). Ein anderes Bild ergibt sich bei den Unterarmen (Ziffern 18 und 20): Höchster Diskomfort stellt sich ein bei Stuhl 3, gefolgt von Stuhl 2 und Stuhl 1. Die Hände schließlich (Ziffern 19 und 21) erleiden bei Stuhl 3 maximalen Diskomfort, gefolgt von Stuhl 1 und Stuhl 2. Mündliche Begründungen der Bewertungen wurden an dieser Stelle nicht erneut eingeholt, aber diese Bewertungen entsprechen den bei der Bewertung des Designs (Kapitel 5.5.3.3) und des erwarteten Komfort (Kapitel 5.5.3.4) gemachten Aussagen, bezüglich der prognostizierten Qualität der Unterarmabstützung bei den drei Modellen.

#### Komforturteile über alle Stühle im Vergleich

Die Bewertung des **Gesamtkomforts** und die daraus resultierende Platzierung der Stühle in diesem Prüfpunkt wurde bereits in Tabelle 5-14 dargestellt: Die Probanden sehen Stuhl 2 auf Platz 1, Stuhl 1 auf Platz 2 und Stuhl 3 auf Platz 3.

Auch wenn sich die Beurteilung der Stühle in diesem Prüfabschnitt am stärksten annähert (siehe Abbildung 5-37), liegt dennoch Stuhl 1 in Bezug auf den Gesamtkomfort knapp 5%-Punkte hinter Stuhl 2, und Stuhl 3 15%-Punkte hinter Stuhl 2. Es muss an dieser Stelle daran erinnert werden, dass nur die Armlehnen variiert wurden, und auch dies nur in Bereichen, mit denen ein Sitzender in aufrechter Sitzhaltung nicht in Berührung kommt.

Mithilfe einer Varianzanalyse mit Messwiederholung (MANOVA) wurde ermittelt, inwieweit diese Unterschiede durch zufällige Variationen in der Teilnehmer-Stichprobe zustande gekommen sind, oder aber stabile Effekte in der Population darstellen. Wie schon bei der Designbewertung (Kapitel 5.5.3.3) sind auch die Unterschiede beim Gesamtkomforturteil signifikant ( $F=3,423$ ;  $df=2$ ;  $p=.037$ ) und somit nur mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit auf Zufallseffekte zurückzuführen.

Ein nachgeschalteter t-Test mit gepaarten Stichproben liefert Aufschluss darüber, zwischen welchen Stühlen ein Unterschied in der Bewertung des Gesamtkomforts vorliegt. Hierfür wurden die Bewertungen von Stuhl 1 mit denen von Stuhl 2 und Stuhl 3 verglichen, ferner die von Stuhl 2 mit denen von Stuhl 3. Die Ergebnisse sind Tabelle 5-19 zu entnehmen.

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion  
 5.5 Validierung in Sitztests

**Test bei gepaarten Stichproben**

	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Paaren 1 St1_Komfort - St2_Komfort	-,20930	1,50488	,22949	-,67244	,25383	-,912	42	,367
Paaren 2 St1_Komfort - St3_Komfort	,41860	1,63638	,24955	-,08500	,92221	1,677	42	,101
Paaren 3 St2_Komfort - St3_Komfort	,62791	1,66223	,25349	,11635	1,13947	2,477	42	,017

Tabelle 5-19: Ergebnis des t-Tests mit gepaarten Stichproben bei der Bewertung des Gesamtkomforts (zweiseitiger Test)

Die Absicherung gegen den  $\alpha$ -Fehler wird hierbei aufgrund der Nicht-Prognostizierbarkeit der Alternativhypothese zweiseitig vorgenommen. Das Signifikanzkriterium von  $\alpha < 5\%$  wird von den Unterschieden der Wertungen für Stuhl 1 gegenüber Stuhl 2 und Stuhl 3 nicht erfüllt. Die Komfortwertungen von Stuhl 2 gegenüber Stuhl 3 zeigen dagegen statistisch bedeutsame Unterschiede.

Der Bewertung des Gesamtkomforts wurde jedoch das **semantische Differenzial** nach HELANDER und HABSBURG & MIDDENDORF vorangestellt. In Abbildung 5-45 sind die Antworten als Anteile der maximal erzielbaren Punktesummen dargestellt. Diese beträgt 258 bei jeder Frage und ergibt sich aus 6 Punkten für die Wertung „trifft voll zu“, multipliziert mit der Probandenzahl (n=43). Die Abbildung drückt damit aus, wie groß der Probandenanteil ist, der die jeweilige Aussage als „voll zutreffend“ bezeichnet.

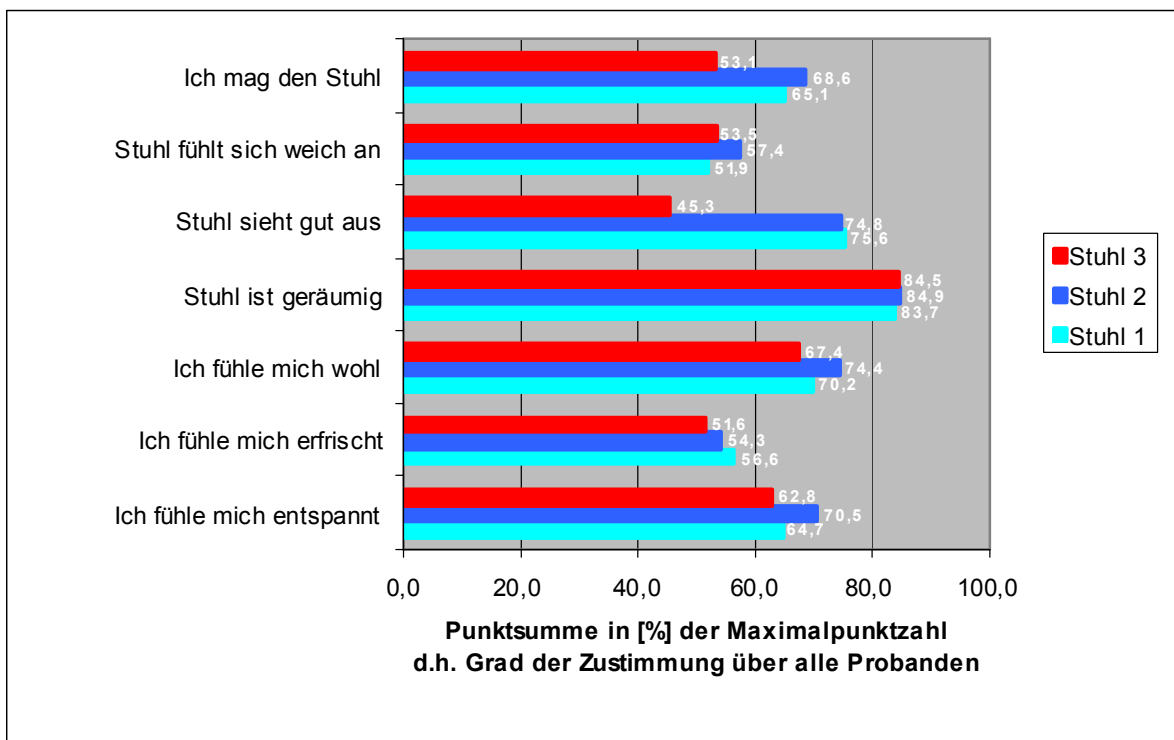


Abbildung 5-45: Punktsummen der Stühle in % der maximal erreichbaren Punktzahl von 258. Diese wird erreicht, wenn alle Probanden die Feststellung als „voll erfüllt“ bewerten. Die Punktsummen errechnen sich aus der Likert-Stufe zwischen 0 („gar nicht erfüllt“) bis 6 („voll erfüllt“) multipliziert mit der Nennungshäufigkeit über alle Probanden (n=43). Zur Punktezuordnung siehe auch Kapitel 5.5.3.

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.5 Validierung in Sitztests
- 

Das Ergebnis bestätigt damit die Aussage von HABSBURG & MIDDENDORF<sup>559</sup>, derzufolge es ausreichend ist, die Frage zu stellen, ob der Proband „den Stuhl mag“, weil diese Frage die Punkteplatzierung als einzige in Bezug auf die Deutlichkeit der Abstufung die Komfortplatzierung wiedergibt. Ähnlich klar abgestuft und in Übereinstimmung mit dem Gesamtkomfort fällt die Bewertung nur bei der Feststellung „Ich fühle mich wohl“ aus. Mit Ausnahme des Prüfpunktes „Geräumigkeit“, bei dem die Stühle praktisch gleich gut bewertet werden, kommen die Probanden zu mitunter stark abweichenden Bewertungen.

#### Komfortbewertung (semantisches Differential) und Gesamtkomfort von Stuhl 1

Stuhl 1 entscheidet das Kriterium „Stuhl sieht gut aus“ mit 0,8 Prozentpunkten Vorsprung vor Stuhl 2 knapp für sich, obwohl er in der Designbewertung den zweiten Platz belegte (siehe Kapitel 5.5.3.3). Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass die extravagante Form der Armlehnen mit zunehmendem Kontakt mehr Zustimmung als Ablehnung findet, dass sich die Probanden also an diese ungewohnte Formsprache erst gewöhnen müssen. Deutlicher fällt sein Vorsprung aus beim Kriterium „ich fühle mich erfrischt“ (2,3 Prozentpunkte Vorsprung). Hier ist eine klare Parallele zu den emotional anregenden Merkmalen zu sehen, die ihm bereits bei der Emocard-Bewertung (siehe Kapitel 5.5.3.3 – Designbewertung Stuhl 1) attestiert wurden. Alle anderen Prüfpunkte gewinnt Stuhl 2.

In der Bewertung des Gesamtkomforts erreicht Stuhl 1 wie in Tabelle 5-14 gezeigt 174 von 258 Punkten und damit rund 67% der Höchstpunktzahl.

#### Komfortbewertung (semantisches Differential) und Gesamtkomfort von Stuhl 2

Stuhl 2 entscheidet, wenn auch mitunter knapp, 5 von 7 Prüffragen für sich. Selbst beim Kriterium „Geräumigkeit“ erzielt er 0,4 Prozentpunkte mehr als Stuhl 3 bzw. 1,2 Prozentpunkte mehr als Stuhl 1, obwohl gerade seine Armlehnenform die Oberschenkelfreiheit am meisten von allen drei Stühlen einengt – ein Umstand, auf den auch ein Proband bei der Bewertung des erwarteten Komforts hingewiesen hat (siehe Kapitel 5.5.3.4 - Komforterwartung Stuhl 2). Den größten Abstand gegenüber Stuhl 1 von 5,8 Prozentpunkten erreicht er im Kriterium „ich fühle mich entspannt“, gefolgt von „Stuhl fühlt sich weich an“ mit 5,4 Prozentpunkten Differenz – ein Ergebnis, das sich auf die stärker verrundete, weniger markante Formgebung der Armlehnen zurückführen lässt.

In der Bewertung des Gesamtkomforts erreicht Stuhl 2 wie in Tabelle 5-14 gezeigt 183 von 258 Punkten und damit 71% der Höchstpunktzahl.

#### Komfortbewertung (semantisches Differential) und Gesamtkomfort von Stuhl 3

Stuhl 3 kann keine der Prüffragen für sich entscheiden. Am deutlichsten abgeschlagen ist er bei der Frage „sieht gut aus“. Hier verbuchen die beiden anderen Stühle rund 30% mehr Punkte. Am zweitgrößten ist der Abstand zu Stuhl 2 bei der Frage „ich mag den Stuhl“ (Differenz 15,5 Prozentpunkte), am drittgrößten bei „ich fühle mich entspannt“ (7,8 Prozentpunkte Differenz), gefolgt von „ich fühle mich wohl“ mit 7,0 Prozentpunkten Abstand und „Stuhl fühlt sich weich an“ mit 3,9 Prozentpunkten. Annähernd gleichauf mit den beiden anderen Stühlen ist er ausschließlich in der einzigen objektivierbaren Prüffrage

<sup>559</sup> HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1977):  
What really connecting seating comfort? Studies of correlates of static seat comfort.  
Society of Automotive Engineers, Paper 770247, S. 1115 - 1166.

nach der Geräumigkeit des Stuhls. Und selbst hier erkennen die Probanden nicht, dass Stuhl 3 aufgrund seiner nach hinten verlagerten Struktur die Oberschenkel weniger einengt als die beiden anderen Modelle. Vielmehr wird ihm eine um 0,4 Prozentpunkte geringere Geräumigkeit attestiert als dem objektiv in diesem Punkt etwas ungünstigeren Stuhl 2.

In der Bewertung des Gesamtkomforts erreicht Stuhl 3 wie in Tabelle 5-14 gezeigt 156 von 258 Punkten und damit rund 60% der Höchstpunktzahl.

#### Komfortranking

Den Schluss der Komfortbewertung bildete das finale Komfortranking, bei dem die Stühle in absteigender Reihenfolge ihres Gesamtkomforts zu sortieren waren. Mehrfachvergaben von Platzierungen waren – im Gegensatz zum Korrelationsexperiment – zulässig, um aufgrund der größeren objektiven Ähnlichkeit der Stühle auch die Möglichkeit offenzulassen, Stühle gleich einzustufen.

25% der Probanden (11 von 43) machten von dieser Möglichkeit Gebrauch, wobei 6-mal die Stühle 1 und 3 gleich gewertet wurden (in 3 Fällen besser, in 3 Fällen schlechter als Stuhl 2), 3-mal die Stühle 1 und 2 (in 2 Fällen besser als Stuhl 3) sowie 2-mal die Stühle 2 und 3 (in beiden Fällen schlechter als Stuhl 1). Die Vergabe der Platzierungen ist Abbildung 5-46 zu entnehmen.

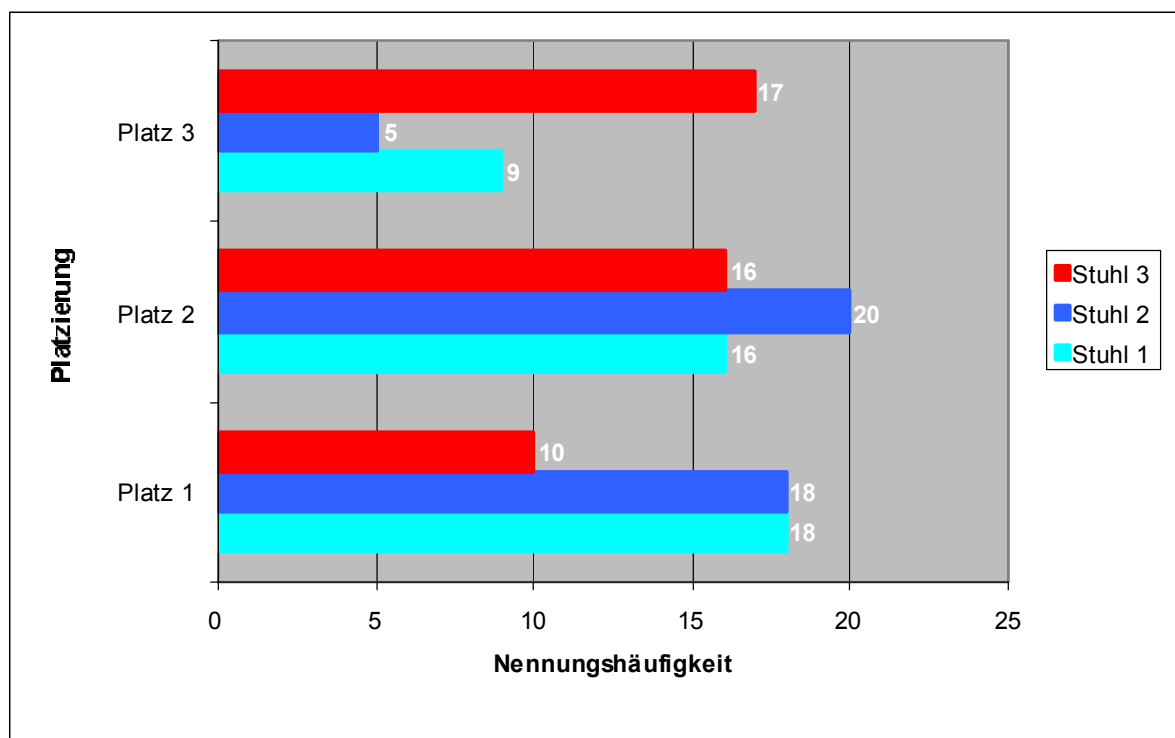


Abbildung 5-46: Nennungshäufigkeit der abschließenden Platzierung der Stühle nach absteigendem Komfort über alle Probanden (n=43)  
Darunter 11-(zulässige) Mehrfachvergaben einer Platzierung.

Die sich daraus ergebende rechnerische Platzierung von Rang 1,70 für Stuhl 2 (Varianz 0,45), 1,79 für Stuhl 1 (Varianz 0,60) und 2,16 für Stuhl 3 (Varianz 0,62) zeigt, dass der Rangunterschied zwischen Stuhl 1 und 2 nur 0,09 beträgt, der zwischen Stuhl 2 und 3 dagegen 0,46. Das finale Komfortranking deckt sich also mit der Rangfolge, die sich aus den einzelnen Gesamtkomfortbewertungen ergibt.

Keine logischen Abweichungen bieten die insgesamt 123 mündlichen Begründungen, die die Probanden für die Platzierungen abgeben. Davon entfallen

- 51 Nennungen auf die Armlehnen, wobei hier die Stühle 1 und 2 aufgrund der vermeintlich besseren Hand- und Unterarmabstützung gut abschneiden, Stuhl 3 im Umkehrschluss dagegen schlecht bewertet wird
- 30 Nennungen auf die Rückenlehne, wobei Stuhl 1 eher negativ bewertet wird. Als Begründung wird wiederholt schlechte Lendenwirbelsäulenunterstützung und geringere Biegsamkeit angegeben. Stuhl 2 wird indifferent (4-mal positiv und 5-mal negativ) bewertet, Stuhl 3 dagegen überwiegend positiv (6-mal positiv, 2-mal negativ).
- 16 Nennungen auf die Sitzfläche, wobei diese vor allem bei Stuhl 1 (5 Nennungen) und Stuhl 3 (4 Nennungen) positiv hervorgehoben wird
- 9 Nennungen auf das Gesamterlebnis beim Sitzen, wobei hier ausschließlich positive Wertungen abgegeben wurden, die sich in fünf Fällen auf Stuhl 2, in drei Fällen auf Stuhl 1 und in einem Fall auf Stuhl 3 beziehen.
- 7 Nennungen auf die Polsterhärte, die bei allen drei Stühlen indifferent wahrgenommen wurde (4 positive, 3 negative Nennungen)
- 4 Nennungen auf das Design, wobei nur Stuhl 1 (2-mal positiv) und Stuhl 3 (1-mal positiv, 1-mal negativ) bewertet wurden.
- 6 „sonstige“ Nennungen u. a. auf die mechanische Steifigkeit der Stuhlkonstruktion und die Bewegungsfreiheit im Stuhl.

### 5.5.3.6 Bewertung der Armlehnen

Die Bewertung der Armlehnen setzt sich zusammen aus der Bestimmung der am besten gefallenden Armlehnen, der Frage nach deren positiven und negativen Eigenschaften, der Frage, ob die Armlehnen Einfluss auf die Komfortbewertung gehabt haben, sowie einer Abfolge von Aussagen zu den Armlehnen, bei denen wiederum eine 7-stufige Wertung zwischen „trifft nicht zu“ und „trifft voll zu“ vorzunehmen war.

#### Am besten gefallende Armlehnen

Wie Tabelle 5-20 zeigt, gefallen die Armlehnen von Stuhl 1 am besten, gefolgt von denen an Stuhl 2. Nur ein Proband gibt den Armlehnen von Stuhl 3 den Vorzug gegenüber den anderen.

Stuhl 1	Stuhl 2	Stuhl 3
29	13	1

Tabelle 5-20: Nennungshäufigkeit der am besten gefallenden Armlehne über alle Probanden (n=43)  
 Nur ein Stuhl durfte genannt werden.

An den Armlehnen von Stuhl 1 schätzen die Probanden vor allem die angenehme Haptik („fühlen sich gut an“ 10 Nennungen), sowie deren visuelle Qualität, genauer die „elegante“ (9 Nennungen), „extravagante“/„interessante“ (9 Nennungen), „coole“ (2 Nennungen), „sportlich-schnittige“ (7 Nennungen) und „schöne“ Form (3 Nennungen).

Wer sich für die Armlehnen von Stuhl 2 entscheidet, mag deren große Auflagefläche (3 Nennungen), die angenehme Haptik (3 Nennungen), sowie deren „weiche“ (1 Nennung),



„konventionelle“ (1 Nennung), „schöne“ (2 Nennungen), extravagante (1 Nennung) und „zum Stuhl passende“ Form.

Der Proband, der sich für die Armlehnen von Stuhl 2 entscheidet, schätzt an ihnen den klaren vorderen Abschluss.

Das Ergebnis der Armlehnenbewertung ist insofern interessant, als man daraus schließen sollte, dass damit auch Stuhl 1 in der Designbewertung am besten abschneidet. Dass das nicht der Fall ist, hat jedoch Kapitel 5.5.3.3 (Designbewertung Stuhl 1) gezeigt.

#### Positive und negative Eigenschaften der Armlehnen

Zahlreiche Aussagen wurden wiederholt, die bereits im Zuge der vorangegangenen Abschnitte gemacht wurden. Daher wird hier nur noch auf neu hinzugekommene Aspekte eingegangen.

Zu den positiven zählen bei Stuhl 1 und 2 die Orientierung der Armlehnen (vorne geschlossen), weil dies auf einen Bezug zur Rückenlehne hinweist, und der Umstand, dass diese „jung“ wirken. Ferner gefällt bei Stuhl 1 der diskontinuierliche Querschnittsverlauf, weil dort „die Finger immer Neuland entdecken“ bzw. „spielen“ können. Das dürfte auch der Grund sein, warum sich nur bei ihm das „Material am schönsten anfühlt“ (1 Nennung).

Zu den negativen Aussagen zählen weiter die kalte (2 Aussagen) und wenig Haftreibung bietende Oberfläche (5 Nennungen) aller Armlehnen, 2 Aussagen betreffen die fehlende Höhenverstellbarkeit der Armlehnen, wobei dies in einem Fall nur Stuhl 3 angelastet wird, 2 Probanden geben an, die Armlehnen seien bei allen Stühlen zu hoch angebracht. Auch wird die formale Gestaltung der Armlehnen von Stuhl 3 mit zunehmend drastischen Formulierungen („formal misslungen“, „hässlich“, „abgehackt“, „plump“, „unbeholfen“) beschrieben.

#### Probandenmeinung zum Einfluss der Armlehnen auf den Gesamtkomfort

95% der Probanden (41 von 43) geben an, die Armlehnen hätten Einfluss auf den Gesamtkomfort des Sitzes, wobei die Begründungen hierfür recht unterschiedlich ausfallen. Die beiden Probanden, die keinen Einfluss erkennen können, geben in einem Fall an, dass Armlehnen nur ein „optischer Gimmick“ seien, im anderen, dass die Armlehnen nicht den Sitzkomfort, wohl aber das Aussehen des Stuhles beeinflussen.

Versucht man, die 41 restlichen Begründungen in solche, die einen visuell- oder haptisch-ästhetischen Standpunkt einnehmen (z.B. „Hände weisen die höchste Nervenzellendichte im Körper auf, daher Haptik wichtig“) und solche, bei denen praktische Überlegungen im Vordergrund stehen (z.B. „bequeme, kantenfreie Handauflage ist wichtig“), zu trennen, so ergibt sich dabei ein Verhältnis von 19 „ästhetik-getriebenen“ zu 22 „praxis-getriebenen“ Begründungen.

Zwei Probanden geben an, sie bevorzugen einen Bürostuhl ohne Armlehnen, weil diese einen ständigen Konflikt mit der Tischplatte auslösen und die Wahl der Sitzhaltung damit unnötig limitieren.

#### Weitere Aussagen zu den Armlehnen

Abschließend wurden die Probanden mit 5 Aussagen konfrontiert, die wiederum auf einer 7-stufigen Likert-Skala je nach Grad der Zustimmung oder Ablehnung zu bewerten waren.

In Abbildung 5-47 sind die Aussagen zu den Armlehnen wiederum als Anteile der maximal erzielbaren Punktesummen dargestellt. Diese beträgt 258 je Frage und ergibt sich aus 6

Punkten für die Wertung „trifft voll zu“ multipliziert mit der Probandenzahl (n=43). Die Abbildung drückt damit aus, wie groß der Probandenanteil ist, der die jeweilige Aussage als „voll zutreffend“ bezeichnet.

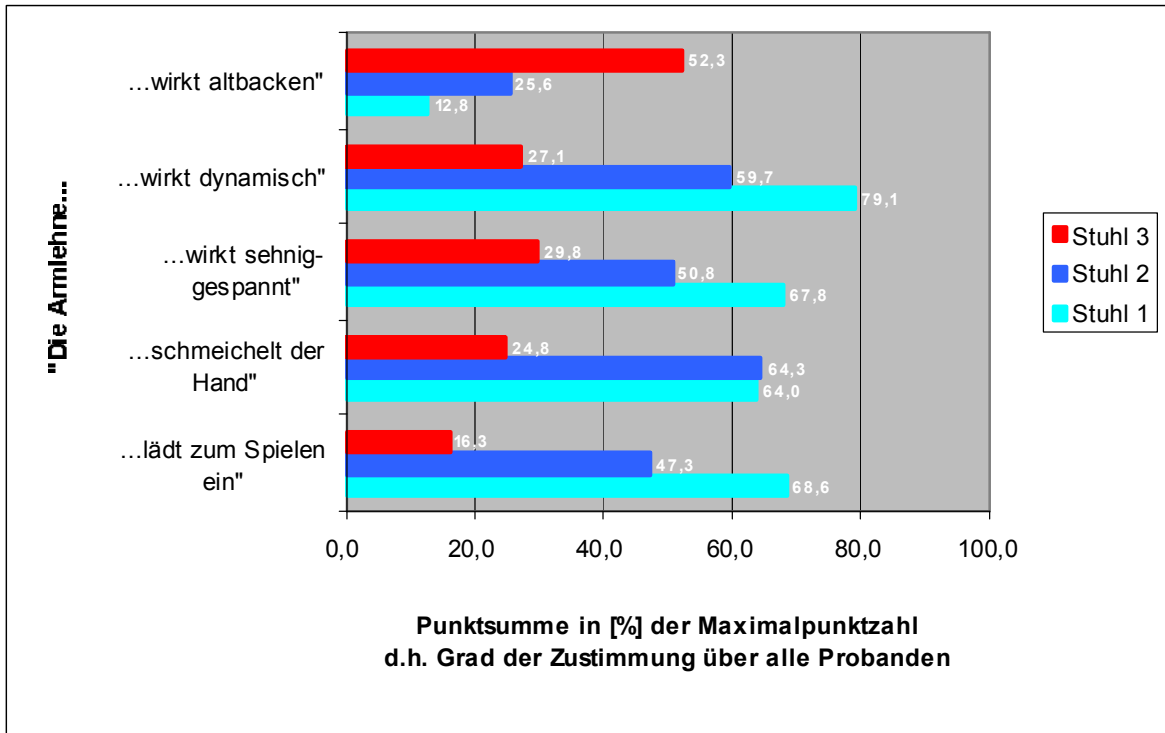


Abbildung 5-47: Punktsummen der Stühle in % der maximal erreichbaren Punktzahl von 258. Diese wird erreicht, wenn alle Probanden die Feststellung als „voll erfüllt“ bewerten. Die Punktsummen errechnen sich aus der Likert-Stufe zwischen 0 („gar nicht erfüllt“) bis 6 („voll erfüllt“) multipliziert mit der Nennungshäufigkeit über alle Probanden (n=43). Zur Punktezuordnung siehe auch Kapitel 6.5.3.

Wie der Abbildung zu entnehmen ist, empfindet mehr als die Hälfte der Probanden die Armlehnen von Stuhl 3 als „altbacken“, immerhin noch ¼ teilt diese Meinung für Stuhl 1, aber nur knapp 13% attestieren dies den Armlehnen von Stuhl 1. Bei den auf die Biomorphie der Gestaltung abzielenden Fragen „wirkt dynamisch“ bzw. „wirkt sehnig-gespannt“ kann Stuhl 1 gegenüber Stuhl 2 einen Vorsprung von 19,4 bzw. 17,1% aufweisen und gegenüber Stuhl 3 einen von 32,6 bzw. 20,9%.

### 5.5.3.7 Zusammenhang zwischen Designbewertung und Gesamtkomfortbewertung

Aus den Platzierungen der Stühle (siehe Tabelle 5-14) und den zugehörigen Mittelwerten (siehe Tabelle 5-16) ist ersichtlich, dass die Stühle bei der Designbewertung unterschiedlich eingestuft wurden, ferner wurde festgestellt, dass die Unterschiede zwischen den Designbewertungen statistisch bedeutsam sind. Die Bewertungen des Gesamtkomforts unterscheiden sich, wenn auch nicht so stark wie bei der Designbewertung, und auch hier mit der Einschränkung, dass nur die Wertungen von Stuhl 2 vs. Stuhl 3 statistisch bedeutsame Unterschiede zeigen.

Von besonderem Interesse für die dieser Arbeit zugrunde liegende Motivation ist es, festzustellen, ob (wie schon beim Korrelationsexperiment in Kapitel 5.1) ein Zusammenhang zwischen der Design- und der Komfortbewertung festgestellt werden kann.

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

5.5 Validierung in Sitztests

Als numerisches Korrelationsmaß wird der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet („Pearson-r“)<sup>560</sup>. Der Pearson-Koeffizient liegt im Bereich von -1 bis +1. Dabei verweist 1 auf einen perfekt linearen Zusammenhang der beiden Variablen („je mehr A desto mehr B“), 0 bedeutet, dass es keinen Zusammenhang gibt und -1, steht für einen negativen perfekten linearen Zusammenhang („je mehr A desto weniger B“). Der Pearson-Koeffizient zeigt einen schwachen positiven Zusammenhang der Variablen bei Stuhl 1 ( $r_s=.297$ ), einen deutlich stärkeren bei Stuhl 2 ( $r_s=.514$ ) und den im Vergleich höchsten positiven Zusammenhang der Variablen bei Stuhl 3 ( $r_s=.568$ ). Außer bei Stuhl 1, bei dem dieser Zusammenhang sehr knapp ( $P=.053$ ) nicht signifikant ist, ist dieser Zusammenhang statistisch höchst signifikant ( $P=.000$ ), d.h. er ist nur mit äußerst geringer Wahrscheinlichkeit ein zufälliges Ergebnis (siehe Tabelle 5-21 ff).

		St1 Design	St1 Komfort
St1_Design	Korrelation nach Pearson	1	,297
	Signifikanz (2-seitig)		,053
	N	43	43
St1_Komfort	Korrelation nach Pearson	,297	1
	Signifikanz (2-seitig)	,053	
	N	43	43

Tabelle 5-21: Korrelation zwischen Design- und Komfortbewertung bei Stuhl 1

		St2 Design	St2 Komfort
St2_Design	Korrelation nach Pearson	1	,514**
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N	43	43
St2_Komfort	Korrelation nach Pearson	,514**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	
	N	43	43

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 5-22: Korrelation zwischen Design- und Komfortbewertung bei Stuhl 2

		St3 Design	St3 Komfort
St3_Design	Korrelation nach Pearson	1	,568**
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N	43	43
St3_Komfort	Korrelation nach Pearson	,568**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	
	N	43	43

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tabelle 5-23: Korrelation zwischen Design- und Komfortbewertung bei Stuhl 3

Wie schon bei der Auswertung der Design- und Komfortbewertungen gilt auch hier, dass die Absicherung gegen den  $\alpha$ -Fehler aufgrund der Nicht-Prognostizierbarkeit der

<sup>560</sup> GRAVETTER, F.J.; WALLNAU, L.B. (2000): Statistics for the Behavioral Sciences. 5th ed., Wadsworth, USA.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.5 Validierung in Sitztests
- 

Alternativhypothese zweiseitig vorgenommen werden muss. Da dies bei der Berechnung bereits berücksichtigt wurde, bleibt es beim Signifikanzkriterium von  $\alpha < 2,5\%$ .

### 5.5.3.8 Vergleich der Gestaltungsformen

Auch wenn hier aufgrund des zahlenmäßigen Ungleichgewichts von zwei biomorphen und einem technisch-ingenieurhaft gestalteten Stuhl kein direkter Punktevergleich vorgenommen werden kann, zeigt dennoch der Umstand, dass die beiden mit biomorph gestalteten Armlehnen versehenen Stühle in allen drei Untersuchungsabschnitten vor Stuhl 3 mit technisch-ingenieurhaft gestalteten Armlehnen liegen (siehe Tabelle 5-14), dass dieses Gestaltungsprinzip offensichtlich das Gefallen begünstigt hat.

### 5.5.3.9 Visuelle Auswertung der Sitzhaltungen

Alle Probanden wurden aufgefordert, sich aufrecht auf die Stühle zu setzen, so dass das Gesäß an der Rückenlehne anliegt und die Arme auf den Armlehnen abzulegen. Trotz dieser Standardisierung sind Abweichungen in der Art und Weise zu erkennen, wie die Probanden die Armlehnen genutzt haben.

Etwa 45% der Probanden verlagern die Ellenbogen so weit nach hinten, dass die Hände in Berührung mit der Biegung der Armlehne kommen. Da dies bei Stuhl 3 (Mitte) nicht ohne die Einnahme einer unnatürlichen Sitzposition möglich ist, werden auf diesem Stuhl die Hände verschränkt (siehe Abbildung 5-48).



Abbildung 5-48: Handablagestrategie 1 – Kontakt der Hände mit der Armlehne, wenn dies durch leichte Rückverlagerung der Ellenbogen möglich ist. Sonst: Verschränken der Hände. Links Stuhl 1, Mitte Stuhl 2, rechts Stuhl 3.

40% der Probanden verfahren wie zuvor, akzeptieren aber, dass bei Stuhl 3 keine Unterstützung gegeben ist und lassen die Handgelenke herabhängen (siehe Abbildung 5-49).

## 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

### 5.5 Validierung in Sitztests

---



Abbildung 5-49: Handablagestrategie 2 – Kontakt der Hände mit der Armlehne, wenn dies durch leichte Rückverlagerung der Ellenbogen möglich ist. Sonst: Hängenlassen der Handgelenke. Links Stuhl 1, Mitte Stuhl 3, rechts Stuhl 2.

Etwa 5% der Probanden versuchen unter allen Umständen, mit dem vorderen Ende der Armlehnen in Kontakt zu kommen. Sie verlagern hierfür die Ellenbogen so weit nach hinten, dass die Hände in Berührung mit der Biegung der Armlehne kommen. Dieses Prinzip wird selbst um den Preis einer extremen Rückverlagerung der Ellenbogen in Verbindung mit einer leichten Ablösung des Rückens von der Rückenlehne bei Stuhl 3 (rechts) angewandt.



Abbildung 5-50: Handablagestrategie 3 – Kontakt der Hände mit der Armlehne unter allen Umständen, auch wenn dies erheblichen Einfluss auf die Sitzhaltung hat. Links Stuhl 2, Mitte Stuhl 1, rechts Stuhl 3.

Die restlichen 10% verfolgen andere Strategien. Entweder sie akzeptieren, dass ohne Rückverlagerung der Ellenbogen eine wirkliche Handabstützung bei keinem der drei Stühle

gegeben ist und lassen daher die Handgelenke auf jedem Stuhl hängen, oder sie verschränken grundsätzlich bzw. bei ausgewählten Stühlen die Hände, oder sie nutzen die Oberschenkel, um die Hände zumindest mit den Spitzen darauf abzustützen. Der Wunsch nach Kontakt der Hände mit etwas „zum Festhalten“ scheint somit stark ausgeprägt zu sein.

#### **5.5.4 Diskussion der Ergebnisse**

Dass das Gefallen einen Einfluss auf das Komforterlebnis haben dürfte, zeigt sich wie bereits im Korrelationsexperiment (siehe Kapitel 5.1, Tabelle 5-2) auch in der Validierungsuntersuchung (Tabelle 5-14): Gute Platzierungen in der Designbewertung gehen mit guten Platzierungen im Komforterlebnis einher, selbst die Rangfolge der Stühle bleibt während des gesamten Versuchsdurchlaufs erhalten, auch bei der Bewertung des erwarteten Komforts (Kapitel 5.5.3.4). Hier erwecken die beiden Stühle den komfortableren Eindruck, die schon in der Designbewertung besser als der letztplatzierte Stuhl bewertet wurden. Gleichwohl bestätigt die statistische Untersuchung diesen Zusammenhang nur teilweise eindeutig.

##### **5.5.4.1 Designbewertung**

Die Designbewertung (siehe Kapitel 5.5.3.3) liefert im Fall von Stuhl 1 und Stuhl 2 Aussagen, die so nahe beisammen liegen, dass deren Unterschiede statistisch nicht signifikant sind. Signifikant sind dagegen die Unterschiede der Beurteilungen dieser beiden Stühle gegenüber Stuhl 3. Das heißt, dass die beiden im Rahmen dieser Arbeit neu gestalteten Armlehnen den Gesamteindruck deutlich positiv verändert haben, wenngleich die Präferenz der Probanden für eine der beiden neuen Varianten statistisch nicht ebenso deutlich erkennbar ist.

Die Bewertung zeigt im Fall von Stuhl 1, dass die ausgeprägte Dynamik und Sehnsucht, die eine interessante Haptik befördern soll, als solche erkannt, aber im prognostizierten (nicht getesteten!) Nutzungskontext „Arbeit am Schreibtisch“ kritisch bewertet wird. Zwar befürwortet eine Mehrheit diese Formgebung (siehe Kapitel 5.5.3.6), wenngleich der Einsatz der formalen Gestaltungsmerkmale als stark ausgeprägt wahrgenommen wird. Möglicherweise würde ein dezenterer Einsatz dieser Stilmittel größeren Erfolg zeigen. Zur mutmaßlichen haptischen Qualität der Armlehne äußert sich zu diesem Zeitpunkt des Versuchs noch kein Proband.

Stuhl 2 wird an erster Stelle als bequem eingeschätzt, weil die breite, umlaufende Außenmantelfläche suggeriert, viel Auflagefläche zu bieten. Der Umstand, dass der Profilquerschnitt im Bereich der vorderen Krümmung geringer ist, wird unterschiedlich wahrgenommen. Freunde dieser Ausführung sehen darin eine willkommene „Federwirkung“, Gegner vermuten mechanische Instabilität. Auch die biomorph geschwungene und verrundete Form wird bevorzugt.

Ein Vorteil für die Armlehnenform von Stuhl 2, der sich auch aus den verbalen Urteilsbegründungen ablesen lässt, ist die in den Augen der Probanden höhere formale Verwandtschaft der Armlehnen von Stuhl 2 mit der Gesamterscheinung des restlichen Stuhles („passen zum Stuhl“). So ist die Anmutung des Stuhles von Flächigkeit geprägt, die nicht jedermann gefällt (siehe die einzelnen Designbewertungen aller Stühle in Kapitel 5.5.3.3), die aber ein formales Merkmal darstellt, das von den ebenfalls flächig ausgeführten Armlehnen von Stuhl 2 konsequenter aufgegriffen wird als von den beiden anderen Varianten. Der Stuhl ist insgesamt eher ein Durchschnittsmodell, das auch in der Emocard-Bewertung eher gelassene Reaktionen hervorruft.

Stuhl 3 (das „Original“) gefällt gar nicht, ist formal als das Gegenteil der beiden anderen Stühle zu sehen. Seine Armlehnenform wird als willkürlich, nicht körpergerecht und abweisend empfunden. Letztlich zeigt auch seine starke Abweichung vom Median aller Emocard-Bewertungen, wie deutlich sich dessen Wahrnehmung von der der beiden anderen Stühle unterscheidet.

Interessant sind die Veränderungen der Emocard-Bewertung bei Stuhl 3 im Vergleich zu Stuhl 4 im Korrelationsexperiment (siehe Kapitel 5.1.4), wie es sich ja hierbei um ein und denselben Stuhl handelt. Es zeigt sich, dass die Emocard-Bewertungen nicht absolut gesehen werden können, sondern vielmehr im Kontext mit den anderen zur Wahl stehenden Objekten. Hierbei ist offensichtlich das Bessere des Guten Feind. Für zukünftige Untersuchungen wäre es deswegen aufschlussreich, die Bewertung durchzuführen, ohne den direkten Vergleich mit den anderen zu testenden Stühlen zuzulassen.

#### **5.5.4.2 Bewertung des erwarteten Komforts**

Stuhl 2 gewinnt diesen Untersuchungsabschnitt, dicht gefolgt von Stuhl 1. Stuhl 3 ist abgeschlagen auf dem dritten Rang (siehe Tabelle 5-14). Bei der Bewertung des erwarteten Komforts (siehe Kapitel 5.5.3.4) wurden bei Stuhl 1 20% mehr negative als positive mündliche Urteilsbegründungen gemacht. Über 50% der negativen Wertungen (13 von 24 Nennungen) betreffen jedoch Bauteile, die bei allen drei Stühlen identisch sind: Die Rückenlehne (10 Nennungen) und die Sitzfläche (3 Nennungen). Knapp 70% der positiven Wertungen befassen sich dagegen mit den Armlehnen (13 von 20 Nennungen). Die Armlehnen werden also positiver beurteilt als der Rest des Stuhles (der ja nicht verändert wurde). Auch wenn sich vier Probanden Sorgen über die Verletzungssicherheit machen, überwiegen doch jene Aussagen zahlenmäßig, die die prägnanten Formelemente im Bereich der Armlehnevorderkante als „angenehm“, „elegant“ und „dynamisch“ einstufen.

Bei Stuhl 2 wurden annähernd gleich viele negative und positive mündliche Urteilsbegründungen gemacht. Über 60% der negativen Wertungen (14 von 23 Nennungen) betreffen Bauteile, die bei allen drei Stühlen identisch sind: Die Rückenlehne (12 Nennungen) und die Sitzfläche (2 Nennungen). Knapp 70% der positiven Wertungen befassen sich dagegen mit den Armlehnen (17 von 25 Nennungen). Die Armlehnen werden also wie bei Stuhl 1 positiver beurteilt als der Rest des Stuhles (der ja nicht verändert wurde). Die formal ruhigere, aber auch weniger Aufmerksamkeit erregende Armlehnegestaltung verstärkt den Eindruck, einen guten „Durchschnittsstuhl“ vor sich zu haben. Lediglich die Rückenlehnegestaltung weicht – wie schon bei Stuhl 1 angemerkt – von der erwarteten Norm der Betrachter ab.

Im Fall von Stuhl 3 wurden vier Mal mehr negative als positive Aussagen gemacht. Rund 50% der negativen Wertungen (20 von 41 Nennungen) betreffen Bauteile, die bei allen drei Stühlen identisch sind: Die Rückenlehne (12 Nennungen) und die Sitzfläche (3 Nennungen), die anderen 50% der negativen Kritik entfallen auf die Armlehnen. Besonders missfallen die geringere Auflagefläche und die damit verbundene schlechtere Körperunterstützung.

Genau 50% der positiven Wertungen befassen sich mit den Armlehnen (5 von 10 Nennungen). Die Armlehnen werden also im Gegensatz zu Stuhl 1 und 2 nicht positiver beurteilt als der Rest des Stuhles (der ja nicht verändert wurde).

Die im Vergleich mit Stuhl 1 und Stuhl 2 annähernd gleich bleibende Zahl negativer Anmerkungen bezüglich Sitzfläche und Rückenlehne weist darauf hin, dass die Kritik der Probanden nur die ursächlichen Bauteile betrifft und nicht auf andere Bauteile „abfärbt“.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.5 Validierung in Sitztests
- 

Interessant ist die Häufigkeit negativer Äußerungen. Wie oben erwähnt, wurden selbst beim bestbewerteten Stuhl 2 ähnlich viele negative wie positive Aussagen gemacht, bei den beiden anderen Stühlen sogar 20% bzw. 400% mehr negative als positive. Das bestätigt die Erfahrung, dass Störendes (Diskomfort) selbst dann leichter artikuliert wird als Gefallendes (Komfort), wenn noch gar kein körperlicher Kontakt mit dem Objekt stattfindet.

#### 5.5.4.3 Diskomfort-Ranking und Komforturteile

Dass sich die Qualitäten der Stühle einander annähern, ist schon Abbildung 5-37 zu entnehmen. So zeigen die Komfortbewertungen der Stühle beim Vergleich von Stuhl 1 mit Stuhl 2 und Stuhl 1 mit Stuhl 3 keine statistisch signifikanten Unterschiede. Statistisch signifikant sind allerdings die Unterschiede zwischen dem bestplatzierten Stuhl 2 und dem drittplatzierten Stuhl 3, was immer noch eine Bestätigung der Hypothese bedeutet, dass das Gefallen den Sitzkomfort beeinflusst, denn die ergonomische Qualität aller Stühle ist ja objektiv identisch (siehe hierzu Kapitel 5.5.4.5).

Die Diskomfortwerte der drei Stühle weichen voneinander ab, wenn auch in anderer Form als zunächst erwartet. Die höchsten Diskomfortwerte werden in Unterarmen und Händen angegeben, gefolgt von den Schultern (siehe Kapitel 5.5.3.5). Dass die Schultern bei Stuhl 2 den höchsten Diskomfort aufweisen, während er bei Stuhl 1 und 3 annähernd gleich stark ausgeprägt ist (absolute Differenz der beiden Medianwerte 0.03) zeigt, dass die in Kapitel 5.3.5 getroffene Annahme sich als nicht zutreffend erwiesen hat, wonach sich die Armlehnenhöhe bei allen Stühlen in der Bewertung gleichermaßen niederschlagen würde. Da die Schultern neben den Unterarmen jene Körperteile sind, bei denen sich eine zu große Höhe der Armlehne über der Sitzfläche am stärksten bemerkbar macht, ist nicht verwunderlich, dass sich hier die vergleichsweise hoch angebrachten Armlehnen bemerkbar machen (zur Motivation hierfür siehe Kapitel 5.3.5).

Interessanterweise geben bei Stuhl 2 nur 4 Frauen Schulter-Diskomfort an, der aufgrund ihrer Körpergröße (größer als 50. Perzentil) auf die Armlehnenhöhe zurückzuführen wäre. Dagegen nehmen 11 groß gewachsene Männer jenseits des 50. Perzentils Schulter-Diskomfort wahr, obwohl für diese Gruppe die gewählte Armlehnenhöhe optimal gewählt sein sollte. Eine Erklärung könnte darin bestehen, dass eine Armlehnenhöhe von 25cm höher ist, als sich die Probanden ihre Stühle am Arbeitsplatz typischerweise einstellen. Wenn nämlich die Armlehnenkontur nicht wie bei Stuhl 3 sehr abrupt abbricht, kommt es zu Kollisionen zwischen Armlehne und Tischplatte, was die Verletzungsgefahr erhöht und den Bewegungsspielraum (Drehung, Heranrücken an den Tisch u. a.) einschränkt<sup>561</sup>. Allerdings wären in diesem Fall auch negative Äußerungen der Frauen zu erwarten.

Eine Erklärung für die Abweichungen zwischen den Stühlen könnte in dem Umstand zu finden sein, dass die Armlehnen von Stuhl 2 visuell den Eindruck vermitteln, die größte Auflagefläche zu bieten (vgl. hierzu die Aussagen zum erwarteten Komfort in Kapitel 5.5.3.4). Dieser Umstand, gepaart mit einer ungewohnt hohen Position der Armlehne, mag die störende Wirkung verstärkt haben.

<sup>561</sup> Siehe: DRURY, C. G. & COURRY, B. G. (1982): A methodology for chair evaluation. Applied Ergonomics (13), S.195-202. Es wurden Bürostühle untersucht, bei denen die Armlehnen als Sympathiefaktor ermittelt wurden. Allerdings waren diese zu weit ausladend nach vorne und kollidierten mit dem Tisch. Kürzere Armlehnen, eher Ellenbogenaufgaben wie im Fall von Stuhl 3 werden als Lösung vorgeschlagen (S. 200).



Bei Betrachtung der Mediane sind bei keinen weiteren Körperteilen Diskomfortwahrnehmungen zu verzeichnen. Aus den Diskomfortratings lässt sich jedoch noch kein Zusammenhang zwischen dem Gefallensurteil und einer „gnädigeren“ Diskomfortbewertung erkennen. Hierfür schneidet Stuhl 3 bei den Diskomfortratings zu gut und Stuhl 2 zu schlecht ab. Das deutet eher darauf hin, dass die Probanden gerade jene Stühle, die ihnen gefallen, „auf Herz und Nieren“ prüfen oder dass sie den Zwang verspüren, vermeintliche Unterschiede feststellen zu müssen, die gar nicht existieren: Nachdem Stuhl 3 bereits in allen Versuchsabschnitten aufgrund seiner Armlehnen am schlechtesten abgeschnitten hat, wird versucht, auch bei den anderen beiden Stühlen ein „Haar in der Suppe“ zu entdecken – die Probanden wissen ja nicht, dass sich die Stühle nur in Bezug auf ihre Armlehnen unterscheiden.

Dabei ist kein Zusammenhang zwischen den Diskomfortbewertungen von Schultern und Unterarmen/Händen erkennbar: Stuhl 1 weist etwas höheren Schulter-Diskomfort auf als Stuhl 3, hat aber annähernd um Faktor 3 geringeren Unterarm-Diskomfort. Stuhl 2 dagegen verursacht den höchsten Schulter-Diskomfort, liegt aber bei der Unterarm-Bewertung zwischen Stuhl 1 und Stuhl 3. Daraus lässt sich ein Zusammenhang mit der subjektiv wahrgenommenen Kontaktfläche ableiten, die bei Stuhl 2 aufgrund seiner breitflächigen Ausführung am größten ausfüllt, gefolgt vom im vorderen Bereich schlankeren Stuhl 1 und dem extrem verkürzten Stuhl 3: Je weniger (subjektive) Fläche, desto höher die (subjektive) Flächenpressung auf den Unterarm.

Das finale Komfortranking deckt sich mit der Rangfolge, die sich aus den Gesamtkomfortbewertungen ergibt. Hier ergeben sich keine Widersprüche. Was das semantische Differential nach HELANDER und HABSBURG & MIDDENDORF angeht, so weist die Frage „ich mag den Stuhl“ die klarste Parallele bezüglich der prozentualen Punkteverteilung mit dem finalen Komfortranking auf (5% Abweichung der Bepunktung bzw. des durchschnittlichen Rangplatzes von Stuhl 1 gegenüber Stuhl 2 und 23 % Punkteabfall bzw. 27% geringerer durchschnittlicher Rangplatz von Stuhl 3 gegenüber Stuhl 2).

Schwer erklärbar sind die schwankenden Bewertungen von Sitzfläche und Rückenlehne, obwohl diese nicht manipuliert wurden. Da alle Stühle baugleich sind und derselben Fabrikationscharge entstammen, sind die abweichenden Wertungen von Sitzfläche und Rückenlehne entweder mit einer erhöhten Sensibilität der Probanden zu erklären, die sich aufgrund der wenigen visuell erkennbaren Unterschiede zwischen den Stühlen herausgebildet haben dürfte: Es mag sein, dass die Probanden es als sportliche Herausforderung empfanden, weitere Unterschiede als die offensichtliche Armlehnen-gestaltung zu entdecken (siehe oben).

Oder die zweifellos bei den Stühlen vorliegenden herstellungsseitigen Fertigungstoleranzen haben sich bemerkbar gemacht. Auch kann trotz Kontrolle der Sitzhaltungen durch den Versuchsleiter nicht völlig ausgeschlossen werden, dass die Haltungen der Probanden in den Stühlen leicht voneinander abwichen, so dass sich beispielsweise eine weniger starke Anpressung des Gesäßes an die Rückenlehne in der Wahrnehmung einer verminderten Lendenwirbelsäulenunterstützung niederschlägt.

#### **5.5.4.4 Armlehnenbewertung**

Die hohe Zustimmung für die Armlehnen von Stuhl 1 (siehe 5.5.3.6) in Kombination mit Aussagen zu den praktischen Nachteilen deren Form (z.B. geringere Auflagefläche, „Verletzungsgefahr“) deutet darauf hin, dass die Probanden zwischen ästhetischem Reiz und praktischem Nutzen trennen bzw. der praktische Nutzen in die ästhetische Bewertung

einfließt. Andererseits besitzen die Armlehnen von Stuhl 1 offenbar großes Begeisterungspotential. Das lassen auch die mündlichen Urteilsbegründungen erkennen.

Die häufige Bestätigung der Aussagen „wirkt dynamisch“ bzw. „wirkt sehnig-gespannt“ bei Stuhl 1 und Stuhl 2 zeigt, dass die eingesetzten formalen Mittel den beabsichtigten biomorphen Charakter der Gestaltung wiedergeben. Auch die hohe Bestätigung der „zum Spielen einladenden“ Formgebung der Armlehnen von Stuhl 1 deutet darauf hin, dass der beabsichtigte Effekt einer interessanten Haptik erfolgreich umgesetzt wurde.

Dass die Meinung fast aller Probanden zutrifft, die Armlehnen hätten Einfluss auf den Sitzkomfort, bestätigen die unterschiedlichen Ergebnisse sowohl der Komfort- als auch der Diskomfortbewertung. Dass sich dabei jene Meinungen, die dies an praktischen Merkmalen festmachen, mit jenen, bei denen rein ästhetische Überlegungen eine Rolle spielen, in etwa die Waage halten, spiegelt zumindest den im Korrelationsexperiment ermittelten Einfluss der Ästhetik auf den Komfort wider (siehe Kapitel 5.1.7.8).

Die visuelle Auswertung der Verwendung der Armlehnen untermauert die Bedeutung der Armlehnen für das Sitzverhalten und damit den Gesamtkomfort. Wie Kapitel 5.5.3.9 gezeigt hat, wird fast unter allen Umständen der Handkontakt mit der Armlehne gesucht. Dass dies bei den beiden neu gestalteten Armlehnen von Stuhl 1 und 2 leichter möglich ist als bei Stuhl 3, verstärkt den Eindruck einer „für die Hände geschaffenen Zone“ und befördert die positivere Gesamtwertung der ganzen Stühle.

#### **5.5.4.5 Zusammenhang zwischen Designbewertung und Komforturteil**

Der Umstand, dass alle Stühle positive Korrelationen zwischen der Designbewertung und der Komfortbewertung aufweisen (siehe Kapitel 5.5.3.7), zeigt bereits, dass es einen – unterschiedlich stark ausgeprägten – Zusammenhang zwischen Design- und Komforturteil gibt. Das heißt, dass die Hypothese bestätigt ist, wonach Stühle, die besser gefallen, auch als komfortabler bewertet werden, obwohl objektiv keine ergonomischen Unterschiede bestehen. Obwohl dieser Aussage entgegenzuhalten ist, dass nicht alle Unterschiede zwischen den Stühlen in der Designwertung und in der Komfortwertung statistisch signifikant sind, kann die Hypothese dennoch als bestätigt angesehen werden, denn erstens sind die Wertungsunterschiede jeweils zwischen dem best- und dem letztplatzierten Stuhl statistisch signifikant, und zweitens sind jene Wertungsunterschiede, die dieses Kriterium nicht erfüllten, dennoch nicht als „identisch“ zu setzen.

Am deutlichsten ist der Zusammenhang zwischen Design- und Komfortbewertung bei Stuhl 3 zu erkennen ( $r_s=.568$ ), der in allen Untersuchungsdisziplinen auf dem letzten Platz zu finden ist. Je weniger ein Stuhl gefällt, desto stärker scheint der negative Einfluss der ablehnenden Reaktion auf die Komfortwahrnehmung zu sein.

Der positive Einfluss eines positiven Gefallensurteils ist im Fall von Stuhl 2 nachgewiesen worden ( $r_s=.514$ ), wenngleich dieser nicht ganz so stark ausfällt wie im Fall von Stuhl 3. Störendes scheint also einen stärkeren Einfluss zu haben als Ansprechendes. Diese Vermutung legt die Betrachtung der Korrelation zwischen Design- und Komforturteil im Fall von Stuhl 1 nahe: Mit einem Wert von  $r_s=.297$  weist er den geringsten Zusammenhang zwischen Design- und Komforturteil auf, was daran zu liegen scheint, dass die Probanden bei der Bewertung dieses Stuhles Schwierigkeiten hatten: In der Designbewertung weist Stuhl 1 eine 60% höhere Varianz auf als Stuhl 2 (siehe Tabelle 5-16). In diesem Untersuchungsabschnitt lässt sich auch die Unsicherheit der Probanden an den widersprüchlichen Aussagen zum Design der Armlehnen ablesen, die gemacht werden, obwohl seine Armlehnen im direkten Vergleich am besten abschneiden (siehe Kapitel

5.5.3.6). Aus der Sicht des Autors zeigt dieses Ergebnis, dass die Armlehnen dabei als Detail wahrgenommen und bewertet werden, dass dieses Detail aber nicht so gut „zum Ganzen passt“ wie im Fall von Stuhl 2 (siehe Kapitel 5.5.4.1).

Auch die mehrfach geäußerte Befürchtung von praktischen Nachteilen der Armlehnen bei der Arbeit am Schreibtisch dürften hier eine Rolle gespielt haben (siehe auch Kapitel 5.5.4.4). Vor dem Hintergrund dieses Einsatzszenarios müssen nach Meinung des Autors auch die Diskomfortratings gesehen werden. Stuhl 1 liefert hier für die Hände deutlich höhere Werte als beispielsweise Stuhl 2 (siehe Abbildung 5-44), was für geteilte Lager spricht: Die einen, die die haptische Abwechslung als störend, weil von der Arbeit ablenkend empfinden, und jene, die gerade diese Möglichkeit zum spielerischen Umgang schätzen.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.6 Fazit der Validierungsversuche
- 

## 5.6 Fazit der Validierungsversuche

Die Armlehnen haben sich in dieser Untersuchung als geeignetes Differenzierungsmerkmal erwiesen, da sie sowohl bei der rein visuellen Wahrnehmung des Stuhles, als auch bei der Nutzung eine dominante Rolle spielen. Von wenigen Ausnahmen abgesehen, haben die 43 in den Validierungsversuchen (Kapitel 5.5) herangezogenen Probanden beim Probesitzen auf drei Stühlen Diskomfortunterschiede wahrgenommen, die objektiv nicht vorlagen. Ferner ist festgestellt worden, dass jene Stühle, die am besten gefallen, auch als am komfortabelsten bewertet wurden. Das Auge „sitzt also mit“, womit der erste Teil der Hypothese bestätigt ist, dass das Gefallen Einfluss auf den Sitzkomfort hat. Auch die statistische Auswertung stützt diese Aussage. Es lassen sich aber noch weitere Erkenntnisse festhalten.

### 5.6.1 Ganzheitlichkeit der Wahrnehmung

Es hat sich bestätigt, dass die Wahrnehmung ganzheitlich abläuft. Ebenso wenig wie man erwarten kann, dass ein nicht-Experte ein *Konzept* (z.B. die Nutzerfreundlichkeit einer graphischen Benutzeroberfläche) rein praktisch bewertet, ohne sich von etwaiger prototypisch unausgereifter Ästhetik in Bezug auf Farbgestaltung und Formensprache irritieren zu lassen, so wenig kann man von Büroarbeitern, die weder Ergonomie- noch Designkenntnisse aufweisen, ein Urteil über die *Ästhetik* des Produktes einfordern, bei dem praktische Überlegungen ausgeklammert werden.

Zum ganzheitlichen Charakter der Wahrnehmung gehört auch, dass Optimierung am Detail nicht zielführend ist. Vielmehr bestätigt sich das Grundprinzip, dass das Einzelne zum Ganzen passen muss. Das zeigt sich besonders eindrucksvoll an dem Umstand, dass die Armlehnen von Stuhl 1 zwar isoliert betrachtet am besten gefallen, dieser Stuhl aber bei der Designbewertung des gesamten Stuhls nur den zweiten Rang belegt.

### 5.6.2 Einfluss des körperlichen Kontakts und der Zeit

Klar erkennbar ist ferner, dass sich die Urteile über die drei Stühle am stärksten in der Designbewertung unterscheiden (visuelle Bewertung ohne physischen Kontakt zum Stuhl), sich bezüglich des prognostizierten Komforts (dito) bereits etwas annähern und nochmals dichter zusammenrücken bei der Bewertung des erlebten Komforts (Proband sitzt dabei im Stuhl). Dies bestätigt die These, dass der Gefallensaspekt vor allem in der Kennenlern- bzw. Kaufphase des Produktes (z.B. beim Probesitzen im Ausstellungsraum) für die Komfortwahrnehmung von Bedeutung ist und mit fortschreitender Zeit dessen Einfluss ab- und jener der ergonomischen Qualität des Sitzmöbels zunimmt<sup>562</sup>.

<sup>562</sup> Die These wurde geäußert am 7.10.2004 von BUBB, H. (2004, II):  
Ergonomie und Design - Zwei feindliche Brüder? Vortrag zur Geschichte des Automobildesigns im Rahmen der GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen, Zeche Zollverein. Mitschrift des Autors.

- 5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion
  - 5.6 Fazit der Validierungsversuche
- 

### **5.6.3 Biomorphie begünstigt ein positives Gefallensurteil**

Die Untersuchung hat ferner die gefallensförderliche Wirkung einer biomorphen Gestaltung und einer zusätzliche haptische Reize bietenden Formgebung bestätigt. Ersteres äußert sich darin, dass die beiden mit biomorph gestalteten Armlehnen versehenen Stühle 1 und 2 in allen Untersuchungsabschnitten mit klarem Abstand vor Stuhl 3 (dem „Original“) führen. Letzteres zeigt sich in der deutlichen Präferenz für die Armlehnen von Stuhl 1, sobald diese isoliert vom Stuhl betrachtet werden. Dass dennoch der mit diesen Armlehnen ausgestattete Stuhl nur am zweitbesten gefällt, liegt wiederum an prognostizierten praktischen Nachteilen und einer weniger guten Passung mit der Formensprache des restlichen Stuhles (siehe oben). Eine Abschwächung der Gestaltungsmerkmale der Armlehnen von Stuhl 1 könnte damit die Akzeptanz steigern, ebenso ein Wechsel des Einsatzszenarios, in dessen Nutzungskontext die erwähnten praktischen Nachteile nicht auftreten (z.B. Verwendung in einer Lounge oder in einem Warteraum als Lesesessel).

Die Designbewertung von Stuhl 1 deutet auch darauf hin, dass die starke Betonung spezifischer Gestaltungsmittel rasch polarisiert und Probanden in ihrem Votum unsicher macht. Hierbei spielt auch der Neuheitscharakter des Objektes eine entscheidende Rolle. Die Armlehnen von Stuhl 1 sind so im Handel nicht anzutreffen. Da die Probanden nicht im Umgang mit ästhetischen Kategorien geschult waren, schwankten sie zwischen positiver Überraschung und Abwehr. Dies bestätigt die Ziespältigkeit innovativer Formgebung, die mit etablierten Sehgewohnheiten bricht (vgl. Kapitel 3.3.3.3).

Die größere Einigkeit bei der Bewertung der moderater gestalteten Armlehnen von Stuhl 2 zeigt, dass Durchschnittsgestaltung mit gedämpfter Ausprägung formaler Stilmittel mehr Aussicht auf Akzeptanz hat, weil sie größere Anteile vertrauter (d.h. in ähnlichen Produkten eingesetzter) Stilmittel aufweist. Erst wenn das neue Produkt hinreichende Verbreitung erfahren hat und die Nutzer sich an seine zunächst fremdartig anmutenden Gestaltungsmerkmale gewöhnt haben, stellt sich eine Akzeptanz ein, die dem Produkt sogar Kultstatus verleihen kann (siehe Kapitel 3.6.3.4).

Trotz des Umstandes, dass Stuhl 1 in allen Untersuchungsabschnitten den zweiten Rang belegt, kann der prinzipielle Ansatz einer vielversprechenden Haptik dennoch als zielführend betrachtet werden – zum einen aufgrund der klaren Bevorzugung dieser Armlehnen, wenn diese isoliert betrachtet werden (siehe oben), aber auch angesichts der visuellen Auswertung der Sitzhaltungen: Ungefähr die Hälfte aller Probanden sucht mit der Hand den vorderen Armlehnenabschluss von Stuhl 1 und Stuhl 2. Die Handhaltungen im Fall von Stuhl 1 zeigen aktive Beschäftigung mit der Geometrie, im Fall von Stuhl 2 ruhen die Hände still auf der Unterlage. Selbst bei Stuhl 3 suchen noch 5% der Probanden mit der Hand den vorderen Abschluss der Armlehne, obwohl dies eine starke Rückwärtsdrehung der Oberarme notwendig macht.

Das heißt mit Blick auf die oben erwähnten Irritationen und Unsicherheiten, dass die haptischen Qualitäten wichtig sind, aber nicht zu dominant ausgeprägt werden dürfen, und dass dabei auf eine behutsame formale Integration in das Gesamtobjekt zu achten ist. Den in Kapitel 3.6.2 angesprochenen „angemessenen Kontrast“ zwischen Beruhigung und Anregung zu finden, ist also in der Tat eine Kunst.

### **5.6.4 Bestätigung der Gestaltungsregeln**

Diese Untersuchung musste mit der Einschränkung leben, dass nicht ein kompletter Stuhl gestaltet wurde, sondern nur die Armlehnen variiert wurden. Dennoch liefert sie durchaus

Anhaltspunkte für die praktische Gestaltung von Sitzmöbeln, die über die Gestaltung dieser einzelnen Komponente hinausreichen und Gestaltungsparameter liefern, die ein positives Gefallensurteil begünstigen dürften. Diese wurden bereits in Kapitel 3.6.2 aufgestellt und in Kapitel 5.2.3 nochmals am Beispiel der Armlehnen präzisiert. Sie wurden im Rahmen dieser Untersuchung bestätigt, wenngleich damit keine Beweiskräftigkeit beansprucht werden kann (vgl. Kapitel 6).

Demnach ist ein das Gefallen begünstigender Faktor eine „biomorphe“ Gestaltung, die formal gekennzeichnet ist durch eine Formsprache, die sich an Konstruktionsprinzipien der Natur orientiert. Ihre Merkmale sind

- dynamische, gleichsam unter „Spannung“ stehende Linien,
- gekrümmte statt gerade Kanten
- eine gewisse „Sehnigkeit“, die sich aus einem klar gezeichneten konkav-konvex-Wechsel von aneinander angrenzenden Flächen ergibt
- eine aus den vorangegangenen Merkmalen resultierende Diskontinuität von Strukturprofilen

Man könnte auch sagen, dass dieses Gestaltungsprinzip von der wohldosierten Spannung zwischen Gegensätzen lebt.

Eine vielversprechende Haptik lässt sich einerseits vermitteln, indem die o.g. biomorphen Charakteristika überhöht dargestellt werden, zum anderen ist es von entscheidender Bedeutung, mit der Gestaltung

- Den Spieltrieb und die menschliche Neugierde gezielt anzusprechen;
- dies insbesondere an Stellen zu tun, an denen die Hände des Sitzenden am häufigsten ruhen bzw. die leicht für diese erreichbar sind;
- bei der Gestaltung darauf zu achten, dass die entsprechenden Partien erkennbar für die Hände gestaltet sind, als „Extra“ wirken.

Bei der Ausgestaltung der Armlehnen ist ferner darauf zu achten, eine klare Linienführung zu finden, die auch im Fall der voraussichtlich etwas komplexeren Geometrie der haptisch ansprechenden Variante leicht wahrnehmbar ist, ohne trivial zu wirken.

Diese Gestaltungsempfehlungen können weder Anspruch auf Vollständigkeit erheben noch ausschließen, dass es auch andere wirksame Gestaltungsmittel gibt, die ein positives Gefallensurteil begünstigen. Immerhin hat die vorliegende Untersuchung aber den Nachweis erbracht, dass die hier angewandten, auf analytische Überlegungen zurückgehenden Gestaltungsmittel ihre Wirksamkeit am vorliegenden Beispiel der Armlehnen eines Bürodrehstuhls unter Beweis gestellt haben.

### 5.6.5 Gültigkeitsbereich

Für die Übertragung dieser Gestaltungsprinzipien auf weitere Produkte sei auf Kapitel 3.7 verwiesen. Wie dort ausgeführt wird, hängt die positive Beeinflussung des Gefallensurteils nach Ansicht des Verfassers davon ab, ob der Zweck dieser Gestaltung klar erkennbar ist. Wenn sie nur um ihrer selbst willen zelebriert wird, wird die Grenze zur Masche fließend.

Aufgrund der in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Erkenntnisse scheint als Ergänzung zu Kapitel 3.7 noch die Feststellung angebracht, dass die Gestaltungsprinzipien der Biomorphie übertragbar sind auf

5. Versuchsdurchführung, Auswertung und Diskussion

5.6 Fazit der Validierungsversuche

---

- Objekte, die in direktem Körperkontakt mit dem Nutzer stehen, weil dabei visuell wie haptisch ein unmittelbares Erleben, Entdecken und Spielen angeregt wird und der Nutzer derart gestaltete Objekte als Spiegelbild seiner eigenen Körperlichkeit erkennt
- Sitzmöbel insgesamt, weil es sich hierbei um ein Konsumgut besonderer Art handelt, mit dem praktisch der gesamte Körper in Kontakt kommt.





## 6. Kritischer Ausblick

Die in der vorliegenden Untersuchung festgestellte Wirksamkeit biomorpher Gestaltung im Sinne einer Steigerung des Gefallens und einer entsprechenden Steigerung des Sitzkomforturteils basiert auf den Ergebnissen eines Korrelationsexperiments (Kapitel 5.1) mit 12 Probanden, visuellen Präferenztests mit 110 Probanden (Kapitel 5.3) und abschließenden Sitzversuchen mit 43 Probanden (Kapitel 5.5). Beweiskräftigkeit liefert die Untersuchung damit nicht. Vielmehr bietet sie brauchbare Hinweise, wie sich der Aspekt des Gefallens unter Nutzung der Überlegungen zur evolutionspsychologischen Ästhetik gezielt beeinflussen lassen dürfte.

Eine verbesserte statistische Aussagekraft würde bedeuten, mit größeren Probandenfeldern zu arbeiten, auch, die Grenzen eines Institutszentrums zu verlassen und Nutzerpopulationen aus einem nicht-akademischen Umfeld in die Untersuchung einzubeziehen. Insofern kann die vorliegende Arbeit nur als ein erster Schritt angesehen werden, wobei die gewonnenen Erkenntnisse die Folgeschritte als lohnendes Betätigungsfeld markiert haben dürften.

Entsprechend liegt auch die Empfehlung nahe, das Prinzip „Biomorphie“ bzw. „evolutionäre Ästhetik“ auf weitere Komponenten des Stuhles auszuweiten. Hierfür wäre es interessant, einen Bürostuhl mit ins Rennen zu schicken, der diesbezüglich bereits ausgeprägte Gestaltungsmerkmale aufweist, beispielsweise den erwähnten Stuhl „Aeron“ (siehe Abbildung 3-9 auf Seite 114).

Von Interesse wäre auch, die Skalierbarkeit biomorpher Gestaltungsmittel zu untersuchen. Es wurde die Vermutung angestellt, dass aufgrund der getroffenen Fokussierung auf den Seh- und Tastsinn eine Übertragbarkeit nur auf Produkte im „menschlichen Maßstab“ in Frage kommt, also solche, die auch tatsächlich in ihrer ganzen Gestalthaftigkeit sicht- und berührbar sind. Die Heraushebung dieser beiden Sinne lässt noch eine weitere Ausweitung reizvoll erscheinen, nämlich die Berücksichtigung der anderen Sinne.

Ein zusätzliches Betätigungsfeld bietet die genauere Betrachtung der beiden weiteren Objektdimensionen Materialität und Farbe. Im Interesse einer praktikablen thematischen Abgrenzung wurde hier die ästhetische Qualität nur in Bezug auf die Formgebung des Objektes betrachtet. Die Faktoren Farbe und Materialität wurden methodisch so weit wie möglich ausgeklammert, um zumindest in Bezug auf einen Parameter, die Form, zu verlässlichen Aussagen zu kommen. Insofern stellt diese Arbeit nur einen ersten Schritt dar, aber in der Praxis spielt auch die Wechselwirkung zwischen den drei Komponenten Form, Farbe und Materialität eine Rolle. Hierzu scheint es sehr wenige Untersuchungen zu deren Abhängigkeiten und wechselseitigen Effekten zu geben<sup>563</sup>.

Auch eine Ausdehnung des Beobachtungszeitraums scheint unter zwei Aspekten vielversprechend zu sein: Zum einen ließe sich damit gezielt herausfinden, ab wann sich die in Kapitel 5.5.3.2 festgestellte Annäherung der Komforturteile vollzogen hat – mit anderen Worten, ab wann der Effekt ergonomisch guter Gestaltung immer zum gleichen

<sup>563</sup> HEINLEIN, S. (2005): Design und Ergonomie von Bürostühlen - Geschichtliche Entwicklung und wechselseitige Abhängigkeit von Design und Ergonomie. Studienarbeit am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart.

Komforteindruck führt, unabhängig von der Stuhlgestaltung. Zum anderen wären Versuche denkbar, die mögliche dauerhaft positive psychische Auswirkungen erfassen.

Der Ansatz dieser Arbeit ist „ergonomie-freundlich“: Es wurde sichergestellt, dass die Probanden weitgehend diskomfortfrei saßen, und nur der Aspekt des Gefallens wurde verändert. Man könnte selbstverständlich ebenso gut untersuchen, wie viel Diskomfort eine gute Gestaltung kompensieren kann – wo also die Grenzen der Leidensfähigkeit liegen, ab der auch eine noch so gute Gestaltung zu einer Verschlechterung des Gesamtkomforts führt. Dieser Ansatz entspricht einer Überprüfung des in Abbildung 1-1 schematisch dargestellten linearen Zusammenhangs zwischen dem „Nicht-Erleiden“ und dem „Gefallen“.

Und zuguterletzt besteht eine größere Herausforderung in der Untersuchung der wechselseitigen Beeinflussung der ästhetischen, kognitiven und emotionalen Komponenten der Wahrnehmung: Beispielsweise wäre es aufschlussreich zu wissen, wie stark kulturelle Unterschiede die Wirksamkeit der evolutionspsychologischen Kriterien beeinflussen.

## 7. Zusammenfassung

Zunehmender technischer Fortschritt nimmt dem Menschen körperlich anstrengende und lästige Tätigkeiten ab. Eine Folge dieser Entwicklung ist die Zunahme der im Sitzen verrichteten Arbeiten. Für die Arbeitswissenschaft hat dies zweierlei Konsequenzen: Zum einen treten Fragen der Gefährdungsvermeidung und Unfallverhütung in den Hintergrund, während Fragen der Bequemlichkeit und des Komforts an Bedeutung gewinnen. Diese hängen mit der psychischen Befindlichkeit des Menschen zusammen. Zum anderen stellt die Gesunderhaltung eines Volkes von „Sitzern und Lenkern“ aufgrund der spezifischen Risiken des Sitzens eine Herausforderung dar. Gegenstand ist hierbei die physische Verfassung.

Die Arbeitswissenschaft hat deswegen ihr traditionelles Modell korrigiert, demzufolge Komfort und Diskomfort Gegensätze auf ein und demselben Kontinuum waren und somit die Abwesenheit des einen die Existenz des anderen bedeutete. Vielmehr hat sich die Überzeugung durchgesetzt, dass es sich bei Komfort und Diskomfort um zwei unabhängige Größen handelt, wobei der Komfort mehr den Bereich des „Gefallens“ und der Diskomfort mehr den des „Erleidens“ betrifft. Auf einer hyperbelförmigen Linie verläuft dabei der Übergang vom Diskomfort zum Komfort.

Der Zusammenhang ließe sich aber auch anders darstellen, nämlich mit den Dimensionen „Nicht Erleiden“ und „Gefallen“ anstelle von „Diskomfort“ und „Komfort“. Das bedeutet, dass sich Komfort dann einstellt, wenn Gefallen und Nicht-Erleiden zusammentreffen. Schematisch könnte ein linearer Zusammenhang bestehen, wobei die Geraden damit Kombinationen gleichen Komfortgefühls angeben, das sich aus entsprechender Zusammensetzung von Gefallen und Nicht-Erleiden einstellt. Mit zunehmendem Abstand vom Koordinatenursprung wächst der Komfort (siehe Abbildung 1-1). Umgekehrt heißt das aber auch, dass sich der Komfort aufgrund ohnehin guter ergonomischer Qualität (hohes Maß an Nicht-Erleiden) durch das Gefallen weiter steigern lässt – mit positiven Konsequenzen für den Nutzer, weil er die Komforterrhöhung als solche erkennt, und für den Hersteller des Produktes, weil er durch eine erhöhte Attraktivität des Produkts seine Absatzchancen verbessert. In dieser Form wurde der Zusammenhang zwischen Design, Ergonomie und Komfort noch nicht formuliert.

Die Vermeidung des Erleidens entspricht dem klassischen Tätigkeitsfeld der Ergonomie. Wie eine ausführliche Recherche zum Stand der Forschung in Kapitel 2 gezeigt hat, werden in diesem Bereich bis heute wichtige und aussagefähige Kriterien aufgestellt und Verfahren entwickelt, beispielsweise in Form der Vorhersage des Diskomforts aufgrund der Druckverteilung zwischen Gesäß und Sitzkissen.

Die Förderung des Gefallens dagegen stellt eine vergleichsweise junge Fragestellung für die Arbeitswissenschaft dar, der sie sich inzwischen unter Schlagworten wie „hedonomics“, „affective design“, „aesthetic ergonomics“ und „pleasurable design“ zuwendet. Die vorliegende Arbeit ist als Beitrag hierzu zu verstehen. Eine wichtige Einschränkung besteht hierbei darin, dass das Gefallen im Hinblick auf die Wirkung der Form untersucht wird. Die Faktoren Farbe und Materialität werden methodisch ausgeklammert. Deren Berücksichtigung hätte den Rahmen der Arbeit gesprengt und stellt daher ein mögliches Feld für zukünftige Untersuchungen dar.

Anhand der in Kapitel 1.3 gestellten Forschungsfragen wird nun ein knapper Überblick über die gewonnenen Erkenntnisse geboten. Aufgrund der oben dargestellten Relevanz wurde die Untersuchung beispielhaft an Bürodrehstühlen durchgeführt. Für eine genauere Darstellung

der globalen Vorgehensweise sei auf Kapitel 4, für eine Präzisierung der Inhalte auf die ansonsten angegebenen Kapitel verwiesen.

### **7.1 Forschungsfrage 1: Werden Produkte als komfortabler wahrgenommen, die besser gefallen?**

Zahlreiche Beispiele der Recherche zum Stand der Forschung in der Arbeitswissenschaft in Kapitel 2 legen die Vermutung nahe, dass dieser Zusammenhang besteht. Auch bei der Untersuchung von Sitzmöbeln wurden in der Vergangenheit Indizien für eine Korrelation gefunden. Die vorliegende Arbeit bestätigt diesen Zusammenhang. Sowohl in einem Korrelationsexperiment mit 12 Probanden (Kapitel 5.1), als auch in den finalen Validierungsversuchen mit 43 Probanden (Kapitel 5.5) wurde festgestellt, dass jene Stühle, die am besten gefallen, auch als am komfortabelsten bewertet wurden. In beiden Fällen wurde dieser Zusammenhang auch statistisch untermauert. Hierbei wurden drei Stühle mit gleichermaßen guten ergonomischen Qualitäten, aber unterschiedlichem Aussehen miteinander verglichen. Es wurde mit gestalterischen Mitteln also gute Ergonomie verbessert, nicht schlechte kompensiert.

Im Ergebnis kann man feststellen: „Das Auge sitzt mit“, das Gefallen hat Einfluss auf den Sitzkomfort. Dieser Einfluss nimmt allerdings mit zunehmender Zeit bzw. zunehmendem körperlichen Kontakt im Vergleich zum rein visuellen Kontakt ab. Daraus lässt sich vermuten: Je länger die Sitzdauer, desto stärker tritt die physikalische Beschaffenheit des Stuhles in den Vordergrund. Dieser Zusammenhang war bereits im Rahmen der hier durchgeführten Kurzzeittests zu beobachten. Ab wann eine Egalisierung des komfortsteigernden Effekts des Gefallens eintritt, ist eine neue Forschungsfrage.

### **7.2 Forschungsfrage 2: Auf welche Merkmale des Produktes stützt sich das Gefallensurteil?**

Diese Frage ist im Sinne der physikalischen Elemente des Objekts zu verstehen, und diese wird von Produkt zu Produkt variieren. Im Rahmen von Einzelinterviews gaben die Probanden Bewertungen des Designs, Einschätzungen des erwarteten Komforts und Wertungen des wahrgenommenen Komforts beim Sitzen ab. Es wurden dabei keine Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Aufgrund der Nennungshäufigkeit der Antworten stellten sich die Armlehnen als Baugruppe heraus, die gleichermaßen wichtig für den Ersteindruck, wie auch für das Sitzgefühl waren. Ebenfalls von großer Bedeutung sind Rückenlehne und Sitzkissen. Da diese jedoch im Sinne der Untersuchung schwerer formal zu verändern sind, ohne dass sich dabei die ergonomischen Qualitäten ebenfalls ändern, wurden die Armlehnen als einzige im Design zu verändernde Baugruppe ausgewählt. Auch hier gilt: Weitere Baugruppen formal zu verändern, stellt einen sinnvollen Ansatzpunkt für zukünftige Untersuchungen dar.

### **7.3 Forschungsfrage 3: Nach welchen Prinzipien der menschlichen Wahrnehmung wird das Gefallensurteil gefällt?**

Gemäß üblichen Definitionen (siehe Kapitel 3.1.1.2) besteht menschliche Wahrnehmung aus den Komponenten der „ästhetischen Wahrnehmung“ (bestehend aus Rezeption, Vergleich

mit zuvor Gesehenem und der Klassifikation nach Kriterien der Bedeutsamkeit), dem „ästhetischen Urteil“ (kognitiver Prozess) und der „ästhetischen Emotion“ (Gefühlsregung). Die Trennung der Komponenten ist hierbei nicht scharf und von wechselseitigen Beeinflussungen gekennzeichnet. Die Bedeutungszuweisung ist beispielsweise keine rein kognitive Leistung. So zeigt die kognitive Linguistik ebenso wie die Verhaltenswissenschaft, dass unser eigener Körper und die körperlichen Aktionen eine wichtige Rolle beim Verstehen figurativer Ausdrücke von Produkten spielen.

Da der kognitive Teil der Wahrnehmung unter anderem beeinflusst wird von ethnischer, biologischer und kultureller Disposition und der emotionale Teil von vielfältigen individuell und situativ differierenden Faktoren, ist eine Eingrenzung notwendig: Die Arbeit beschränkt sich auf die Betrachtung des ästhetischen Teils der Wahrnehmung und die ihm zugrundeliegenden Regeln. Es werden somit gleichsam die „Eingangsgrößen“ des informationsverarbeitenden Systems „Mensch“ betrachtet. Diese sind notwendig, aber nicht hinreichend für ein positives ästhetisches Urteil im Sinne des „Gefallens“. Auch hier öffnet sich ein sehr weites Feld für zukünftige Forschung, wollte man den Rahmen auch um die kognitiven und emotionalen Teilbereiche der Wahrnehmung spannen.

#### **7.4 Forschungsfrage 4: Lassen sich Regeln aufstellen, wie ein positives Gefallensurteil begünstigt werden kann?**

Diese Arbeit greift den Ansatz der „evolutionären Ästhetik“ (Kapitel 3.2) auf, der im Rahmen einer intensiven Recherche zum Stand der Forschung auf dem Gebiet der Ästhetik für zielführend erachtet, untermauert und in Gestaltungsmerkmale überführt wurde. Ihm zufolge ist die Entwicklung menschlicher Sinnesleistungen das Ergebnis evolutionärer Anpassung. Aufgrund evolutionsbedingter Notwendigkeiten ergeben sich gewisse Sinnes-Präferenzen, und diesen wiederum liegen 4 Prinzipien zugrunde: Das Ökonomieprinzip, „Einheit in der Vielfalt“, „most advanced yet acceptable (MAYA)“ und „Redundanz und Widerspruchsfreiheit“.

Die Fortführung dieses Ansatzes besteht in der Feststellung, dass sich diese 4 Naturprinzipien nicht nur in der menschlichen Wahrnehmung (der Mensch ist selbst Teil der Natur), sondern überhaupt in der Natur wiederfinden lassen, weil sich die gesamte Natur nach dem Prinzip der Evolution entwickelt hat. Die 4 Grundprinzipien gelten damit nicht nur für die Wahrnehmung, sondern stellen überhaupt einen Teil des Bauplans der Natur dar. Das würde bedeuten, dass die Natur selbst *unter anderem* jene Form-Vorbilder liefert, die den menschlichen Sinnespräferenzen entsprechen. Einen lückenlosen Beleg hierfür muss diese Arbeit notwendigerweise schuldig bleiben, aber einige Indizien hierfür wurden in Kapitel 3.4 identifiziert. Weitere Anhaltspunkte dafür, dass sich die Suche nach Formen, auf die unsere Sinne positiv reagieren, in der Natur lohnt, führte Kapitel 3.5 auf, und diese Anhaltspunkte wurden anhand der zuvor identifizierten, evolutionspsychologisch hergeleiteten Sinnespräferenzen und der Erscheinungsformen der ihnen zugrundeliegenden 4 Prinzipien in Kapitel 3.6 in konkrete strukturelle und formale Kriterien überführt, wobei mit Blick auf die Anwendung an Sitzmöbeln der Schwerpunkt auf den Sehsinn und den Tastsinn gelegt wurde. Als Begrifflichkeit für diese Kriterien wurde „Biomorphie“ gewählt, worunter zu verstehen ist „von den Kräften des natürlichen Lebens geformt, ohne schroff oder amorph zu sein“. Der Ausschluss des Schroffen und Amorphen ist auf die identifizierten Sinnespräferenzen zurückzuführen. Die größte Herausforderung besteht bei der praktischen

Anwendung darin, einen gelungenen Kontrast zwischen den beiden Polen „Beruhigung“ und „Anregung“ zu finden.

In einem weiteren Schritt wurde überprüft, ob sich das Design als Disziplin prinzipiell für die Übertragung der Kriterien der „Biomorphie“ auf die Gestaltung von Produkten eignet. Sowohl das Selbstverständnis des Designs (Kapitel 3.6.3.1) als auch die Tatsache, dass sich zu den 4 evolutionspsychologischen Grundprinzipien leicht Anwendungsbeispiele in der Designpraxis finden lassen (Kapitel 3.6.3.2), zeigen, dass eine Übertragbarkeit der 4 Grundprinzipien möglich ist und diese Anwendung bereits praktiziert wird.

Dieser Ansatz und seine Überführung in Gestaltmerkmale wurde plausibilisiert und untermauert, indem die Positionen und Stellungnahmen aus vielerlei Disziplinen<sup>564</sup> berücksichtigt und den jeweiligen Teilbereichen zugeordnet wurden, so beispielsweise die Gestaltgesetze den Präferenzen des Sehens und die Gestaltlehre nach FUCHS dem Ökonomieprinzip. Die 4 evolutionspsychologischen Prinzipien und die Sinnespräferenzen stellen damit ein ernsthaftes Indiz für die Existenz von Regeln dar, die präferenzsteigernd wirken.

### **7.5 Forschungsfrage 5: Lässt sich somit das Design gezielt zur Komfortsteigerung einsetzen?**

Im Validierungsexperiment (Kapitel 5.5) wurde jener Stuhl, der im Korrelationsexperiment *siegreich* aus der Design- und Komfortbewertung hervorging, mit zwei neuen Varianten des Stuhls verglichen, die sich lediglich in der Gestaltung der Armlehnen unterschieden. Die beiden neuen Varianten wurden nach dem oben genannten Prinzip der „Biomorphie“ gestaltet, wobei unterschiedliche Schwerpunkte (eine Variante adressiert stärker den Sehsinn, die andere den Tastsinn) gelegt wurden.

Der Umstand, dass der zuvor siegreiche Stuhl nun in allen Versuchsabschnitten auf dem letzten Platz landete, darf als Hinweis der Wirksamkeit der biomorphen Gestaltung angesehen werden. Somit kann die oben gestellte Forschungsfrage in der Allgemeinheit ihrer Formulierung mit „Ja“ beantwortet werden. Eine Kausalität liegt jedoch, wie bereits erwähnt, nicht vor. Biomorphe Gestaltung kann, muss aber kein positives ästhetisches Urteil zur Folge haben. Aufgrund ihres menschengeschichtlichen Ursprungs ist sie jedoch zumindest ein starker begünstigender Faktor.

<sup>564</sup> Erkenntnisse aus folgenden Disziplinen flossen ein: Philosophie, Psychologie, Wahrnehmungspsychologie, Biologie, Psychobiologie, Psychophysik, Architektur, Design, Design- und Architekturgeschichte, Musik, Bildende Kunst, Malerei, Kunstgeschichte, Neurowissenschaften, Kybernetik, Anthropologie, Verhaltenswissenschaften, Linguistik, Mathematik, Semiotik und Wirtschaftswissenschaften.

Zu weit ginge jedoch der Schluss, dass die Kriterien der Biomorphie beliebig skalierbar seien, somit sämtliche Objekte nach diesem Gestaltungsprinzip gestaltet werden sollten, wenn sie ein positives Gefallensurteil begünstigen sollen. Die diesem Gestaltungsprinzip zugrunde liegenden Kriterien konzentrieren sich auf den Seh- und den Tastsinn. Insofern wäre auch hier die Skalierbarkeit auf jene Objekte erst noch zu überprüfen, die menschliche Dimensionen so weit überschreiten, dass sie typischerweise nur noch gesehen, aber nicht mehr berührt werden können bzw. bei denen die aufgrund spezifischer Präferenzen des Tastsinns gestalteten Oberflächenelemente außer Reichweite sind.





8. Anhang.  
8.1 Korrelationsexperiment: Fragebogen
- 

## 8. Anhang

### 8.1 Korrelationsexperiment: Fragebogen

#### Fragebogen

Teilnehmer Nr.:

Datum:

## Korrelationsexperiment Bewertung von 4 Bürostühlen

Guten Tag.

Herzlichen Dank, dass sie sich entschieden haben, an unseren Sitzversuchen teilzunehmen.

#### Erklärung

Ich bin darüber in Kenntnis gesetzt worden, dass die Sitztests eine Sitzdauer von ca. 20 Minuten erfordern und ich erkläre hiermit, dass ich hierzu in der Lage bin.

Ich stimme zu, dass ich alle Informationen über die Sitze und den Versuchsablauf vertraulich behandle und ich sichere zu, dass ich hierzu keinerlei Informationen an Dritte weitergebe.

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

## 1. Angaben zur Person

1.1 Alter: ..... Jahre

1.2 Geschlecht:  männlich  weiblich

1.3 Herkunftsland/Gebiet:  Deutschland  
 anderes EU-Land  
 Asien  
 Amerika  
 anderes Land

\_\_\_\_\_

1.4 Wissen sie was Ergonomie ist (Vorkenntnisse)?

ja  
 nein

Bemerkung: \_\_\_\_\_

1.5 Wie viele Stunden verbringen sie im Durchschnitt pro Woche in einem Bürostuhl ?  
\_\_\_\_\_ h/Woche

1.6 Sind sie mit ihrem Bürostuhl zufrieden?

ja  
 nein

Bemerkung: \_\_\_\_\_

1.7 Wie stellen sie sich einen optimalen Bürostuhl vor?

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_

## 2. Design -Bewertung (Erster Eindruck vor dem Sitzen)

*(1. Bild von Stuhlreihenfolge machen)*

Nehmen sie sich einen Augenblick Zeit um diese vier Stühle genau von allen Seiten zu betrachten.

- 2.1 Welcher der vier vor ihnen stehenden Stühle gefällt ihnen am besten? Bringen sie die vier Stühle in eine Rangreihenfolge .

Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
-----	-----	-----	-----

*(2. Bild von Stuhlreihenfolge machen)*

Bitte Begründen sie ihre Wahl. Was gefällt Ihnen, was gefällt Ihnen nicht und woran erinnern sie die Stühle (Assoziationen) *(immer mit Begründung)* ?

Begründung: Stuhl 1: \_\_\_\_\_  
Stuhl 2: \_\_\_\_\_  
Stuhl 3: \_\_\_\_\_  
Stuhl 4: \_\_\_\_\_

- 2.2 Schauen sie sich bitte die folgenden Gesichtsausdrücke an. Weisen sie anschließend jedem Stuhl ein Bild zu (Emocard).

Stuhl 1: \_\_\_\_\_  
Stuhl 2: \_\_\_\_\_  
Stuhl 3: \_\_\_\_\_  
Stuhl 4: \_\_\_\_\_

- 2.3 „Körperunterstützung“ oder „Körperanpassung“ – wenn diese während des Tests erwähnt wird nachfragen, woran diese erkannt wird, ob diese gegeben ist oder nicht.

### 3. Komfort-Erwartungen

3.1 Welcher Stuhl wirkt auf sie rein visuell am komfortabelsten und welcher wirkt am wenigsten bequem?

Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
-----	-----	-----	-----

Begründung: Stuhl 1: \_\_\_\_\_  
Stuhl 2: \_\_\_\_\_  
Stuhl 3: \_\_\_\_\_  
Stuhl 4: \_\_\_\_\_

*(3. Bild von Stuhlreihenfolge machen)*

### 4. Komfort-Bewertung (Erster Eindruck nach dem Hinsetzen)

4.1 Bitte setzen sie sich in den Stuhl \_\_ und stellen diesen, sowie den Tisch bitte auf ihre Bedürfnisse und Körpermaße ein.

Fühlen sie sich wohl? ----- Gibt es etwas was sie stört oder aber ihnen besonderes Wohlbefinden verschafft?

Aussage	Begründung	Alternative
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____

4.2 Bitte setzen sie sich in den Stuhl \_\_ und stellen diesen, sowie den Tisch bitte auf ihre Bedürfnisse und Körpermaße ein.

Fühlen sie sich wohl? ----- Gibt es etwas was sie stört oder aber ihnen besonderes Wohlbefinden verschafft?

Aussage	Begründung	Alternative
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____

4.3 Bitte setzen sie sich in den Stuhl \_\_\_ und stellen diesen, sowie den Tisch bitte auf ihre Bedürfnisse und Körpermaße ein.

Fühlen sie sich wohl? ----- Gibt es etwas was sie stört oder aber ihnen besonderes Wohlbefinden verschafft?

Aussage	Begründung	Alternative
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____

4.4 Bitte setzen sie sich in den Stuhl \_\_\_ und stellen diesen, sowie den Tisch bitte auf ihre Bedürfnisse und Körpermaße ein.

Fühlen sie sich wohl? ----- Gibt es etwas was sie stört oder aber ihnen besonderes Wohlbefinden verschafft?

Aussage	Begründung	Alternative
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____

4.5 Welcher Stuhl wirkt bietet den meisten, welcher den geringsten Komfort

Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
-----	-----	-----	-----

*(4. Bild von Stuhlreihenfolge machen)*

4.6 Würden Sie einen dieser Stühle Kaufen (bitte mit Begründung)?

**Vielen Dank für ihre Teilnahme.**

## 8.2 Korrelationsexperiment: Detaillierte Ergebnisse der 4 Stühle

### 8.2.1 Designbewertung

Zunächst wird ermittelt, welche Faktoren bei der Designbewertung insgesamt eine herausgehobene Rolle spielen. In Abbildung 8-1 ist zu sehen, dass bei der Design-Bewertung seitens der Baugruppen die Armlehnen von besonderer Bedeutung sind. Diese werden bei jedem Stuhl mehrfach genannt und stellen ein zentrales Designmerkmal dar. Einen ähnlich starken Einfluss haben der Bezug (Textur und Farbgebung) sowie die Rückenlehne.

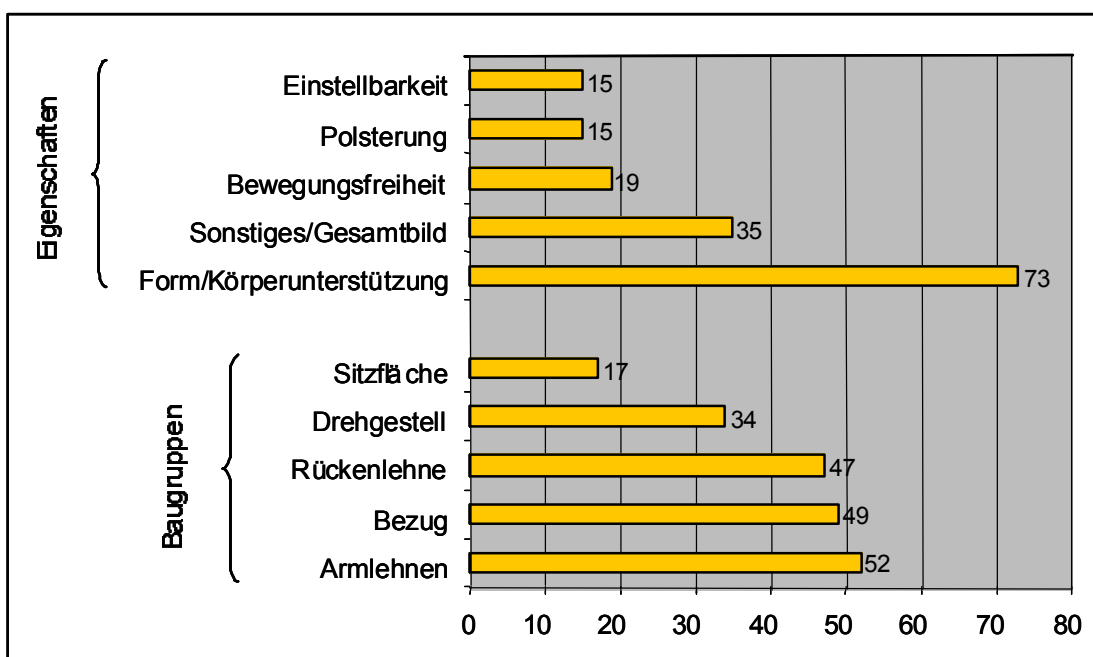


Abbildung 8-1: Auswertung Design-Faktoren gesamt (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, N=12)

Es ist noch anzumerken, dass die VP bei der Befragung nicht exakt zwischen den oben genannten Designaspekten und den in Kapitel 8.2.2 beschriebenen Komforterwartungen differenzieren. So werden beispielsweise bei der Designbefragung Antworten zum erwarteten Einstellbereich der Armlehnen gegeben.

#### 8.2.1.1 Designbewertung Stuhl 1

Stuhl 1 wird in Bezug auf das Gefallen schlechter bewertet als Stühle 2 und 4 (siehe Tabelle 5-2). Das liegt vor allem an den Assoziationen, die er hervorruft. Sie reichen vom „60er-Jahre Stuhl“ (Textur und Farbe des Bezugstoffes) über den „80er-Jahre-Raumschiffstuh“ (trapezförmige Rückenlehne) bis hin zum „gewöhnlichen Bürostuhl der 90er-Jahre“ (Großraumbüro, Alt-Herren-Sitz, Konservativ). Eine weitere negative Assoziation ist „Zahnarztstuhl“.

Bei Stuhl 1 wird hauptsächlich auf die Rückenlehne und den Bezugstoff eingegangen (siehe Abbildung 8-2). Diese unterscheiden sich von den anderen Stühlen und stechen somit hervor. Die Armlehnen und die Sitzfläche werden nicht so häufig genannt. Kaum einen Einfluss auf die Design-Aussagen hat das Drehgestell.

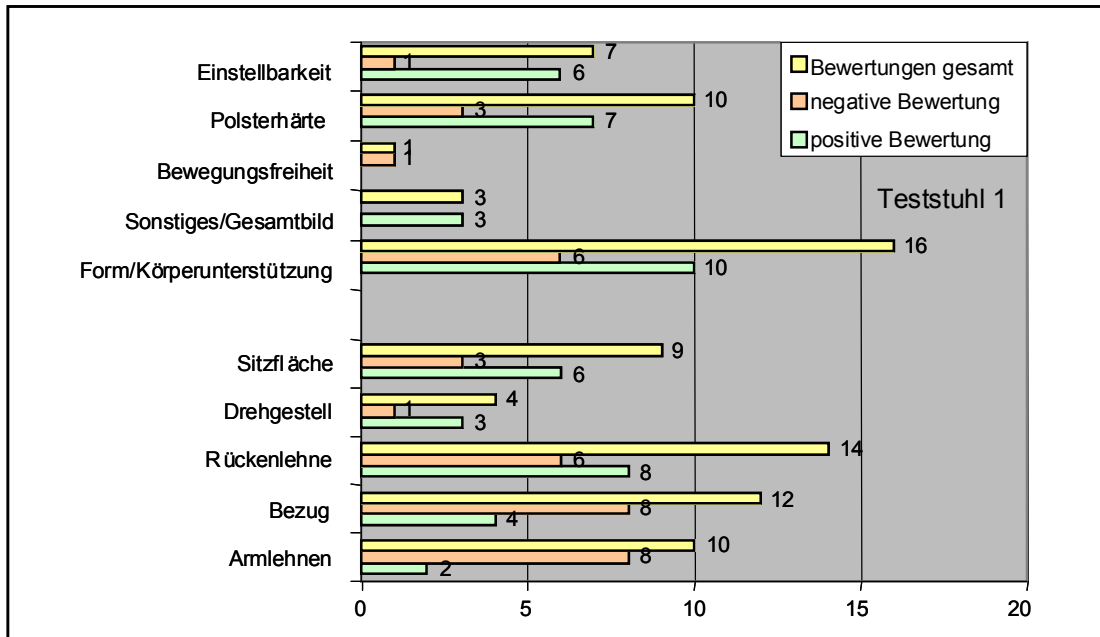


Abbildung 8-2: Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 1 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Bei den Eigenschaften ist vor allem die Form bzw. Körperunterstützung von besonderer Bedeutung. Die –vermutete- Polsterhärte und die Einstellbarkeit des Stuhls werden am zweit- bzw. dritthäufigsten genannt.

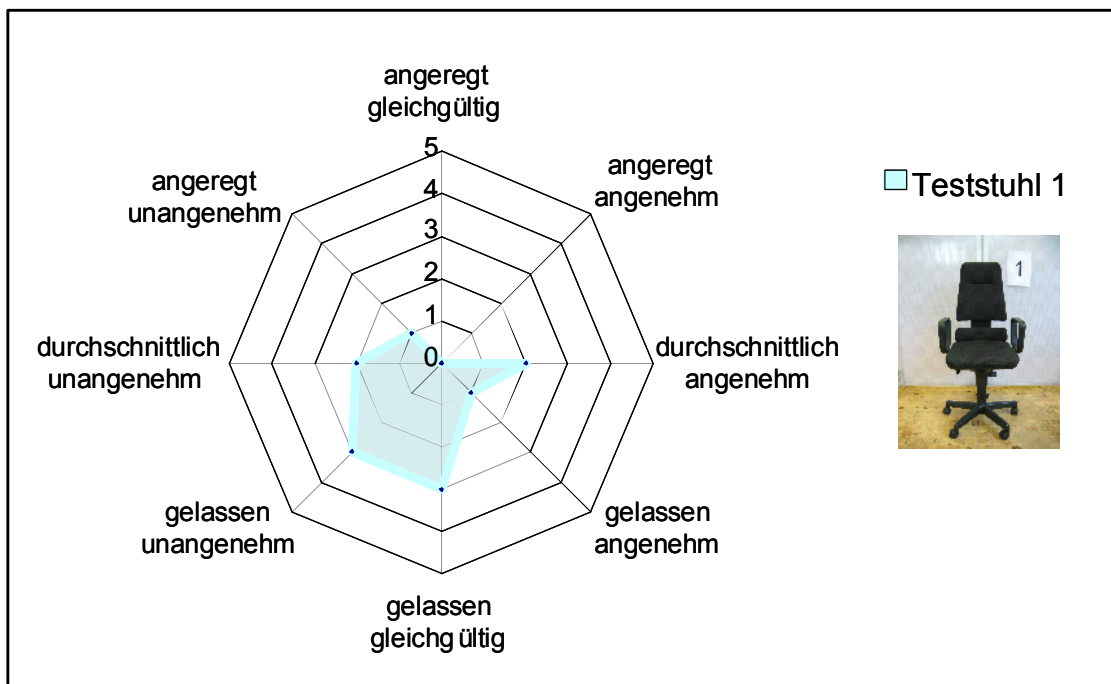


Abbildung 8-3: Auswertung Emocards Stuhl 1 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Die Auswertung der Zuordnung der Emocards im obigen Kreisdiagramm (Abbildung 8-3) zeigt, dass Stuhl 1 überwiegend gelassene bis durchschnittliche Emotionen hervorruft. Die Art der Anregung ist eher unangenehm als angenehm.

### 8.2.1.2 Designbewertung Stuhl 2

Stuhl 2 wird in Bezug auf das Gefallen besser bewertet als die Stühle 1 und 3 (siehe Tabelle 5-2). Zurückzuführen ist dies zum einen auf den Bezug, welcher durch die helle Applikation in der Rückenlehne einen modernen Eindruck macht. Das Gesamtbild von Stuhl 2 ruft Assoziationen wie „Sessel“, „Autositz“ oder „Wasserbett“ hervor. Diese werden allgemein mit Bequemheit in Verbindung gebracht. Allerdings stört das Design der Armlehnen das positive Gesamterscheinungsbild. So erinnern diese beispielsweise an einen Frauenarztstuhl oder dünne Beinchen mit großen Füßen, die in die Luft gestreckt werden. Dies findet seinen Niederschlag in doppelt so vielen negativen Aussagen zu den Armlehnen, wie er positive erhält (siehe Abbildung 8-4). Diese eher negativen Aussagen werden in der Gesamtbewertung jedoch gering bewertet (siehe Abbildung 8-5).

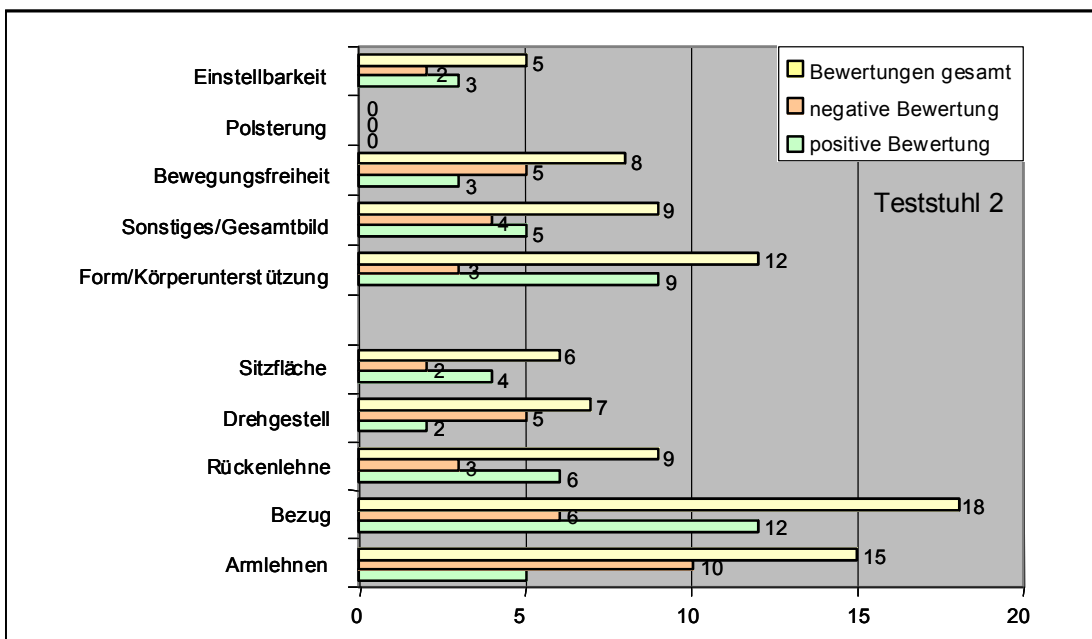


Abbildung 8-4: Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 2 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Bei den Eigenschaften ist das Kriterium „Form/Körperanpassung“ am auffälligsten. Des Weiteren wird auf die Bewegungsfreiheit im Stuhl aufgrund großer Sitzfläche und Rückenlehne eingegangen. Die Einstellbarkeit und das Gesamtbild sind von untergeordneter Bedeutung. Der vermuteten Polsterhärte wird bei Stuhl 2 kein Einfluss auf die Designwirkung bemessen.



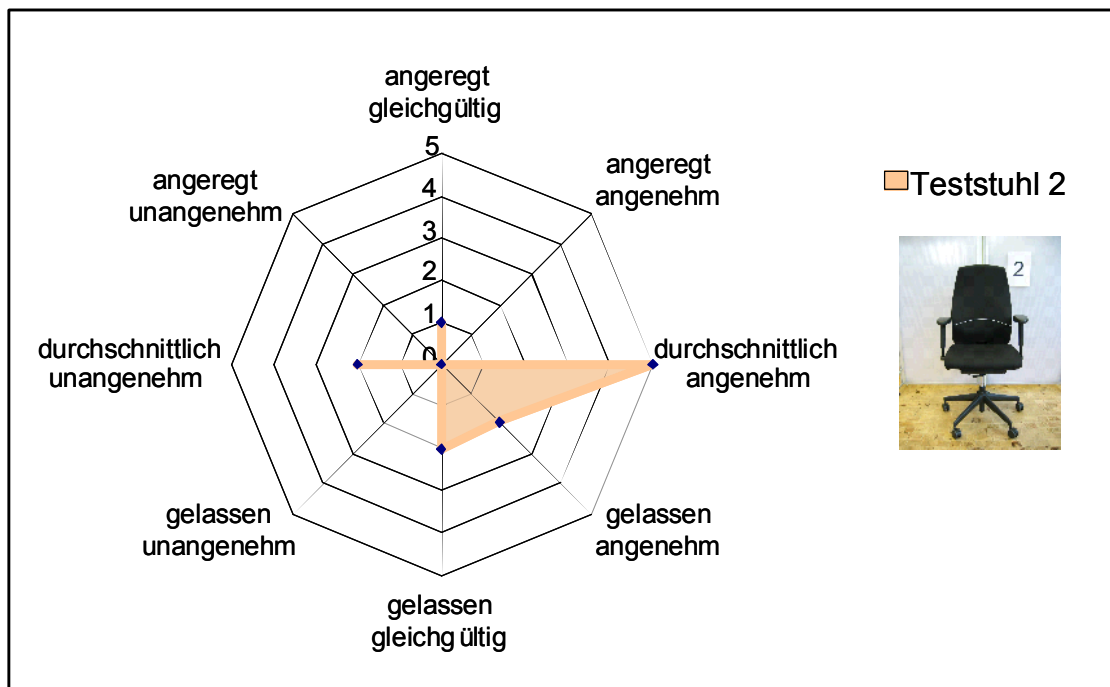


Abbildung 8-5: Auswertung Emocards Stuhl 2 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Die Emocard-Auswertung von Stuhl 2 zeigt, dass sieben der zwölf VP das Design als angenehm empfinden. Weitere drei VP empfinden das Design als gleichgültig. Lediglich zwei der VP empfinden das Design als unangenehm. Die Erregung der Emotionen liegt dabei überwiegend im durchschnittlichen bis gelassenen Bereich.

### 8.2.1.3 Designbewertung Stuhl 3

Stuhl 3 wird in Bezug auf das Gefallen schlechter bewertet als die Stühle 2 und 4 (siehe Tabelle 5-2). So ist weder bei der Emocard-Zuordnung (siehe Abbildung 8-7) noch bei den Assoziationen eine gleichmäßige Tendenz zu erkennen. Der Stuhl ist in kein bekanntes Bild einzuordnen, entspricht somit nicht den gewohnten Standards. Das hat zur Folge, dass die Aussagen stark divergieren. Die Assoziationen reichen vom „80er-Jahre Stuhl“ über einen „Achterbahnsitz“ (Gitterrohrrahmen erinnert an Sicherheitsbügel) bis hin zum „Gartenklappstuhl“. Der Bezugstoff erinnert aufgrund des leicht glänzenden Punkte-Dekors an hässliche Abendkleider oder das Sofa der Großmutter. Das Gesamterscheinungsbild erinnert an eine Low-Budget-Konstruktion (Gitterrohrrahmen).

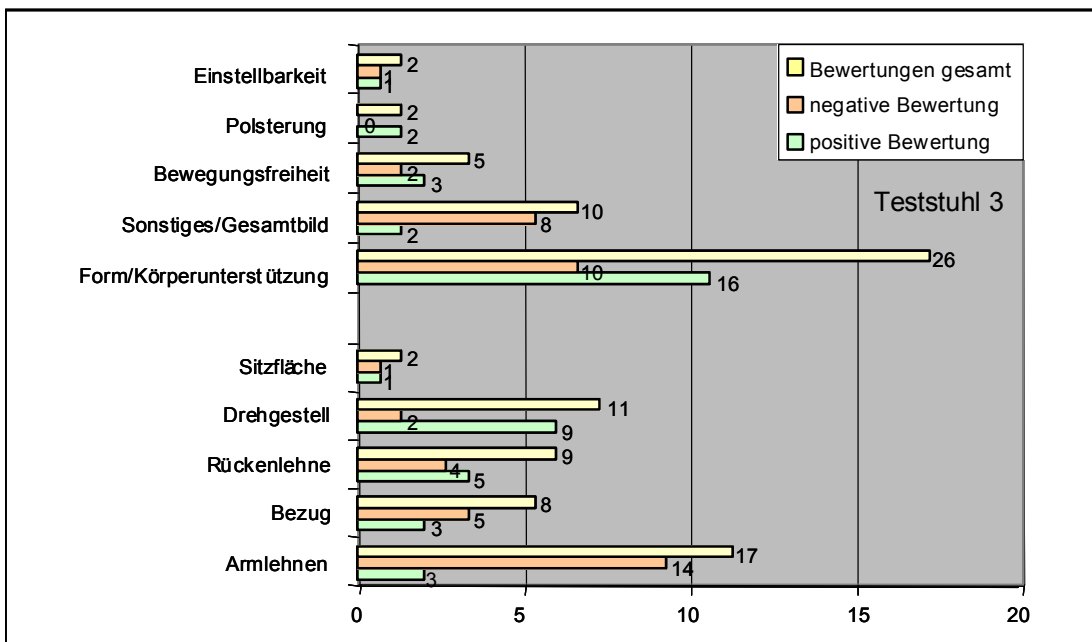


Abbildung 8-6: Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 3 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Bei den Design-Faktoren (siehe Abbildung 8-6) ist auffällig, dass die Armlehnen am häufigsten genannt werden. Vor allem deren Erscheinungsbild wird negativ bewertet. Das Drehgestell, die Rückenlehne sowie der Bezug erfahren eine mittlere Gewichtung im Bezug auf das Design, wohingegen die Sitzfläche kaum auffällt.

Seitens der Eigenschaften von Stuhl 3 ist vor allem die Form/Körperanpassung von besonderer Bedeutung. Dies ist primär auf die extreme Biegung der Rückenlehne zurückzuführen. Bewegungsfreiheit, Polsterung und Einstellbarkeit sind untergeordnete Eigenschaften des Designs. Das Gesamterscheinungsbild wird überwiegend als negativ eingestuft. Dies ist in erster Linie auf die einfach und billig wirkende Gitterrohrkonstruktion zurückzuführen.

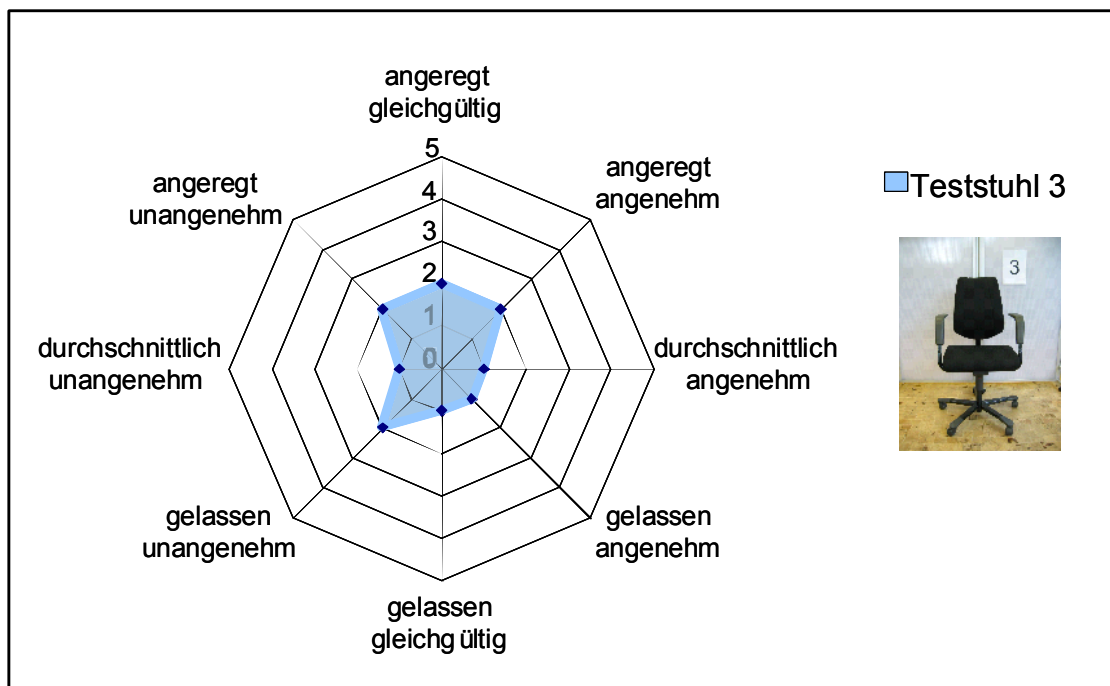


Abbildung 8-7: Auswertung Emocards Stuhl 3 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Die Emocard-Bewertung lässt, wie bereits oben bemerkt, keine klare Tendenz erkennen (siehe Abbildung 8-7). Es wird jede Erregungsstufe wie auch die Art der Anregung durch das Stuhl-Design erreicht. Insgesamt ist aufgrund der umschlossenen Diagrammfläche erkennbar, dass die Erregung tendenziell angeregt ist. Auch hier lässt sich der Stuhl somit nicht in eine bestimmte Kategorie einordnen.

#### 8.2.1.4 Designbewertung Stuhl 4

Stuhl 4 wird in Bezug auf das Gefallen besser bewertet als die Stühle 1 und 3 (siehe Tabelle 5-2). Bei den Assoziationen ist auffällig, dass das Erscheinungsbild überwiegend als „modern“ bezeichnet wird. So passt der Stuhl beispielsweise in einen gut eingerichteten Büroraum, zu einem modernen Unternehmen, zu einem Glasschreibtisch oder in einen Designkatalog. Aber auch Parallelen zu einem „Sportsitz für PKW“ mit unterschiedlicher Polsterung, Flugzeug- oder Zugsitzen werden gezogen.

Seitens der Design-Faktoren (siehe Abbildung 8-8) ist erkennbar, dass Drehgestell, Rückenlehne, Bezug und Armlehnen einen gleichermaßen großen Einfluss auf den Betrachter haben. Die Sitzfläche hingegen ist unauffällig. Sie unterscheidet sich nur geringfügig von jenen der anderen Stühle und wird dadurch weniger wahrgenommen, als die vier anderen markanten Baugruppen des Stuhls wahrgenommen werden.

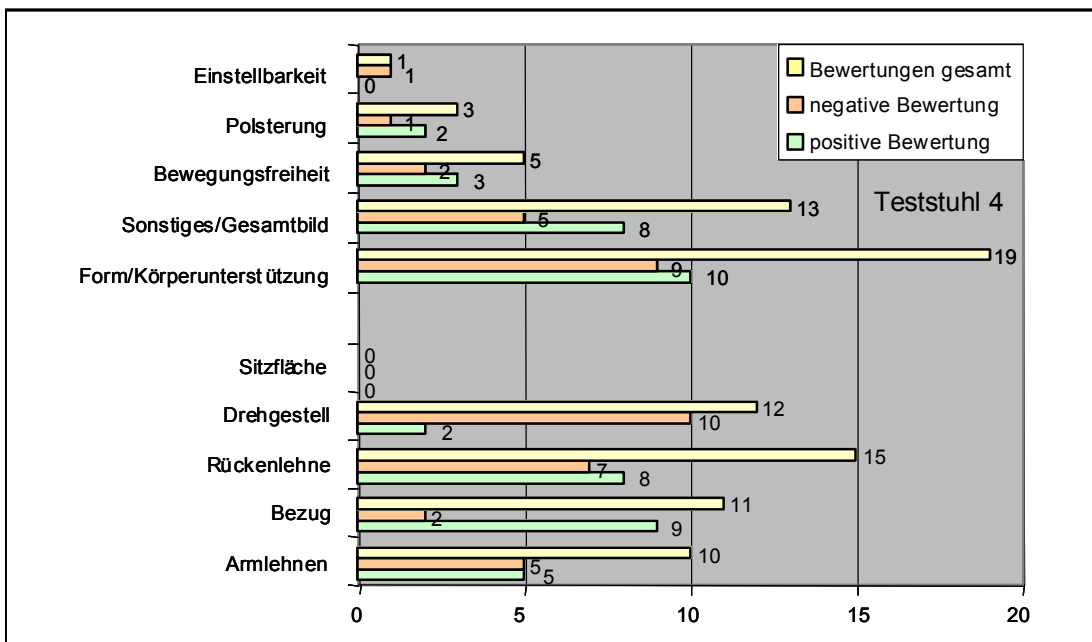


Abbildung 8-8: Designbewertung - Nennungshäufigkeiten Stuhl 4 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Bei den Eigenschaften ist wiederum die Körperunterstützung von primärer Bedeutung. Hierbei spielen zwei Faktoren eine wichtige Rolle, zum einen die großflächige Rückenlehne, mit der ein flexibles Sitzen mit verschiedenen Sitzhaltungen verbunden wird, und zum anderen die fehlende Ausprägung einer Lendenwirbelunterstützung.

Als zweite wichtige Eigenschaft wird das Gesamterscheinungsbild des Stuhls genannt. Diese Aussage lässt sich wiederum auf die Tatsache zurückführen, dass die Farbkombination des Stuhls im Vergleich zu den anderen Stühlen abweicht (Drehgestell hell, Punktemuster auf Bezugstoff).

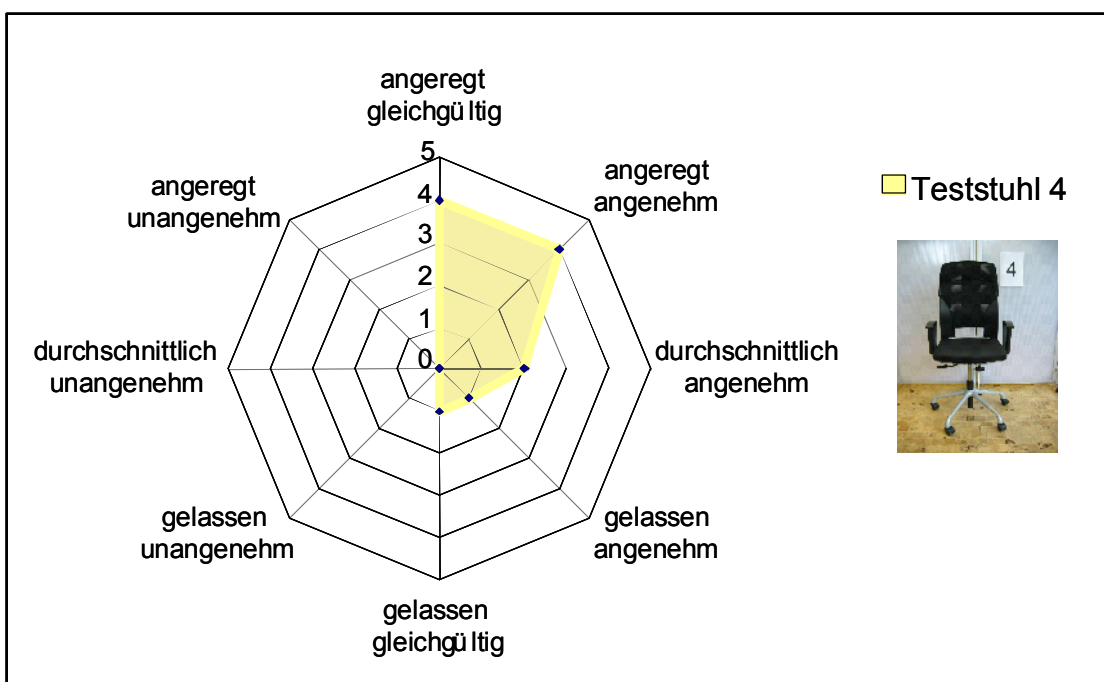


Abbildung 8-9: Auswertung Emocards Stuhl 4 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Die Auswertung der Emocards ergibt, dass bei sieben VP das Design des Stuhls angenehme Emotionen weckt, bei den anderen fünf gleichgültige (siehe Abbildung 5-42). Auffällig ist, dass bei acht VP die Emotionen beim Betrachten angeregt sind. Das bedeutet, dass das Design von Stuhl 4 mehr als jenes der anderen Stühle polarisiert.

### 8.2.2 Komforterwartung

Im Folgenden wird untersucht, welche Faktoren für die Komforterwartung von Bedeutung sind. Die Probanden legen dabei eine Rangreihenfolge der Stühle von „sieht am komfortabelsten aus“ bis zu „sieht am wenigsten komfortabel aus“ fest. Die Reihenfolge wird ausschließlich aufgrund visueller Eindrücke festgelegt.

Stuhl 2 wird in dieser Kategorie mit Abstand am besten bewertet (durchschnittliche Platzierung 1,67). Die anderen drei Stühle liegen relativ nahe beisammen. Stuhl 4 erhält eine durchschnittliche Platzierung von 2,58. Stuhl 1 liegt auf der dritten Platzierung mit 2,75 und Stuhl 3 wird mit einer durchschnittlichen Platzierung von 2,92 am schlechtesten bewertet (siehe Tabelle 5-2). Es machen somit die beiden Stühle den komfortableren Eindruck, die schon in der Designbewertung besser abgeschnitten haben.

Die Aussagen zu den Komforterwartungen sind deswegen von Bedeutung, weil sie einen Rückschluss darauf zulassen, welche Baugruppen und Eigenschaften der Stühle bei der visuellen Betrachtung mit Komfort oder Diskomfort in Verbindung gebracht werden. In Abbildung 8-10 sind die Aussagen über alle 4 Stühle dargestellt.

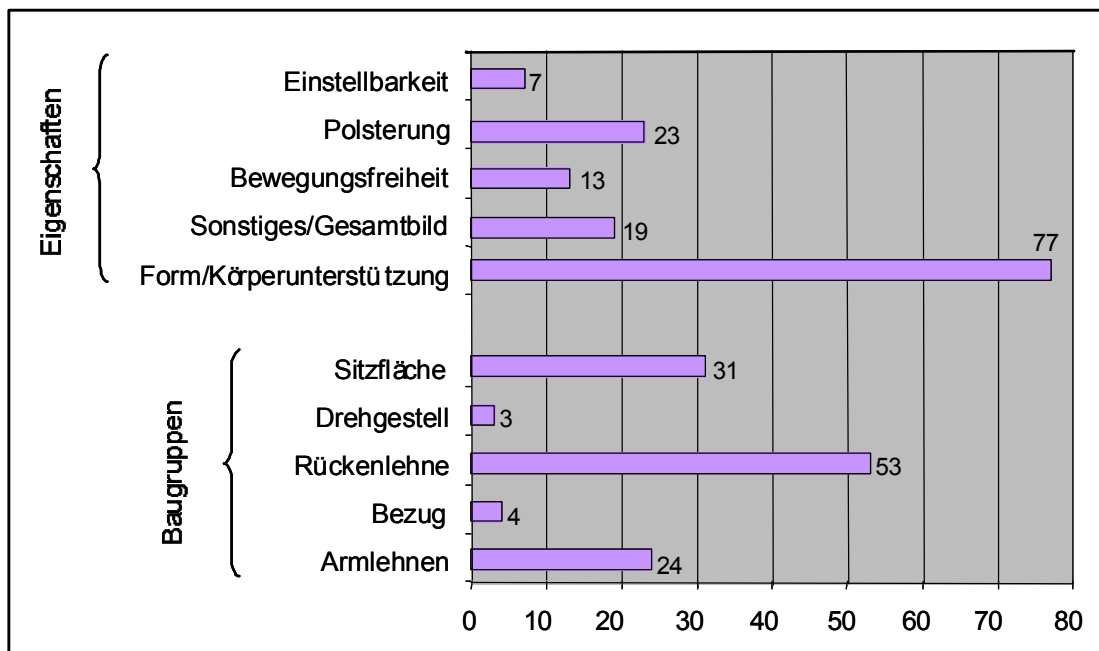


Abbildung 8-10: Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten über alle Stühle (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Am wichtigsten für die Komforterwartung ist das Kriterium „Form/Körperunterstützung“. Die 77 Aussagen betreffen hauptsächlich die Körperunterstützung von Armen, Rücken und Gesäß. Somit werden diese auch als besonders wichtige Baugruppen der Stühle angesehen. Aber auch die Füße (Fußstütze) werden in Hinblick auf die Körperunterstützung berücksichtigt. Primär wird die Körperunterstützung an der Form der Stuhlelemente

festgemacht. Der Bezugsstoff hat, wenn er erwähnt wird, lediglich negativen Einfluss auf die Komforterwartung (mangelnde Atmungsaktivität).

Erstaunlich ist die geringe Beachtung der Einstellbarkeit der Stühle unter diesem Punkt (nur 7 Aussagen hierzu), obwohl diese bei der Eingangsbefragung, wie ein optimaler Bürostuhl aussehen muss, von allen Probanden als Notwendigkeit angegeben wurde. Zu erklären ist dies mit der bereits erwähnten Schwierigkeit der Probanden, scharf zwischen „Gefallen“ und „Bequemheit“ zu trennen.

### 8.2.2.1 Komforterwartung Stuhl 1

Bei Stuhl 1 werden 14 Aussagen gemacht, dass der Stuhl „bequem“ wirkt. Dem stehen 21 Aussagen „unbequem“ gegenüber. Abbildung 8-11 schlüsselt die Aussagen wiederum nach Eigenschaften und Baugruppen auf. Dabei zeigt sich, dass bei Stuhl 1 Rückenlehne und Sitzfläche die beiden wichtigsten Baugruppen sind. Positive Eigenschaften sind hier die dicke Polsterung und die großzügigen Abmessungen. Die Polsterunterteilung suggeriert einerseits eine gute Einstellbarkeit und somit auch Körperanpassung, andererseits wird die Unterteilung als eher störend betrachtet, da durch diese eine gute und einheitliche Körperunterstützung nicht möglich ist.

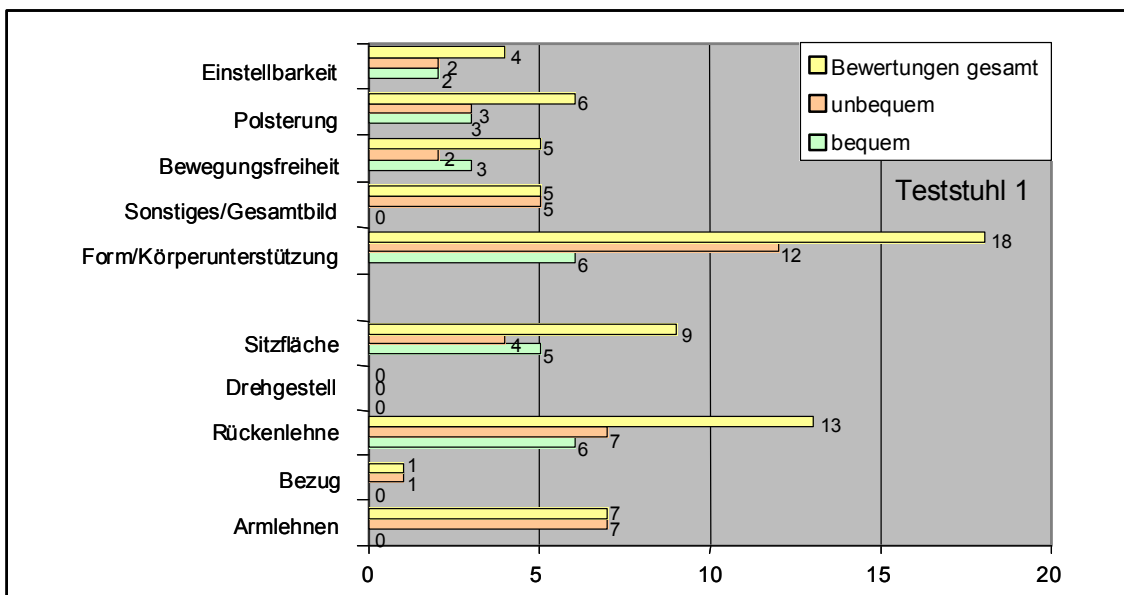


Abbildung 8-11: Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 1 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Die Armlehnen von Stuhl 1 haben hingegen nur negativen Einfluss auf die Komforterwartung. Ihre Positionierung erscheint zu tief und zu weit hinten, die Größe zu klein. So ist keine Körperunterstützung der Arme möglich. Hinzu kommt, dass die geschlossene Form und direkte Anbindung an die Sitzfläche das Gefühl bei den VP hervorrufen, dass diese die Sitzhaltung einengen und Haltungsverwechsel behindern. Drehgestell und Bezugsstoff haben praktisch keinen Einfluss auf die Komforterwartung.

### 8.2.2.2 Komforterwartung Stuhl 2

Bei Stuhl 2 werden 24 Aussagen gemacht, dass der Stuhl bequem aussieht, 5 behaupten das Gegenteil.

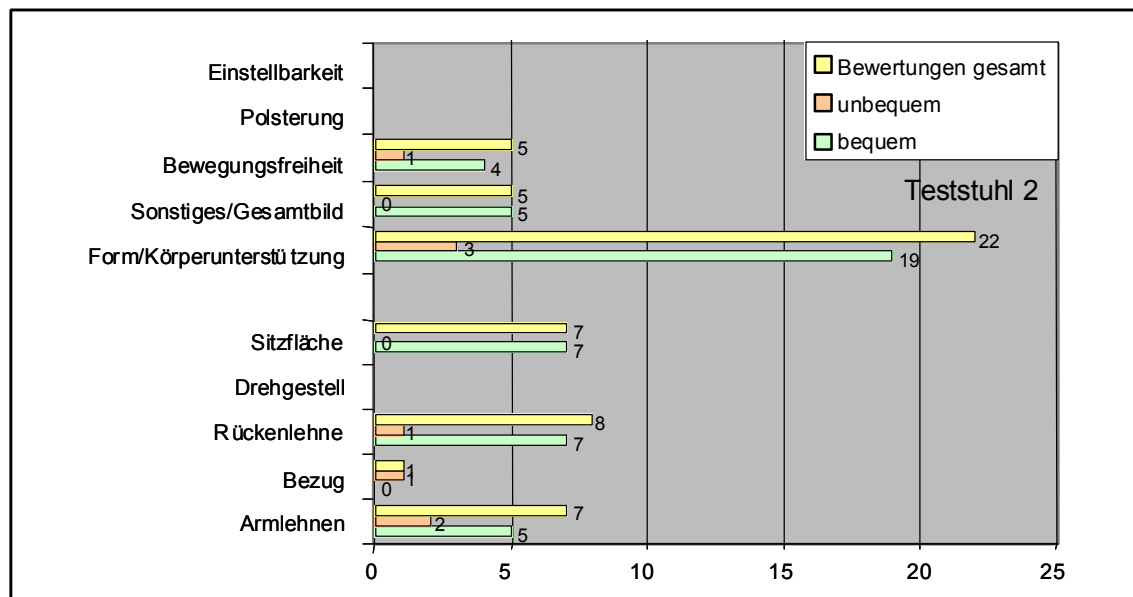


Abbildung 8-12: Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 2 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Wie schon beim Design wird auch hier Stuhl 2 positiv bewertet (siehe Tabelle 5-2). Auffällig ist, dass weder Einstellbarkeit noch Polsterung Bedeutung für die Komforterwartung haben (siehe Abbildung 8-12). Überwiegend positiv werden die Eigenschaften „Bewegungsfreiheit“ und „Gesamteindruck“ bewertet. Der Grund hierfür liegt in den großzügigen Abmessungen und der Form der Kontaktflächen, welche einen Haltungswechsel zu unterstützen scheinen („keine Schalenform“), sowie der Stofftextur, die „warm“ aussieht.

Als wichtige Bauelemente werden Sitzfläche, Rückenlehne und die Armlehne genannt. Diese stellen den direkten Kontakt zum Stuhl her. Begründet werden diese Aussagen mit der Körperunterstützung und Körperanpassung. Rückenlehne und Sitzfläche schneiden hierbei besonders gut ab. Die Armlehnen hingegen sind weit hinten positioniert und bieten somit keine Körperunterstützung. Der Bezugsstoff hat wenig Einfluss auf die Komforterwartungen (eine negative Aussage: Bezug sieht aufgrund der Textur „klebrig“ aus). Das Drehgestell wird nicht berücksichtigt.

### 8.2.2.3 Komforterwartung Stuhl 3

Bei Stuhl 3 werden 13 Aussagen gemacht, dass der Stuhl bequem aussieht, 18 geben an, er wirke unbequem. Sieben negative Bewertungen basieren mitunter auf der Rohrkonstruktion (siehe Abbildung 5-3) des Stuhls. Diese macht einen instabilen Eindruck und lässt ihn „wackelig“ aussehen. Das Gesamtbild weckt wenig Vertrauen, da die Verbindungen zwischen den einzelnen Baugruppen sehr einfach und sichtbar ausgeführt sind (siehe Abbildung 8-13).

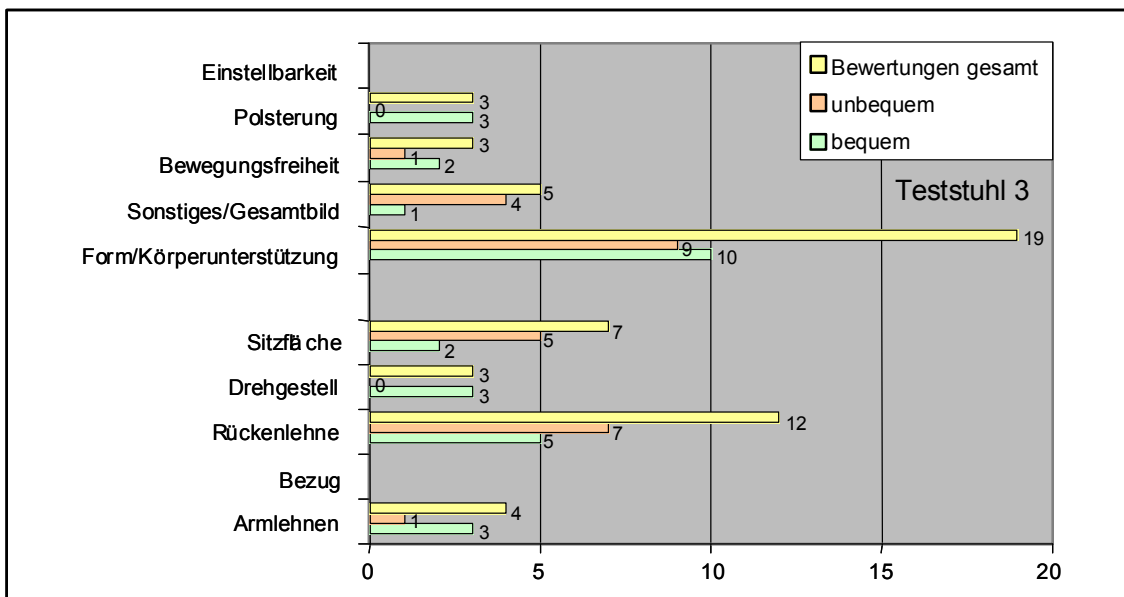


Abbildung 8-13: Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 3 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Auffällige Baugruppen sind die Rückenlehne und die Sitzfläche. Durch deren Formgebung erwarten sieben bzw. fünf VP keinerlei Körperunterstützung. Somit ist der Kontakt zum Stuhl punktuell und führt zu Druckspitzen. Zwei andere Probanden hingegen interpretieren diese Form als besonders vorteilhaft und bequem, da genau durch den punktuellen Kontakt ein sehr flexibles Sitzen ermöglicht wird. Hieraus resultieren auch die geteilten Meinungen in Bezug auf das Kriterium „Form/Körperunterstützung“.

Positiv wird die integrierte Fußstütze im Drehgestell aufgenommen. Auch die Ausführung der Armlehnen wird als bequem interpretiert, da sie aufgrund ihrer Größe eine gute Körperunterstützung bieten und die Bauform als Ausleger nicht einengt und zugleich leicht federt. Der Bezug hat keine Auswirkung auf die Komforterwartung.

Die Polsterung wird als „bequem“ angesehen, da durch ihre „kissenartige“ Form der Eindruck erweckt wird, dass diese besonders weich ist und sich dem Körper anpasst. Ebenfalls die Form von Rückenlehne und Sitzfläche ist verantwortlich für die Aussagen zur Bewegungsfreiheit im Stuhl 3.

#### 8.2.2.4 Komforterwartung Stuhl 4

13 Aussagen beschreiben Stuhl 4 als „bequem“, 24 als „unbequem“. Diese Wertung ist primär auf die Polsterung der Rückenlehne zurückzuführen, zu der die meisten Aussagen zu verzeichnen sind (siehe Abbildung 8-14). Der seitliche Kunststoff sowie die dünne Polsterung werden als „zu hart“ und „unflexibel“ betrachtet. Hierher rührt auch ein Teil der negativen Aussagen zu „Form/Körperunterstützung“. Hinzu kommt die Musterung des Bezugsstoffs, die durch ihre hellen Farbakzente „metallisch“ wirkt und somit den harten Eindruck unterstützt. Als Nachteil wird auch die mutmaßlich fehlende Atmungsaktivität des Kunststoffes im Rückenbereich, sowie dessen kalte Oberfläche gewertet.

Die Ausführung der Armlehnen wird ebenfalls als unbequem betrachtet. Die gewölbte Oberfläche vermittelt den Eindruck einer punktuellen Kontaktfläche. So ist keine ausreichende Körperunterstützung für die Arme gewährleistet.



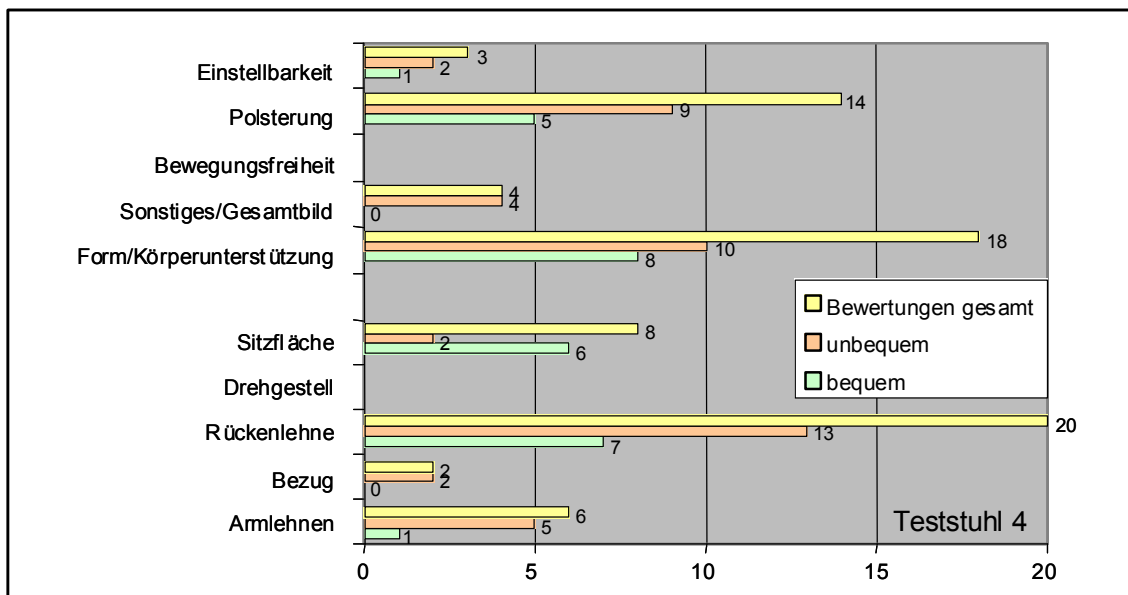


Abbildung 8-14: Komforterwartung – Nennungshäufigkeiten Stuhl 4 (absolute Nennungshäufigkeit über alle Probanden, n=12)

Das Gesamtbild des Stuhles wird von vier VP aufgrund der Farbgebung (Bezug und Drehgestell) als „metallisch“ bzw. „hart“ und somit als „unbequem“ interpretiert. Das Drehgestell hat keinen Einfluss auf die Komforterwartungen.

### 8.2.3 Komfort- und Diskomforturteil; Komfortranking

Nun erfolgt der erste Kontakt mit dem Stuhl. In vorgegebener Reihenfolge nehmen die Probanden Platz, stellen die Stühle nach ihren Bedürfnissen ein und geben Auskunft, was „störend“ wirkt und was „angenehm“ ist. Abbildung 8-15 zeigt die Summen der Aussagen, die beim Erstkontakt als Begründung für Diskomfort („Störendes“) bzw. für Komfort („Angenehmes“) angeführt wurden. Wie darin zu sehen ist, wird Stuhl 4 überwiegend positiv bewertet. Bei den Stühlen 2 und 3 sind die Aussagen nahezu ausgeglichen. Stuhl 1 wird häufiger negativ bewertet als positiv.

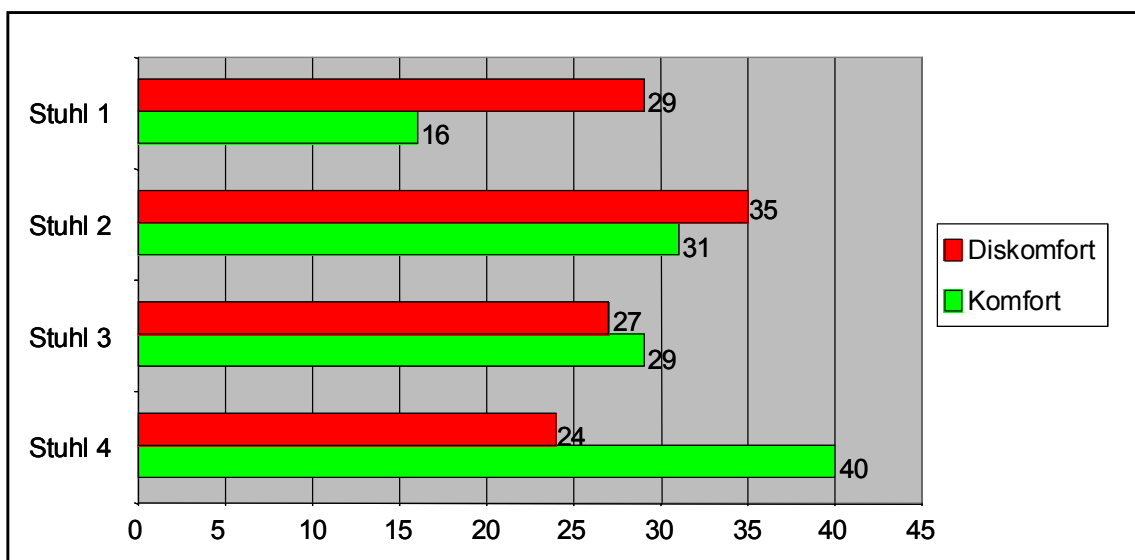


Abbildung 8-15: Wahrgenommener Komfort und Diskomfort – Häufigkeit der Nennungen (n=12)

In Abbildung 8-16 werden die einzelnen Faktoren aufgezeigt, die für die Komfort- und Diskomfortbewertung durch die 12 Probanden von Bedeutung sind. Die im Vergleich zu Abbildung 8-15 erheblich höhere Anzahl an Begründungen ist darauf zurückzuführen, dass für eine komfort- oder diskomfortrelevante Wahrnehmung vielfältige Ursachen benannt wurden.

Wichtigste Eigenschaft ist wiederum „Form/Körperunterstützung“, gefolgt von der Polsterhärte. Ist diese zu weich, werden Haltungswechsel erschwert, was zur Folge hat, dass der Komforteindruck negativ beeinflusst wird. Zu harte Polsterung führt zu Druckspitzen in der Kontaktfläche, was sich ebenfalls negativ auswirkt. Die Einstellbarkeit hat im Verhältnis zur Form/Körperunterstützung und Polsterung eine geringe Gewichtung erfahren. Dies ist bei Berücksichtigung der Erwartungen an einen optimalen Bürostuhl zu Versuchsbeginn besonders auffällig (vgl. Kapitel 5.1.7.2). Das bedeutet, dass der Wunsch nach Einstellmöglichkeiten ausgeprägter ist als die tatsächliche Nutzung derselben.

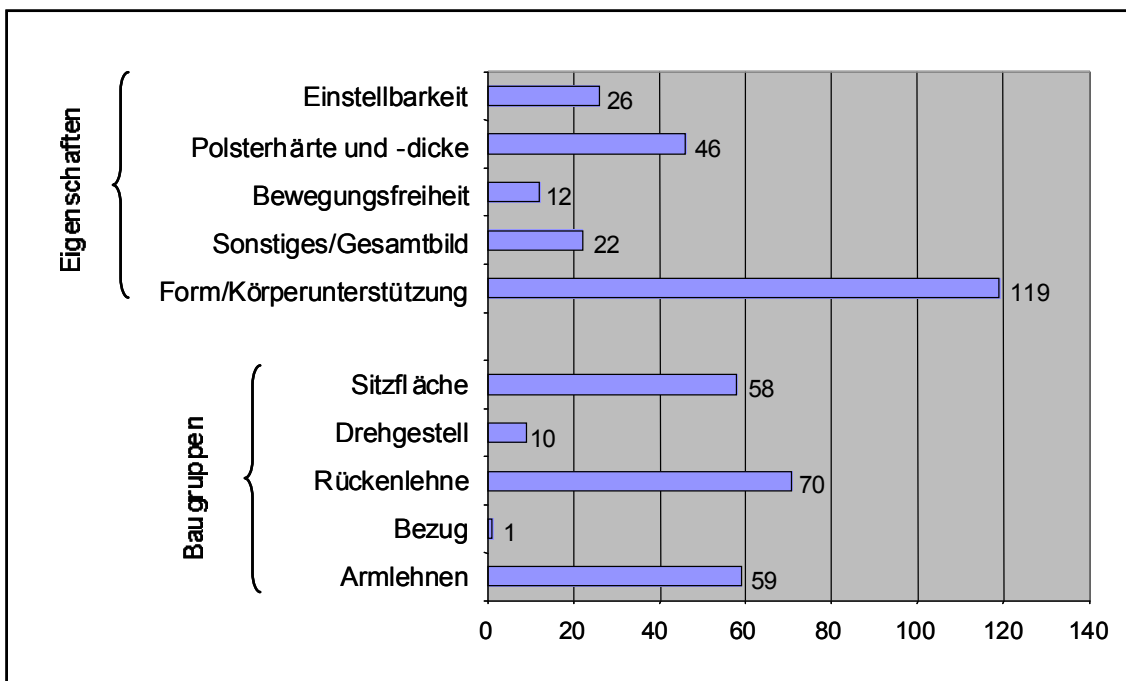


Abbildung 8-16: Komfort- und Diskomforturteil – Absolute Nennungshäufigkeiten über alle Stühle

Seitens der Baugruppen ist zu sehen, dass die Sitzfläche, die Rückenlehne und die Armlehnen einen ähnlich großen Einfluss auf die Komfort- und Diskomfortwahrnehmung haben. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass je nach Baugruppe verschiedene Eigenschaften im Vordergrund stehen. So ist bei der Rückenlehne die Form/Körperanpassung von primärer Bedeutung, wohingegen die Sitzfläche eher aufgrund ihrer Polsterung beurteilt wird. Die Armlehnen werden hauptsächlich nach ihrer Einstellbarkeit und der daraus folgenden Körperunterstützung bewertet (siehe auch Kapitel 5.1.7.6).

Als abschließende Wertung nehmen die Probanden ein Komfortranking der Stühle vor. Dabei sortieren sie diese ausschließlich nach Komforteindruck vom „bequemsten“ bis zum „am wenigsten bequemen“. Das Ergebnis ist Tabelle 5-2 (Seite 136) zu entnehmen: Stuhl 4 wird am besten bewertet (durchschnittliche Platzierung: 1,92) und ist somit der „bequemste“ der vier Stühle. Auf Rang 2 liegt Stuhl 2. Er wird im Durchschnitt mit 2,33 bewertet. Auf dem dritten Rang liegt Stuhl 3 (2,75) und Stuhl 1 wird mit 2,92 am schlechtesten bewertet.

Diese Rangfolge deckt sich mit den in Abbildung 8-15 dargestellten Häufigkeiten von Komfortaussagen. Interessant an dieser Stelle ist der Umstand, dass bis zu einem gewissen Grad Defizite in Form von Diskomfort durch Komfortfaktoren kompensiert werden können. So wird Stuhl 2 auf dem zweiten Platz angesiedelt, obwohl die Anzahl der Diskomfortaussagen die der Komfortaussagen übertrifft (siehe hierzu Kapitel 5.1.8).

### 8.2.3.1 Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 1

Stuhl 1 wird im abschließenden Komfortranking am schlechtesten beurteilt. In Abbildung 8-17 sind die vorangegangenen Aussagen zu Komfort und Diskomfort aufgeführt. Vor allem die Armlehnen sind für die schlechte Bewertung verantwortlich. Sie bieten kaum Körperunterstützung, da sie nicht einstellbar und ungünstig positioniert sind. Die Sitzfläche wird positiv bewertet. Dies ist auf die angenehme Polsterhärte und die ausreichende Sitzflächentiefe zurückzuführen. So ist eine gute Körperunterstützung gewährleistet. Die Rückenlehne wird ausgeglichen bewertet. Ihre positive Eigenschaft ist wie bereits bei der Sitzfläche die gute Polsterung. Negativ wirkt sich dagegen die fehlende Fixierungsmöglichkeit in verschiedenen Stellungen und die nach oben schmal zulaufende Form aus, welche die Körperunterstützung beeinträchtigt. Das Drehgestell hat wenig, der Bezug keinen Einfluss auf die Komfortbewertung.

Die Einstellbarkeit wird nur leicht gewertet und beschränkt sich auf die Neigung der Rückenlehne. Unter „Sonstiges“ wird die Dämpfung des Sitzes beim Setzen als angenehm beurteilt, ebenso die Relativbewegung von Sitzfläche und Rückenlehne.

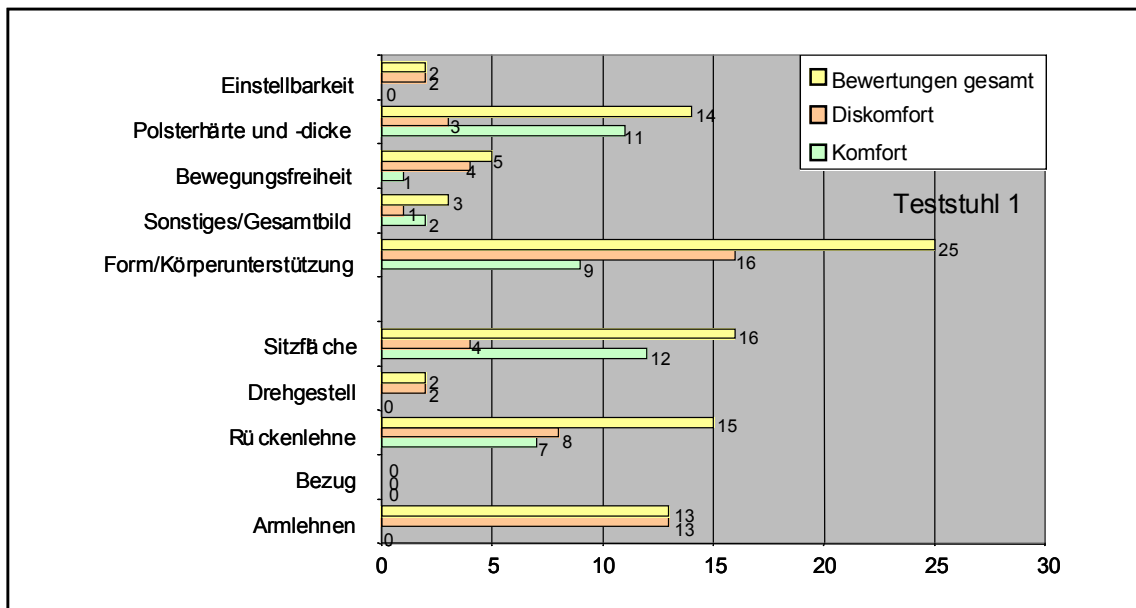


Abbildung 8-17: Komfort- und Diskomforturteil -Nennungshäufigkeiten Stuhl 1 über alle Probanden (n=12)

Stuhl 1 vermittelt zunächst durch seine segmentierten Polster in Sitzfläche und Rückenlehne, dass er sich gut an den Körper anpassen lässt. Zugleich dämpfen seine erkennbar statischen Armlehnen den Eindruck von Flexibilität bereits bei der Bewertung des erwarteten Komforts. Da die Kinematik des Stuhles das visuelle Versprechen von Beweglichkeit nicht einlöst, landet der Stuhl in der Komfortbewertung auf dem letzten Platz.

### 8.2.3.2 Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 2

Stuhl 2 wird im Komfortranking am zweitbesten beurteilt. In Abbildung 8-18 sind die Häufigkeiten der vorangegangenen Aussagen zu dessen Komfort und Diskomfortmerkmalen aufgeführt.

Die Sitzfläche wird überwiegend als komfortabel beurteilt. Dies ist hauptsächlich auf die angenehme Polsterhärte zurückzuführen. Aber auch Form und Größe tragen dazu bei. Bei der Rückenlehne sind die positiven Bewertungen ebenfalls auf die Polsterung zurückzuführen. Jedoch überwiegen hier die negativen Aspekte. Hierzu zählen die Form, welche nicht zu jedem Körper passt, der undefinierte Druckpunkt der Polsterung, die fehlenden Fixierungsmöglichkeiten der Einstellung und die ungenügende Bewegungsfreiheit. Aber auch die Relativbewegung von Sitzfläche und Rückenlehne und die Tiefeneinstellung der Sitzfläche lösen Diskomfort aus. Sie lassen den Stuhl wackelig wirken. Die Armlehnen bieten eine gute Körperunterstützung, sind aber nicht ausreichend einstellbar. Das Oberflächenmaterial wird sowohl als angenehm („kein Rutschen“), als auch unangenehm („klebrig“) empfunden.

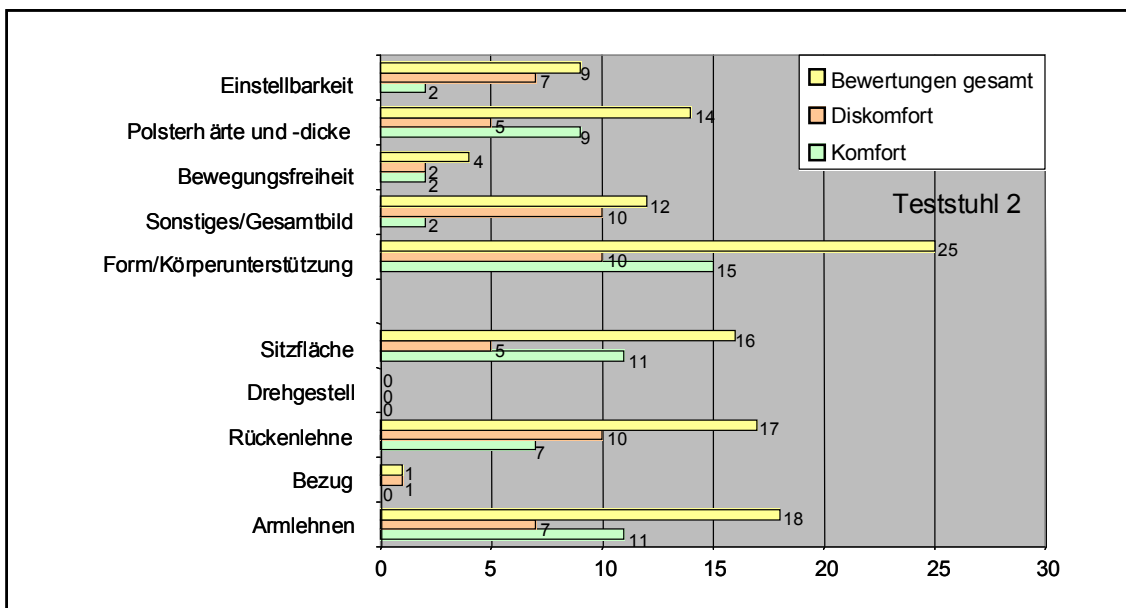


Abbildung 8-18: Komfort- und Diskomforturteil - Nennungshäufigkeiten Stuhl 2 über alle Probanden (n=12)

Das Drehgestell und der Bezug haben keinen Einfluss auf die Komfortbewertung. Ein weiterer Negativfaktor ist die unzulängliche Bedienung der verschiedenen Einstellmöglichkeiten. Die Funktionsweise ist nicht klar verständlich und die Stellelemente sind schlecht auffind- und bedienbar.

### 8.2.3.3 Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 3

Stuhl 3 wird im abschließenden Komfortranking am drittbesten beurteilt. Abbildung 8-19 zeigt die zuvor genannten Komfort- und Diskomfortfaktoren.

Die Sitzfläche wird aufgrund guter Polsterung, Form und Abmessungen als überwiegend komfortabel bewertet. Sie bietet eine gute Körperunterstützung. Die Armlehnen werden ebenfalls positiv bewertet. Sie unterstützen den Körper durch ihre großflächige Auflage. Des Weiteren wird das Drehgestell mit integrierten Fußstützen inklusive Anti-Rutsch-Funktion positiv angenommen.

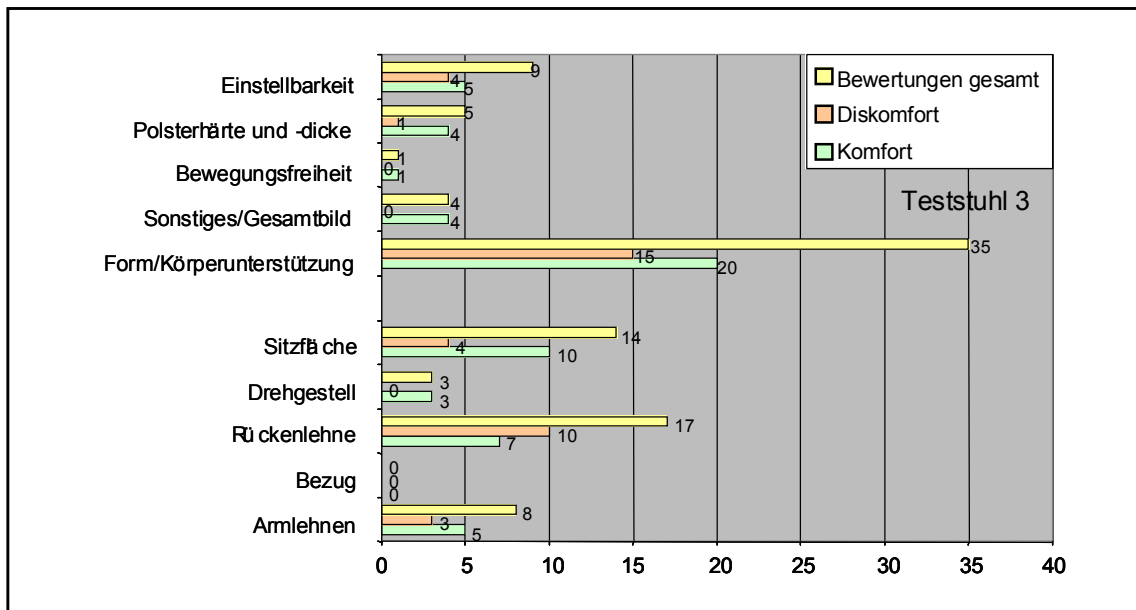


Abbildung 8-19: Komfort- und Diskomforturteil -Nennungshäufigkeiten Stuhl 3 über alle Probanden (n=12)

Die Rückenlehne hat wiederum den größten Anteil an den Komfortbewertungen. Bei der Qualität streuen die Aussagen jedoch. Die Form wird sowohl als bequem beurteilt, da sie durch die kleine Kontaktfläche und starke Krümmung ein flexibles Sitzen unterstützt, sowie auch als unbequem, da sie keine ausreichende Körperunterstützung beim Anlehnen bietet.

Ein weiterer negativer Aspekt von Stuhl 3 ist die schlechte Bedienbarkeit. Zwar sind die Einstellmöglichkeiten umfangreich, jedoch ist die Zuordnung der Bedienelemente unklar.

Auch der Kippmechanismus, welcher Sitzfläche und Rückenlehne bei starrem Sitzwinkel nach hinten kippen lässt, wird als Diskomfortaspekt gewertet (vier Aussagen hierzu), da dies im Vergleich zu den anderen Stühlen ungewohnt ist. Eine separate Rückenlehnenverstellung wird vermisst. Der Bezug hat wiederum keinen Einfluss auf die Komfortbewertung.

#### 8.2.3.4 Komfort- und Diskomforturteil Stuhl 4

Stuhl 4 wird im abschließenden Komfortranking am besten beurteilt, was die stimmige Folge aus den vorausgegangenen Komfort- und Diskomfortwertungen ist. Diese sind in Abbildung 8-20 aufgeführt.

Die Armlehnen werden als einzige Baugruppe überwiegend als Diskomfortfaktoren bezeichnet, was primär auf die wackelige Befestigung am Stuhl und die nicht ausreichende Längeneinstellung zurückzuführen ist. Positiv wird hingegen deren Form und die daraus resultierende Körperunterstützung bewertet. Auch die Positionierung gefällt. Die Sitzfläche wird überwiegend positiv beurteilt. Dies ist in erster Linie auf die angenehme Polsterung zurückzuführen. Aber auch die Abmessungen und die Form/Körperunterstützung werden als positive Eigenschaften der Sitzfläche gesehen. Die Rückenlehne wird ebenfalls als „komfortabel“ beurteilt. Der Grund hierfür liegt allerdings primär an der Form, welche eine gute Körperunterstützung bietet, sowie der Fixierungsmöglichkeit in jeder Position. Hinzu kommt die Relativbewegung von Sitzfläche und Rückenlehne beim Zurücklehnen, die als angenehm empfunden wird. Ein Manko ist allerdings die zu große Breite, die die Bewegungsfreiheit etwas einschränkt.

8. Anhang.

8.2 Korrelationsexperiment: Detaillierte Ergebnisse zu den vier Teststühlen

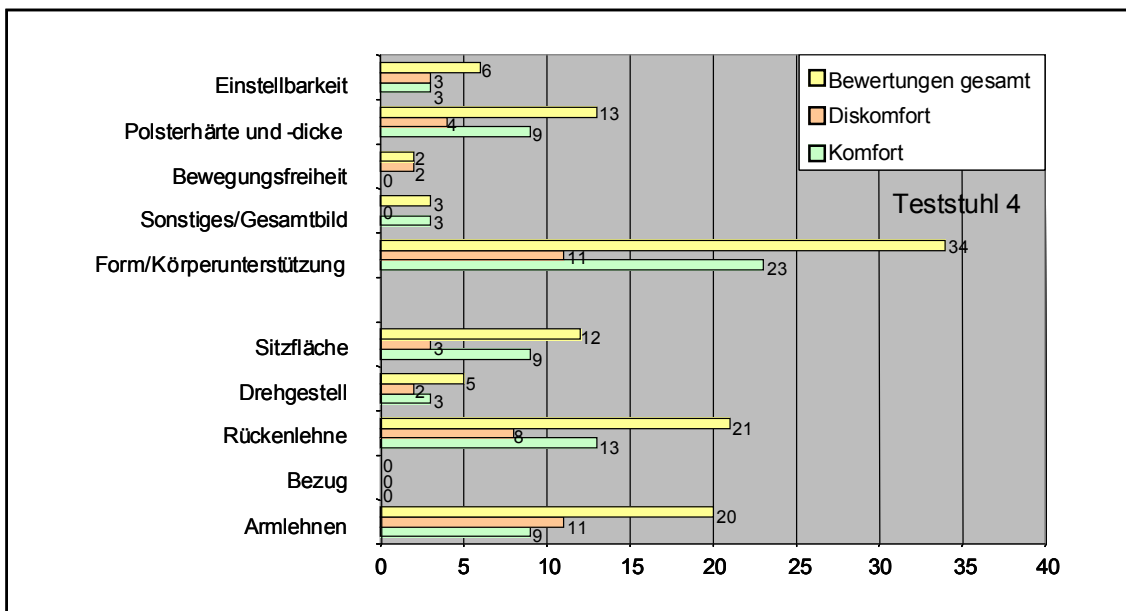



Abbildung 8-20 Komfort- und Diskomforturteil - Nennungshäufigkeiten Stuhl 4 über alle Probanden (n=12)

Beim Drehgestell muss man zwei Eigenschaften unterscheiden. Zum einen wird das Dämpfungsverhalten bei Lastwechseln auf die Sitzfläche als bequem beurteilt. Zum anderen ist die Formgebung der Rollenabbindung für den Bewegungsfreiraum der Beine und Füße hinderlich, was negative Bewertungen zur Folge hat.

8. Anhang.  
8.3 Präferenztest (visuell): Fragebogen
- 

### 8.3 Präferenztest (nur visuell): Fragebogen

Teilnehmer Nr.:	_____	 <b>Fraunhofer</b> Institut Arbeitswirtschaft und Organisation
Datum:	_____	

## Visuelle Beurteilung von Bürostühlen

**Eingangsfragen:**

- Haben Sie beruflich mit Ergonomie oder Design zu tun? (*wenn ja → nicht geeignet*)
- Besteht Ihre Arbeit überwiegend aus Bürotätigkeit? (*wenn nein → nicht geeignet*)
- Wie viele Stunden am Tag verbringen Sie sitzend? Ca. \_\_\_\_\_ Stunden

**Einführung:**

- Welche drei Eigenschaften machen für Sie einen schönen Bürostuhl aus?

Eigenschaft 1: \_\_\_\_\_

Eigenschaft 2: \_\_\_\_\_

Eigenschaft 3: \_\_\_\_\_

**Erklärung:**

Wir zeigen Ihnen jetzt gleich die Abbildungen verschiedener Bürostühle. Während der Bewertung werden Ihnen 15 Bildpaare gezeigt. Jedes Bildpaar zeigt zwei verschiedene Stühle. Bitte entscheiden Sie bei jedem Bildpaar, welcher Stuhl Ihnen rein formal, also nur von seiner Form her, besser gefällt. Bitte beurteilen Sie die Stühle möglichst nur nach ihrer Form. Lassen Sie andere Kriterien oder Überlegungen (Farbe, Material, „Würde ich mir den Stuhl kaufen?“, „Ist der Stuhl bequem?“, etc...) außer Acht.

**Ergebniserläuterung:**

Es waren in Summe 6 verschiedene Stühle. Bei jeder Abfrage hat der bessere Stuhl einen Punkt bekommen. Aus der Summe aller Punkte ergibt sich folgende Rangreihenfolge. Bitte korrigieren Sie dieses gegebenenfalls.

<b>Finales Ranking nach Korrektur:</b> _    _    _    _    _    _
---

Grund für Platz 1: \_\_\_\_\_

Grund für Platz 6: \_\_\_\_\_

Geschlecht: \_\_\_\_\_                      Alter: \_\_\_\_\_

Präferenztest Stuhl design  
CRK/863

- 8. Anhang.
  - 8.4 Präferenztest (visuell): Beispielscreens des Paarvergleichs mit Excel
- 

#### 8.4 Präferenztest (nur visuell): Beispielscreens des Excel-basierten Paarvergleichs

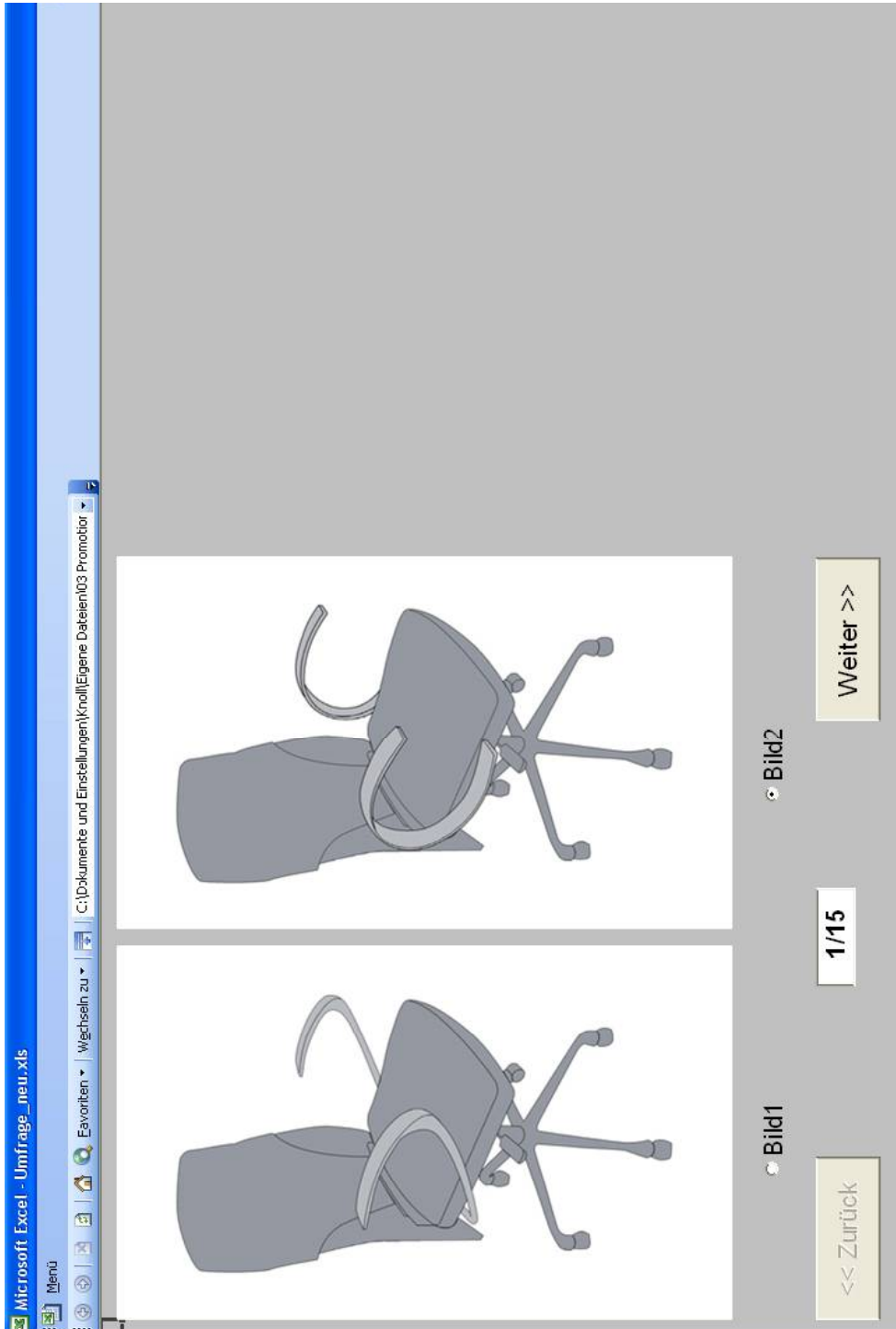


Abbildung 8-21: Startscreen mit Anzeige der beiden zur Auswahl stehenden Stühle. Platzierung ist randomisiert. Proband klickt auf den Radio-Button des besser gefallenden Stuhles und dann auf „Weiter >>“.



8. Anhang.

8.4 Präferenztest (visuell): Beispielscreens des Paarvergleichs mit Excel

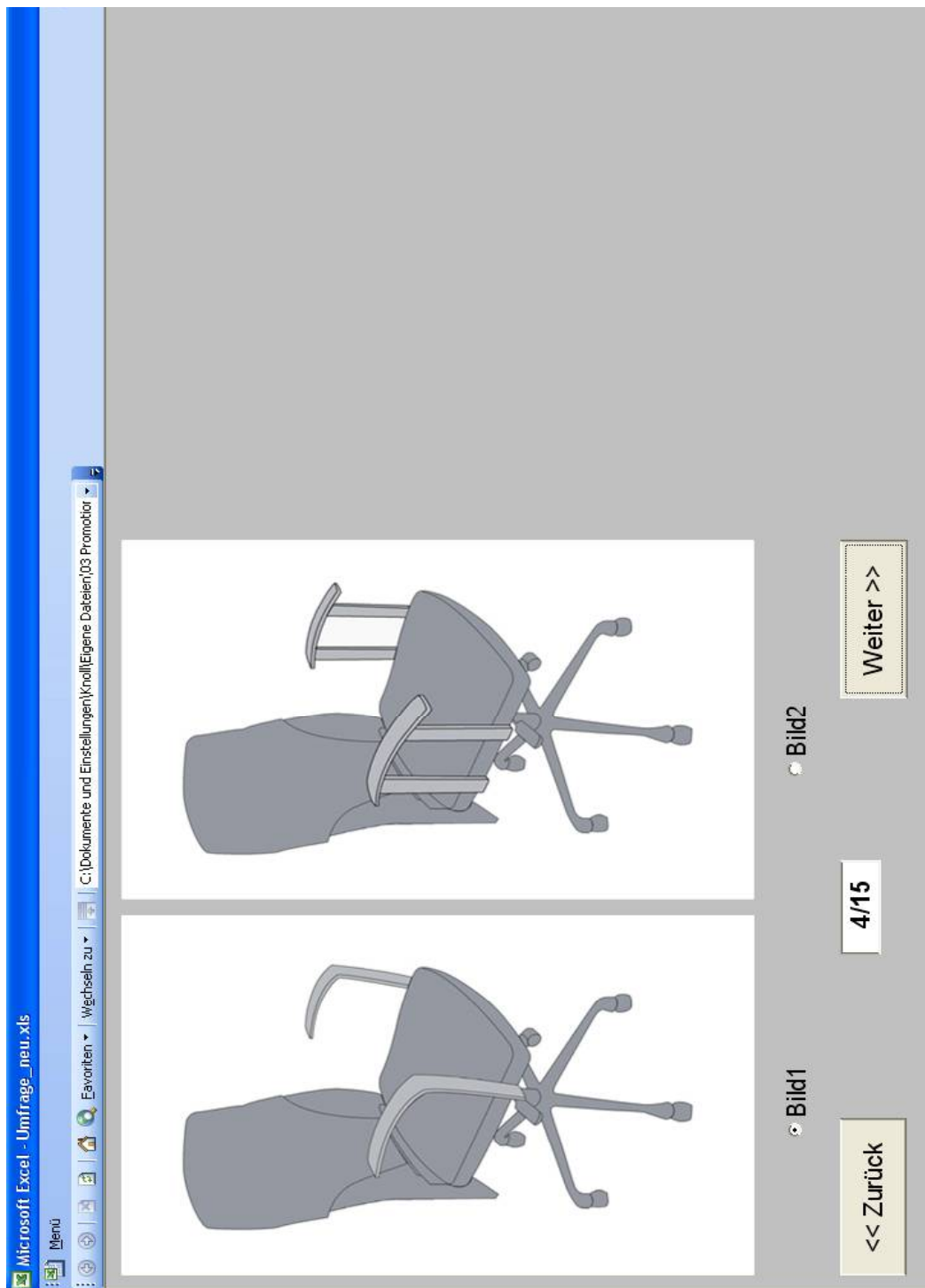


Abbildung 8-22: Beliebige aus der Folge herausgegriffene Seite. Anzeige der beiden zur Auswahl stehenden Stühle. Platzierung ist randomisiert. Proband klickt auf den Radio-Button des besser gefallenden Stuhles und dann auf „Weiter >>“.

- 8. Anhang.
- 8.4 Präferenztest (visuell): Beispielscreens des Paarvergleichs mit Excel

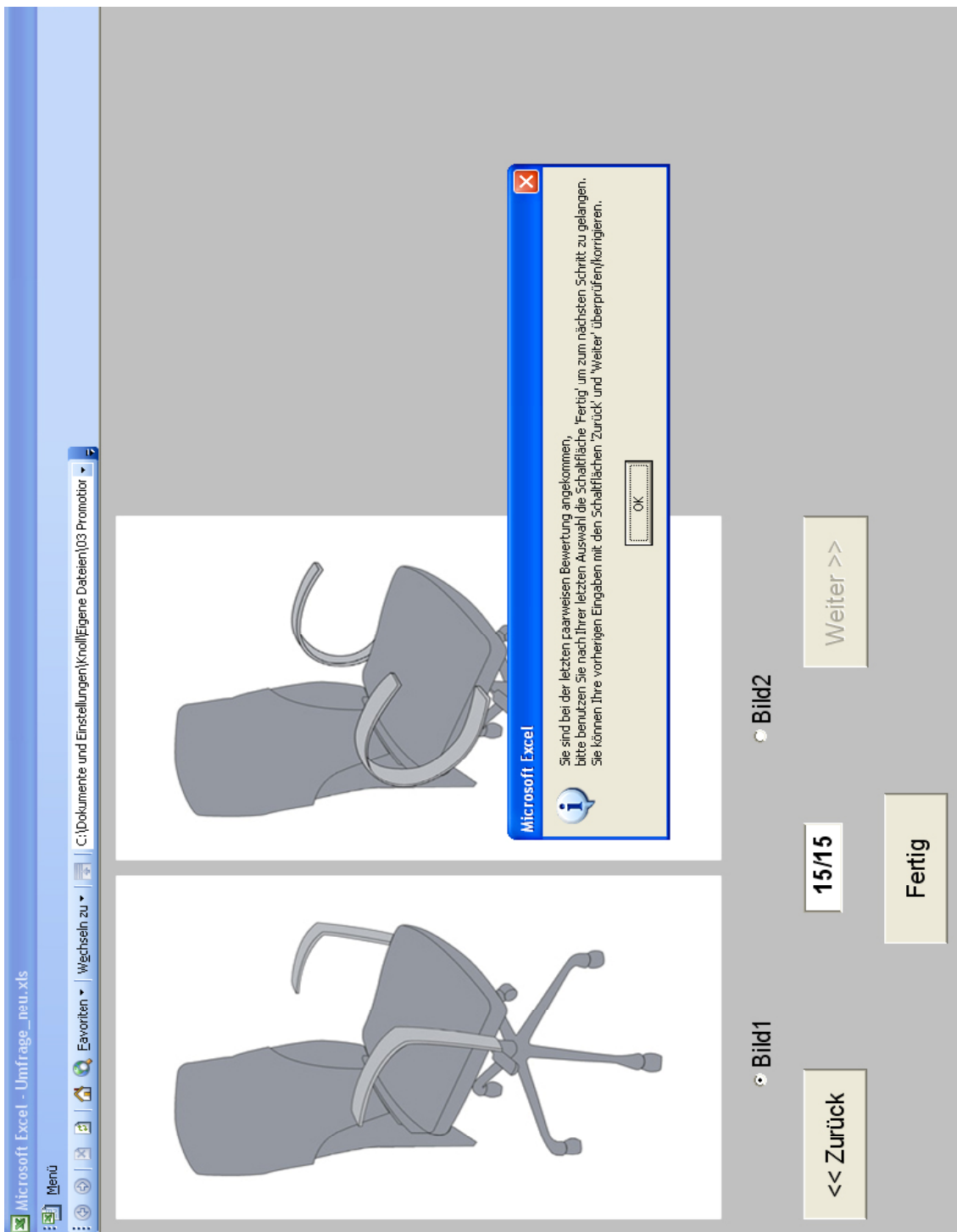


Abbildung 8-23: Ein Hinweisfeld weist darauf hin, dass alle 15 Paarvergleiche wurden vorgenommen wurden.

8. Anhang.  
 8.4 Präferenztest (visuell): Beispielscreens des Paarvergleichs mit Excel

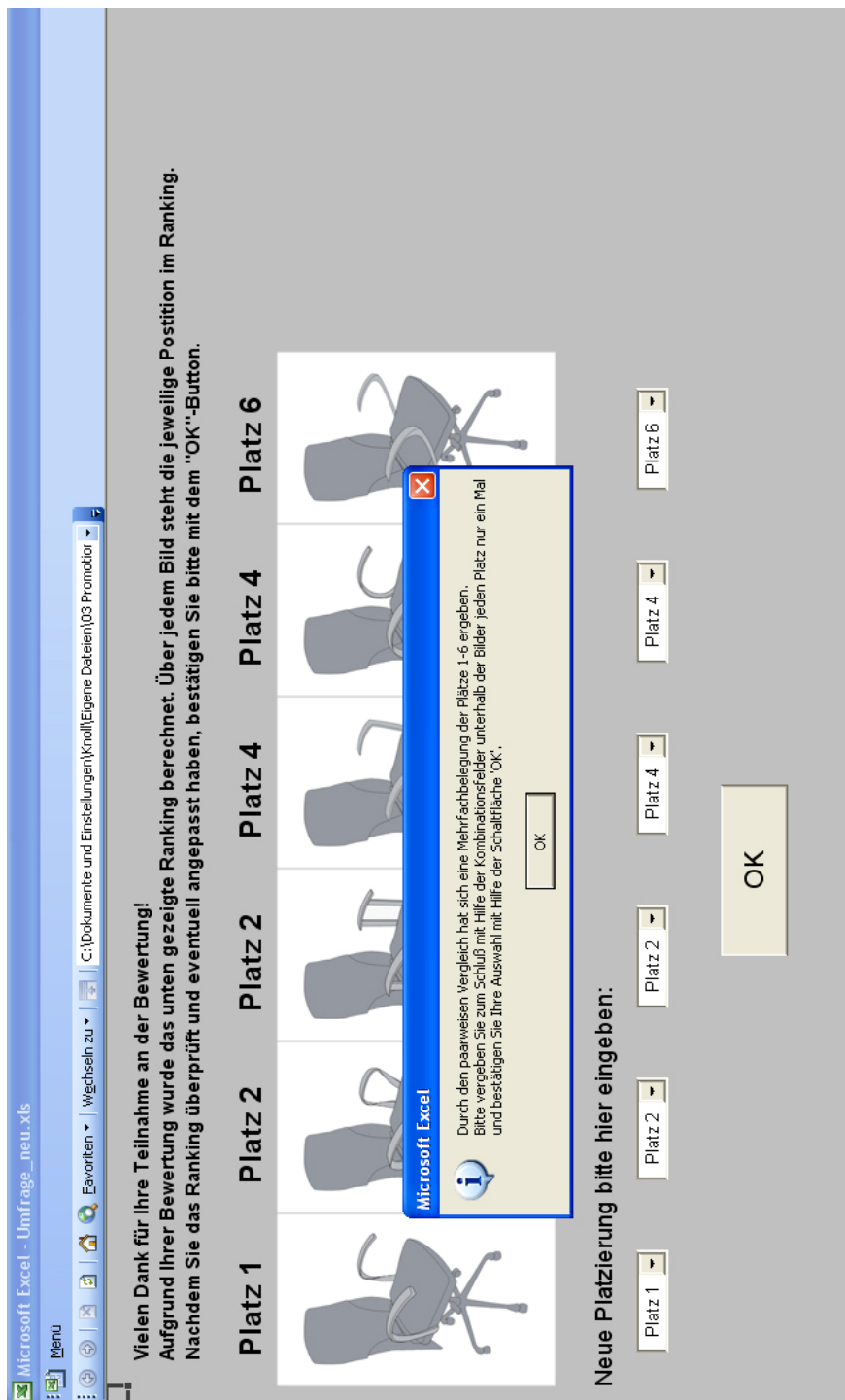


Abbildung 8-24: Die Stühle werden in der sich aus den vorangegangenen Paarvergleichen ergebenden Platzierungen angezeigt. In diesem Fall erscheint ein Hinweis, dass Plätze mehrfach vergeben wurden (hier im Beispiel die Plätze 2 und 4 jeweils zweifach). Die Meldung besagt, dass dies nun korrigiert werden muss, weil jede Platzierung nur ein Mal vergeben werden darf.

8. Anhang.  
8.4 Präferenztest (visuell): Beispielscreens des Paarvergleichs mit Excel

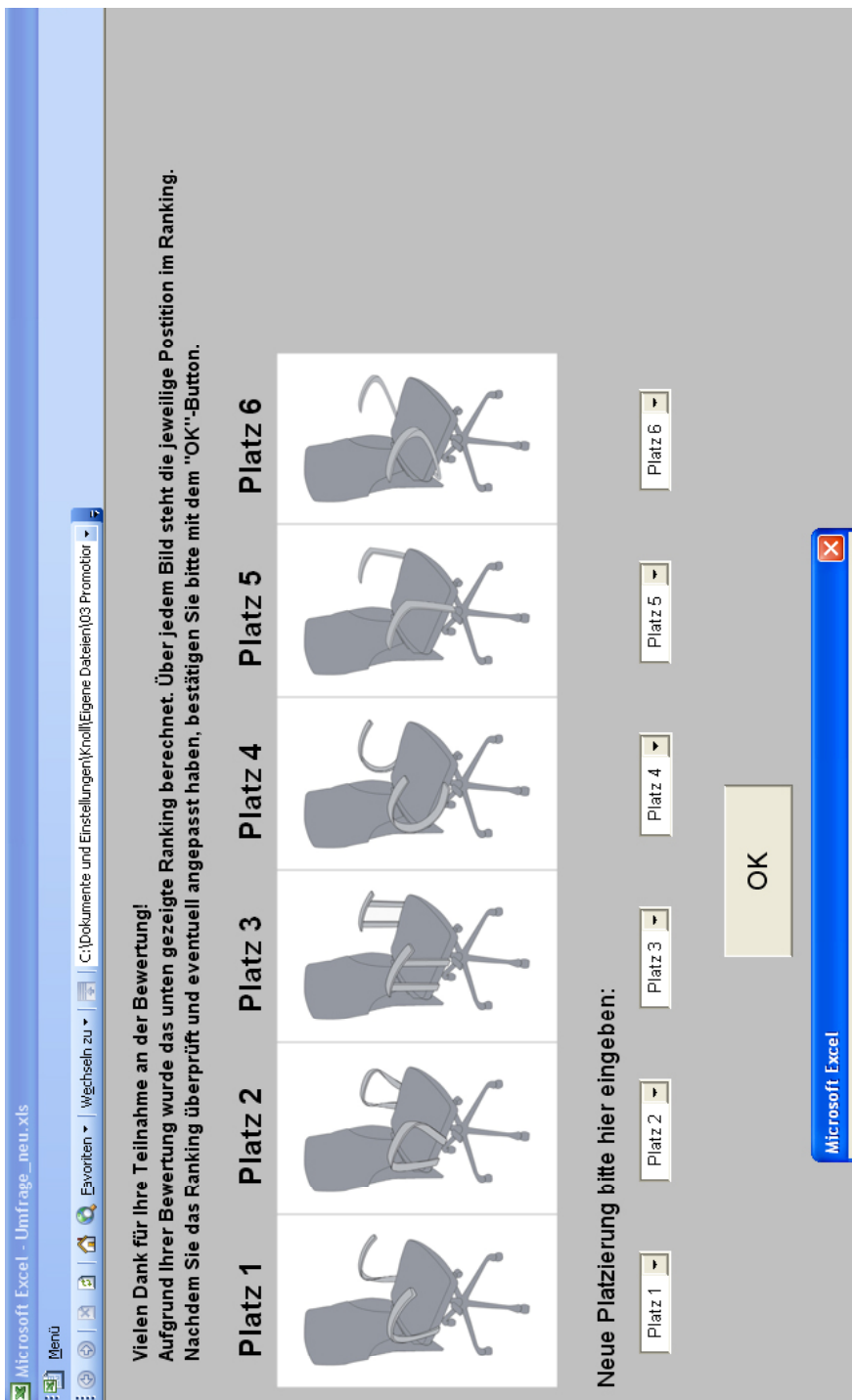


Abbildung 8-25: Der Proband korrigiert die Platzierungen manuell in den Auswahlfeldern unter der Überschrift „Neue Platzierung bitte hier eingeben“. Die Bilder und die Platzierungen werden daraufhin nach rechts aufsteigend umsortiert.

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

---

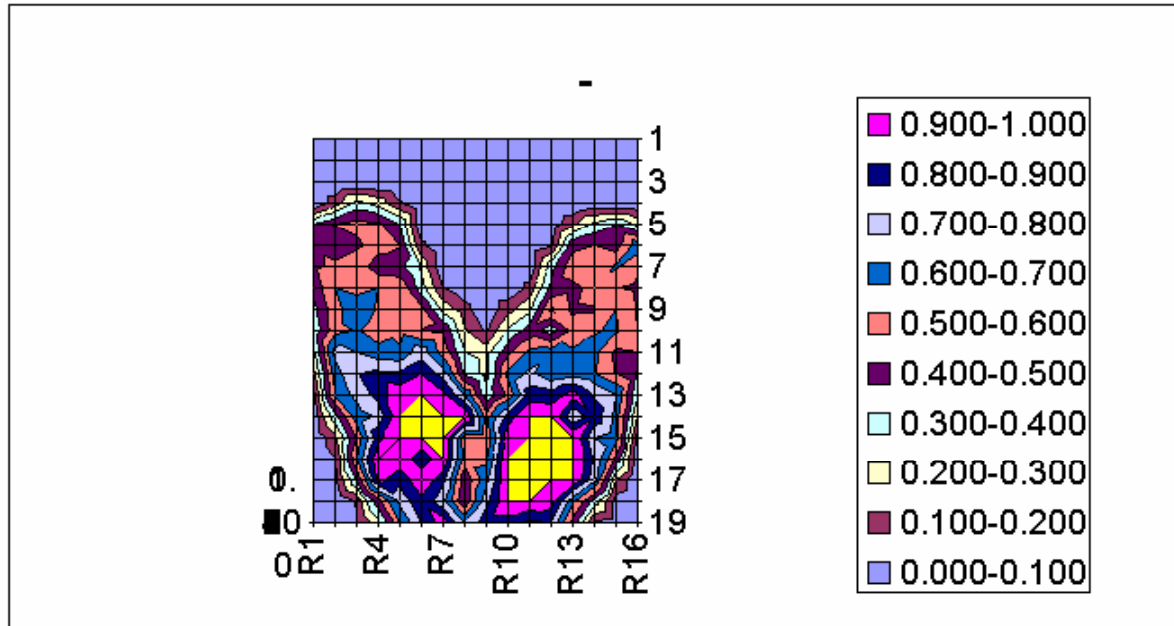
### **8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Daten der Sitzdruckverteilungsmessung**

Für die Darstellung der Ergebnisse der 61 Versuchspersonen wurden jeweils das gemittelte Druckbild sowie die Tabelle mit den körperteilbezogenen Parameterwerten abgebildet. Die Bezeichnung der jeweiligen Versuchsperson ist IAO-01 usw. Die Drücke in den Diagrammen und Tabellen sind in der Einheit  $\text{N/cm}^2$  angegeben.

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

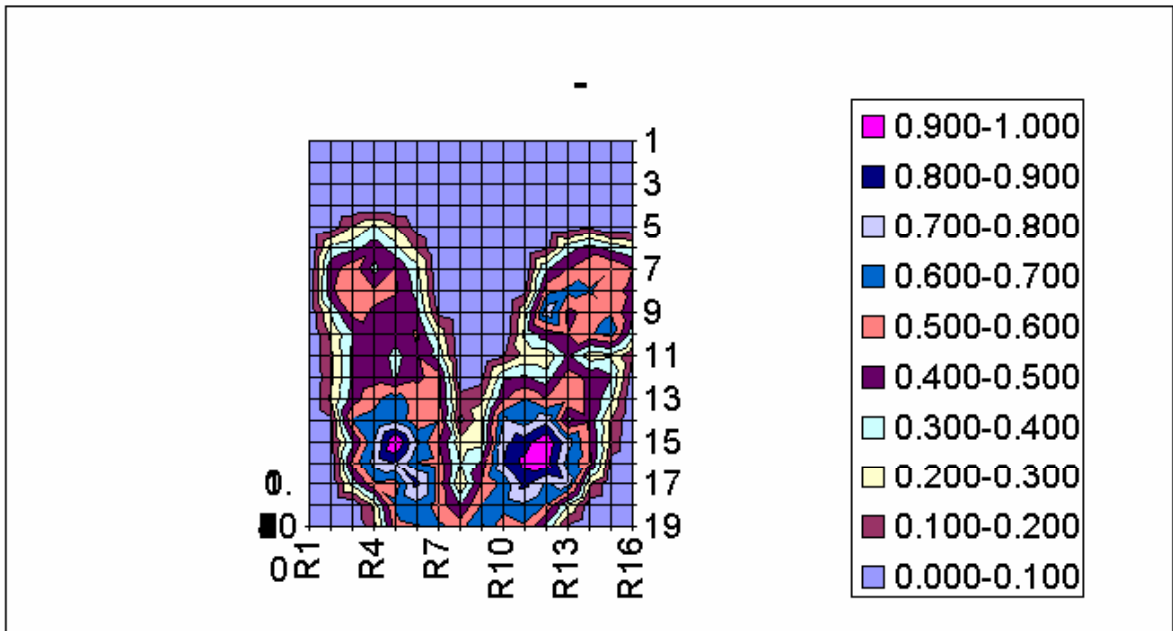
IAO-01



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.787	0.847	0.237	0.488	0.392	0.296	0.106	0.043	
Maximaler Druck	1.392	1.427	0.738	0.892	0.725	0.704	0.559	0.498	
Druckunterschied	1.306	1.343	0.738	0.892	0.725	0.704	0.559	0.498	
Sensoren mit Kontakt	42	42	25	34	32	27	10	7	219
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	252.002	252.002	150.001	204.002	192.002	162.001	60.001	42.000	1314.011
Lastverteilung	26%	28%	7%	14%	11%	9%	3%	1%	100%
Last [N]	198.373	213.503	54.127	105.494	84.627	67.436	22.908	9.329	755.80
Max Gradient v	0.070	0.110	0.009	0.096	0.119	0.010	0.044	0.021	
Max Gradient h	-0.153	-0.060	-0.015	-0.012	-0.100	-0.015	-	-	
Indez	0.385	0.625	0.047	0.419	0.449	0.043	0.410	0.245	
R1/R2	12.304	23.790							
Summation Reihen	73.348	73.348		43.528	43.528		9.089	9.089	
Summation Spalten			3.012			4.868			
Max Gradient ü. Reihen	0.078	0.078		-0.059	-0.059		-0.099	-0.099	
Gradient Spalten			0.111			-0.161			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-02

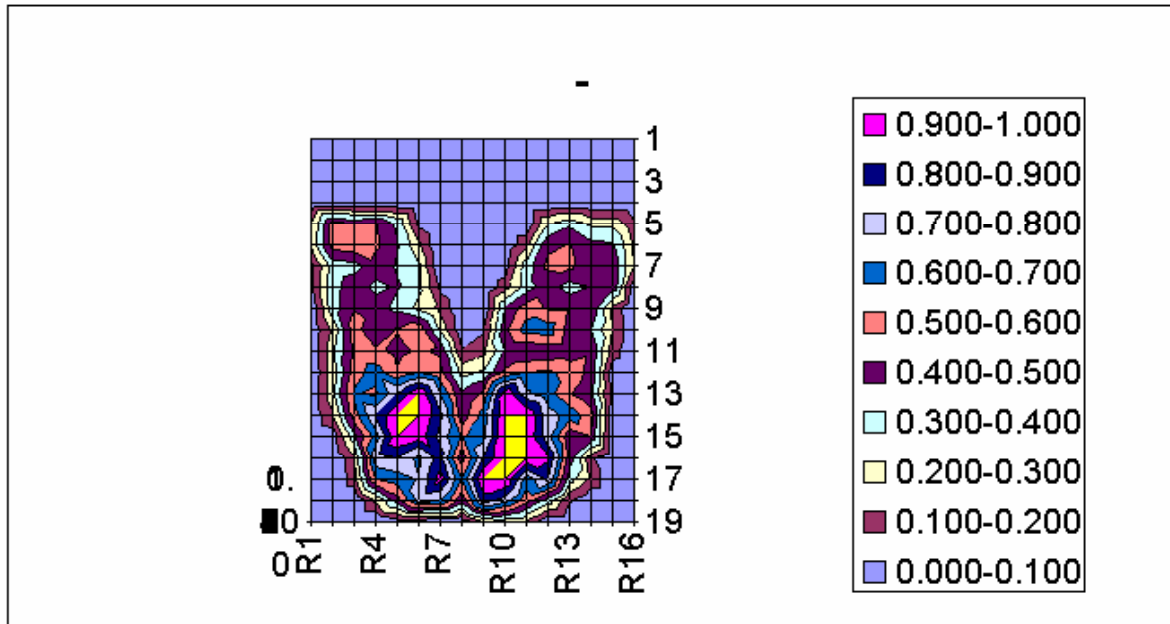


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.502	0.554	0.065	0.339	0.294	0.166	0.058	0.026	
<b>Maximaler Druck</b>	1.007	1.033	0.483	0.566	0.762	0.650	0.457	0.448	
<b>Druckunterschied</b>	0.999	1.033	0.483	0.566	0.762	0.650	0.457	0.448	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	41	11	30	26	19	8	6	183
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	252.002	246.002	66.001	180.002	156.001	114.001	48.000	36.000	1098.009
<b>Lastverteilung</b>	27%	29%	3%	15%	13%	8%	3%	1%	100%
<b>Last [N]</b>	126.501	139.504	14.890	73.302	63.527	37.819	12.606	5.677	473.83
<b>Max Gradient v</b>	0.088	0.104	0.007	0.060	0.121	0.014	0.041	0.019	
<b>Max Gradient h</b>	-0.057	-0.092	-0.011	-0.007	-0.111	-0.013	-	-	
<b>Indez</b>	0.353	0.437	0.048	0.190	0.588	0.078	0.389	0.232	
<b>R1/R2</b>	16.482	19.952							
<b>Summation Reihen</b>	45.400	45.400		29.533	29.533		4.038	4.038	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			2.977			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.051	0.051		-0.060	-0.060		-0.084	-0.084	
<b>Gradient Spalten</b>			0.120			-0.079			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-03

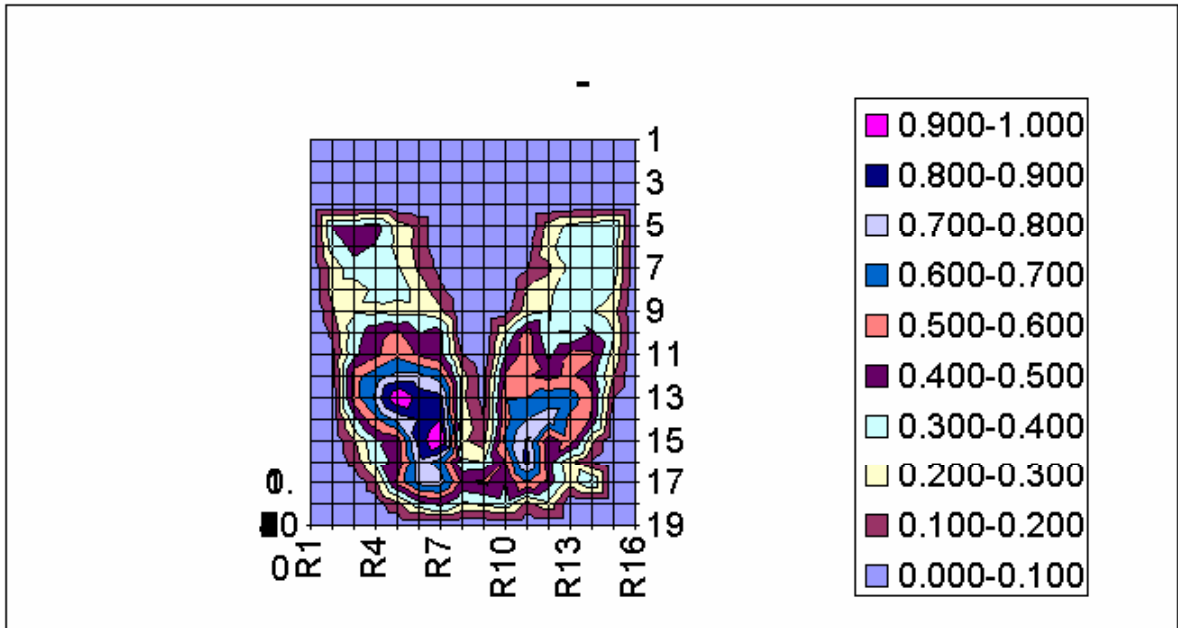


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.563	0.608	0.105	0.361	0.390	0.073	0.088	0.070	
Maximaler Druck	1.304	1.420	0.558	0.648	0.652	0.460	0.580	0.505	
Druckunterschied	1.304	1.420	0.558	0.648	0.652	0.460	0.580	0.505	
Sensoren mit Kontakt	39	40	15	32	33	14	8	8	189
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	234.002	240.002	90.001	192.002	198.002	84.001	48.000	48.000	1134.009
Lastverteilung	27%	29%	4%	15%	16%	3%	4%	3%	100%
Last [N]	141.908	153.332	23.855	77.976	84.339	16.670	19.074	15.161	532.32
Max Gradient v	0.190	0.071	0.008	0.108	0.071	0.011	0.051	0.106	
Max Gradient h	-0.115	-0.169	-0.021	-0.021	-0.085	-0.010	-	-	
Index	1.059	0.419	0.049	0.363	0.235	0.058	0.621	1.117	
R1/R2	16.428	15.511							
Summation Reihen	49.778	49.778		30.737	30.737		8.204	8.204	
Summation Spalten			0.551			5.438			
Max Gradient ü. Reihen	0.167	0.167		-0.042	-0.042		-0.131	-0.131	
Gradient Spalten			0.106			-0.063			



- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-04

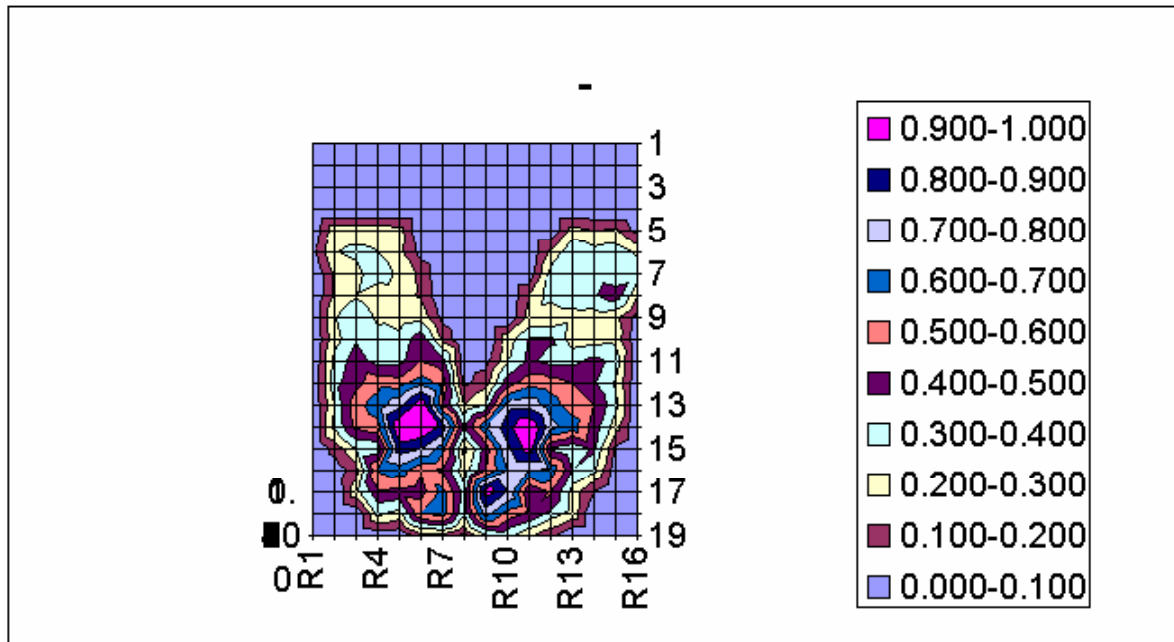


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.418	0.360	0.044	0.334	0.281	0.068	0.070	0.055	
<b>Maximaler Druck</b>	1.093	0.842	0.411	0.734	0.547	0.400	0.445	0.381	
<b>Druckunterschied</b>	1.093	0.842	0.411	0.734	0.547	0.400	0.445	0.381	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	34	34	9	33	30	10	8	7	165
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	204.002	204.002	54.000	198.002	180.002	60.001	48.000	42.000	990.008
<b>Lastverteilung</b>	28%	24%	3%	19%	16%	4%	4%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	105.365	90.839	9.930	72.116	60.729	15.602	15.223	11.849	381.65
<b>Max Gradient v</b>	0.050	0.067	0.004	0.087	0.037	0.004	0.064	0.093	
<b>Max Gradient h</b>	-0.141	-0.123	-0.015	-	-0.040	-0.015	-0.004	-	
<b>Indez</b>	0.266	0.278	0.030	0.323	0.113	0.025	0.597	0.845	
<b>R1/R2</b>	12.567	9.413							
<b>Summation Reihen</b>	32.848	32.848		24.721	24.721		6.039	6.039	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			1.493			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.107	0.107		-0.054	-0.054		-0.112	-0.112	
<b>Gradient Spalten</b>			0.097			-0.096			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-05

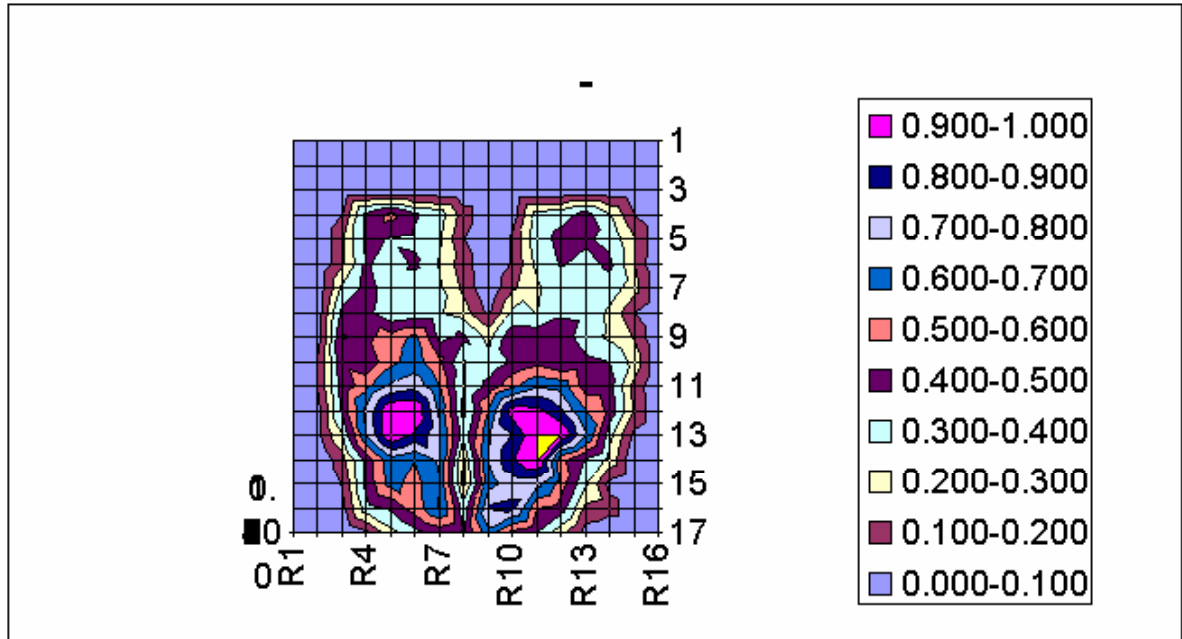


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.460	0.497	0.082	0.277	0.262	0.109	0.047	0.038	
<b>Maximaler Druck</b>	1.244	1.031	0.360	0.661	0.560	0.461	0.319	0.388	
<b>Druckunterschied</b>	1.244	1.031	0.360	0.661	0.560	0.461	0.319	0.388	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	40	14	30	29	18	7	5	184
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	246.002	240.002	84.001	180.002	174.001	108.001	42.000	30.000	1104.009
<b>Lastverteilung</b>	28%	30%	4%	14%	13%	6%	2%	2%	100%
<b>Last [N]</b>	115.807	125.311	18.635	59.924	56.554	24.856	10.081	8.222	419.39
<b>Max Gradient v</b>	0.118	0.118	0.007	0.073	0.074	0.009	0.023	0.081	
<b>Max Gradient h</b>	-0.165	-0.139	-0.010	-	-0.050	-0.008	-	-	
<b>Index</b>	0.596	0.507	0.030	0.267	0.237	0.037	0.172	1.048	
<b>R1/R2</b>	21.264	9.341							
<b>Summation Reihen</b>	41.643	41.643		23.852	23.852		4.596	4.596	
<b>Summation Spalten</b>			0.071			4.166			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.118	0.118		-0.051	-0.051		-0.065	-0.065	
<b>Gradient Spalten</b>			0.110			-0.081			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-06

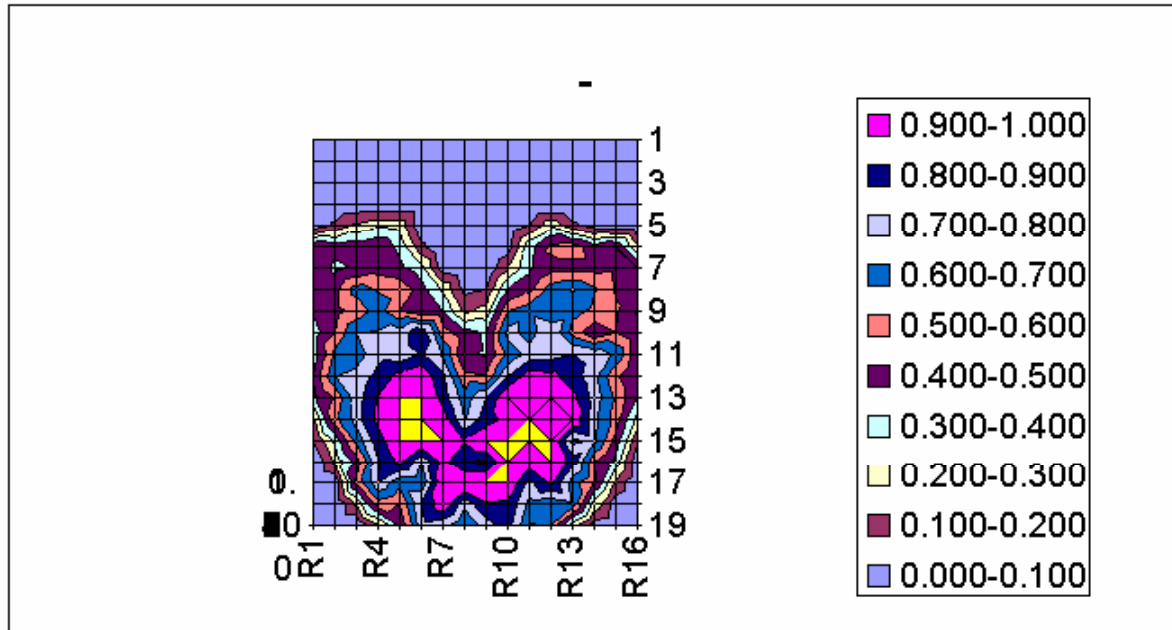


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.496	0.570	0.011	0.387	0.319	0.051	0.126	0.106	
Maximaler Druck	1.093	1.208	0.098	0.638	0.480	0.266	0.532	0.446	
Druckunterschied	1.093	1.208	0.098	0.492	0.480	0.266	0.532	0.446	
Sensoren mit Kontakt	41	41	7	30	28	10	12	10	179
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	246.002	246.002	42.000	180.002	168.001	60.001	72.001	60.001	1074.009
Lastverteilung	28%	32%	1%	15%	13%	2%	5%	4%	100%
Last [N]	125.025	143.684	2.265	69.738	57.485	10.478	22.621	19.071	450.37
Max Gradient v	0.093	0.093	0.002	0.117	0.034	0.005	0.153	0.133	
Max Gradient h	-0.103	-0.183	-0.002	-0.026	-0.022	-0.004	-0.012	-	
Index	0.412	0.458	0.005	0.414	0.098	0.024	1.128	0.986	
R1/R2	18.723	16.684							
Summation Reihen	45.423	45.423		22.375	22.375		7.257	7.257	
Summation Spalten			0.000			5.213			
Max Gradient ü. Reihen	0.084	0.084		-0.058	-0.058		-0.132	-0.132	
Gradient Spalten			0.120			-0.065			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-07

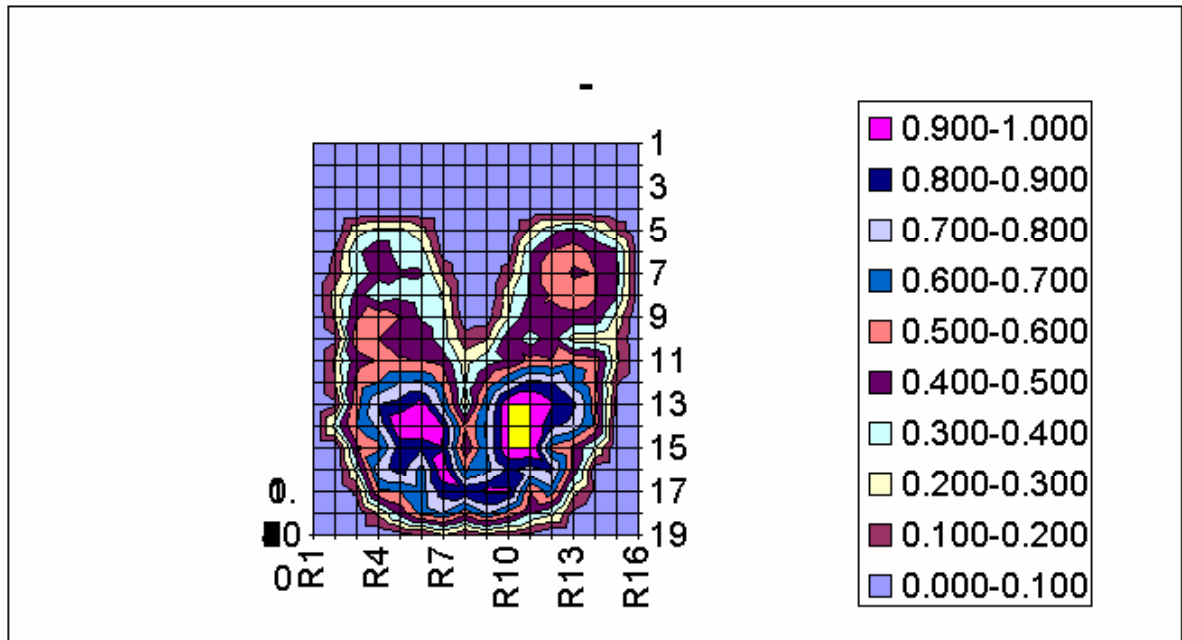


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.777	0.829	0.233	0.550	0.571	0.249	0.061	0.068	
<b>Maximaler Druck</b>	1.289	1.332	0.696	0.978	0.943	0.677	0.483	0.560	
<b>Druckunterschied</b>	1.287	1.280	0.696	0.958	0.933	0.677	0.483	0.560	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	23	36	36	23	7	9	218
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	252.002	252.002	138.001	216.002	216.002	138.001	42.000	54.000	1308.011
<b>Lastverteilung</b>	25%	27%	7%	15%	16%	7%	2%	2%	100%
<b>Last [N]</b>	195.794	208.809	53.199	118.778	123.402	56.710	13.146	14.655	784.49
<b>Max Gradient v</b>	0.066	0.072	0.009	0.181	0.071	0.006	0.043	0.099	
<b>Max Gradient h</b>	-0.138	-0.110	-0.018	-0.031	-0.028	-0.019	-	-	
<b>Index</b>	0.335	0.382	0.047	0.822	0.312	0.031	0.494	1.022	
<b>RWR2</b>	16.333	17.438							
<b>Summation Reihen</b>	72.679	72.679		51.667	51.667		6.402	6.402	
<b>Summation Spalten</b>			3.522			7.810			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.093	0.093		-0.071	-0.071		-0.132	-0.132	
<b>Gradient Spalten</b>			0.085			-0.133			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-09

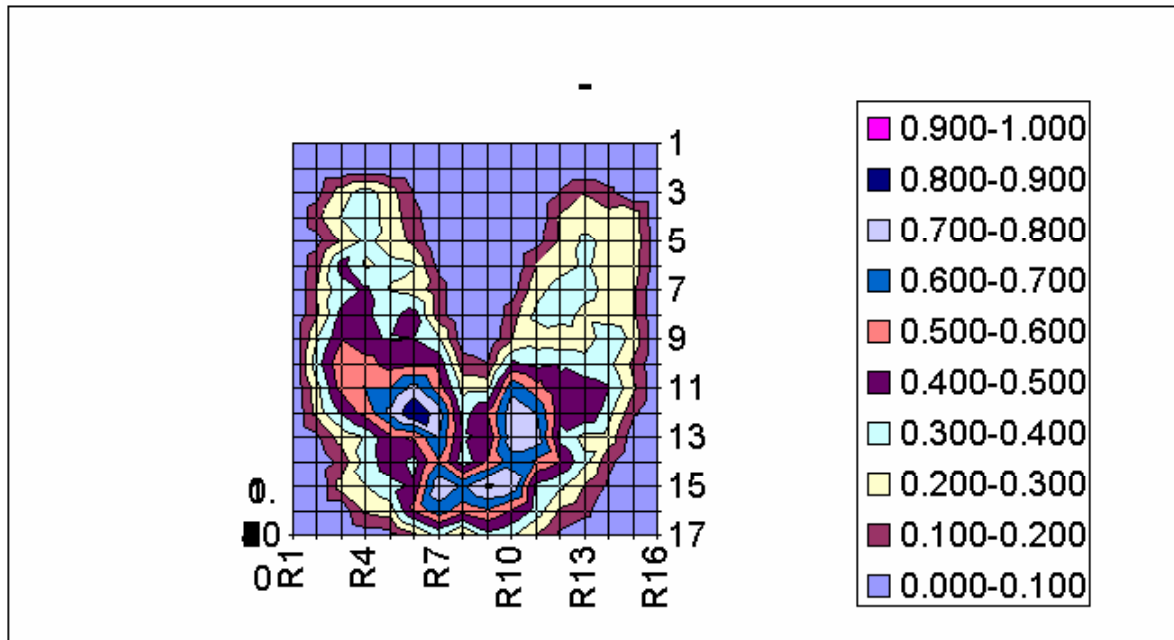


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.566	0.566	0.042	0.397	0.431	0.063	0.077	0.092	
Maximaler Druck	1.174	1.156	0.339	0.708	0.840	0.442	0.466	0.548	
Druckunterschied	1.174	1.156	0.339	0.708	0.840	0.442	0.466	0.548	
Sensoren mit Kontakt	39	39	10	34	34	12	10	9	187
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	234.002	234.002	60.001	204.002	204.002	72.001	60.001	54.000	1122.009
Lastverteilung	27%	27%	2%	16%	18%	3%	3%	4%	100%
Last [N]	142.627	142.686	9.660	85.811	93.011	14.296	16.651	19.961	524.70
Max Gradient v	0.085	0.101	0.013	0.079	0.113	0.005	0.089	0.139	
Max Gradient h	-0.100	-0.122	-0.009	-0.026	-0.032	-0.009	-	-	
Index	0.427	0.497	0.071	0.274	0.466	0.033	0.688	1.407	
R1/R2	14.989	10.889							
Summation Reihen	48.027	48.027		32.573	32.573		6.850	6.850	
Summation Spalten			0.000			5.611			
Max Gradient ü. Reihen	0.145	0.145		-0.062	-0.062		-0.100	-0.100	
Gradient Spalten			0.145			-0.082			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-10

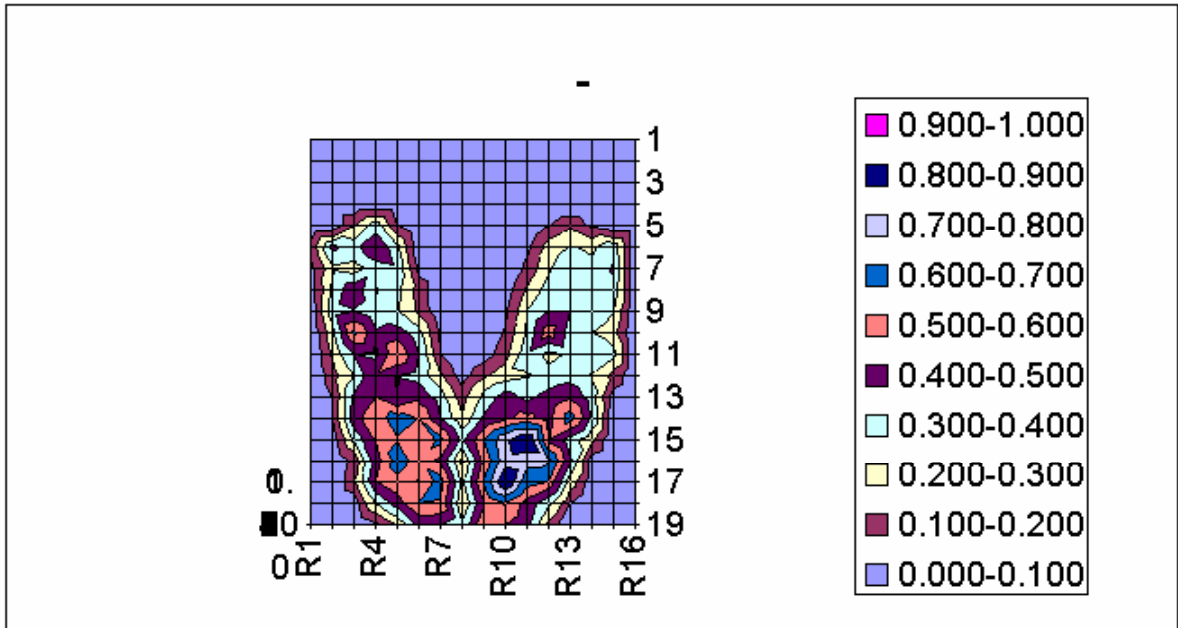


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.419	0.399	0.061	0.313	0.229	0.061	0.099	0.067	
<b>Maximaler Druck</b>	0.903	0.816	0.353	0.582	0.414	0.274	0.364	0.322	
<b>Druckunterschied</b>	0.903	0.816	0.353	0.582	0.414	0.274	0.364	0.322	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	39	12	27	25	14	12	11	181
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	246.002	234.002	72.001	162.001	150.001	84.001	72.001	66.001	1086.009
<b>Lastverteilung</b>	29%	28%	3%	16%	11%	3%	5%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	105.582	100.431	12.423	56.421	41.132	12.465	17.849	12.036	358.34
<b>Max Gradient v</b>	0.096	0.048	0.006	0.063	0.063	0.004	0.035	0.040	
<b>Max Gradient h</b>	-0.146	-0.066	-0.004	-0.018	-0.051	-0.009	-	-	
<b>Index</b>	0.351	0.166	0.028	0.228	0.173	0.012	0.176	0.196	
<b>R1/R2</b>	14.272	9.379							
<b>Summation Reihen</b>	35.302	35.302		18.582	18.582		5.838	5.838	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			3.542			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.083	0.083		-0.047	-0.047		-0.053	-0.053	
<b>Gradient Spalten</b>			0.095			-0.074			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-11

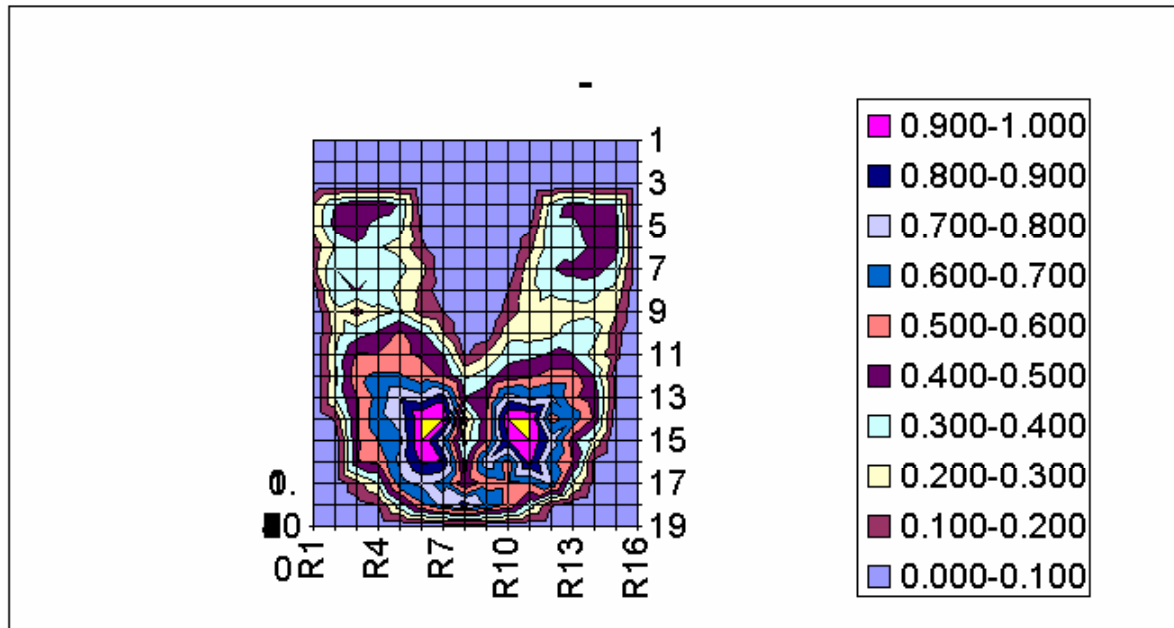


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.401	0.441	0.065	0.252	0.246	0.060	0.051	0.035	
Maximaler Druck	0.659	0.904	0.423	0.611	0.555	0.413	0.501	0.305	
Druckunterschied	0.659	0.904	0.423	0.611	0.555	0.413	0.501	0.305	
Sensoren mit Kontakt	41	40	14	29	31	10	7	7	179
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	246.002	240.002	84.001	174.001	186.002	60.001	42.000	42.000	1074.009
<b>Lastverteilung</b>	<b>28%</b>	<b>30%</b>	<b>4%</b>	<b>15%</b>	<b>14%</b>	<b>4%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	100.990	111.101	14.914	54.505	53.137	13.626	11.045	7.558	366.88
Maz Gradient v	0.049	0.087	0.005	0.060	0.059	0.006	0.007	0.057	
Maz Gradient h	-0.036	-0.098	-0.016	-0.011	-0.107	-0.013	-	-	
Index R1/R2	9.610	15.256						0.412	
Summation Reihen	35.619	35.619		21.498	21.498		4.028	4.028	
Summation Spalten			0.258			3.774			
Maz Gradient ü. Reihen	0.056	0.056		-0.022	-0.022		-0.076	-0.076	
Gradient Spalten			0.085			-0.082			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-14



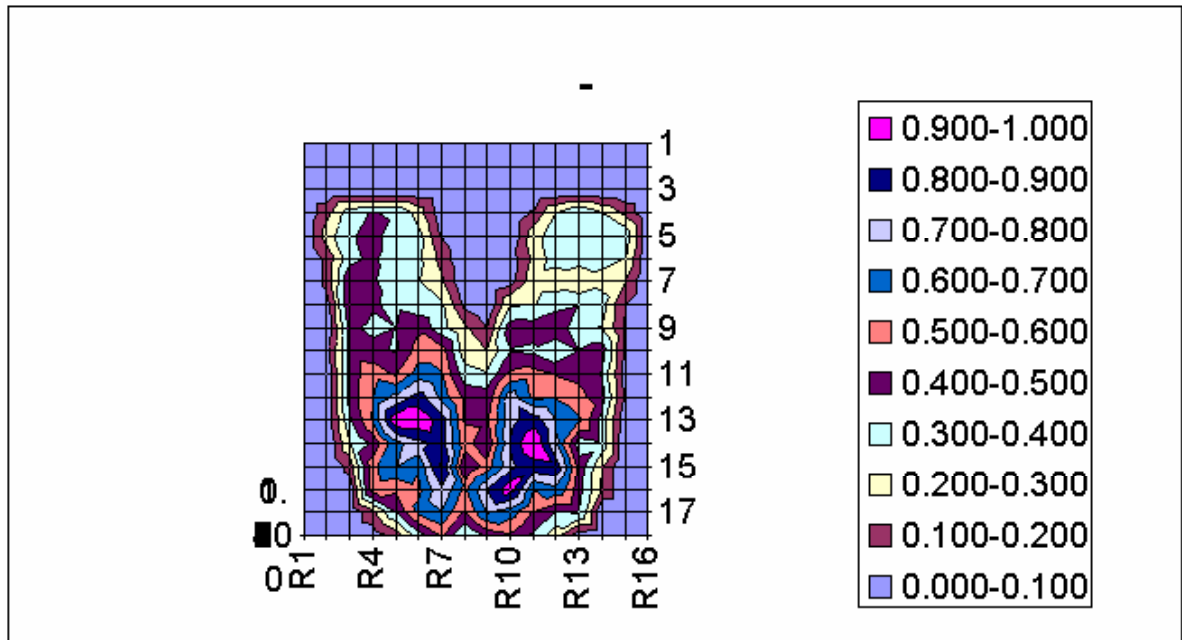
	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.516	0.483	0.109	0.306	0.287	0.065	0.102	0.105	
Maximaler Druck	1.259	1.460	0.428	0.622	0.548	0.446	0.466	0.454	
Druckunterschied	1.259	1.460	0.428	0.622	0.548	0.446	0.466	0.454	
Sensoren mit Kontakt	36	35	17	31	33	11	12	12	187
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	216.002	210.002	102.001	186.002	198.002	66.001	72.001	72.001	1122.009
<b>Lastverteilung</b>	<b>28%</b>	<b>26%</b>	<b>5%</b>	<b>14%</b>	<b>13%</b>	<b>3%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	129.314	121.648	24.922	66.137	62.088	14.766	21.957	22.711	464.14
Max Gradient v	0.194	0.081	0.007	0.100	0.056	0.003	0.019	0.123	
Max Gradient h	-0.117	-0.225	-0.015	-0.024	-0.054	-0.015	-	-0.004	
Indez	1.131	0.561	0.029	0.334	0.154	0.023	0.121	0.774	
R1/R2	30.059	15.051							
Summation Reihen	42.399	42.399		24.565	24.565		10.392	10.392	
Summation Spalten			0.749			4.014			
Max Gradient ü. Reihen	0.163	0.163		-0.048	-0.048		-0.132	-0.132	
Gradient Spalten			0.098			-0.091			



8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-17

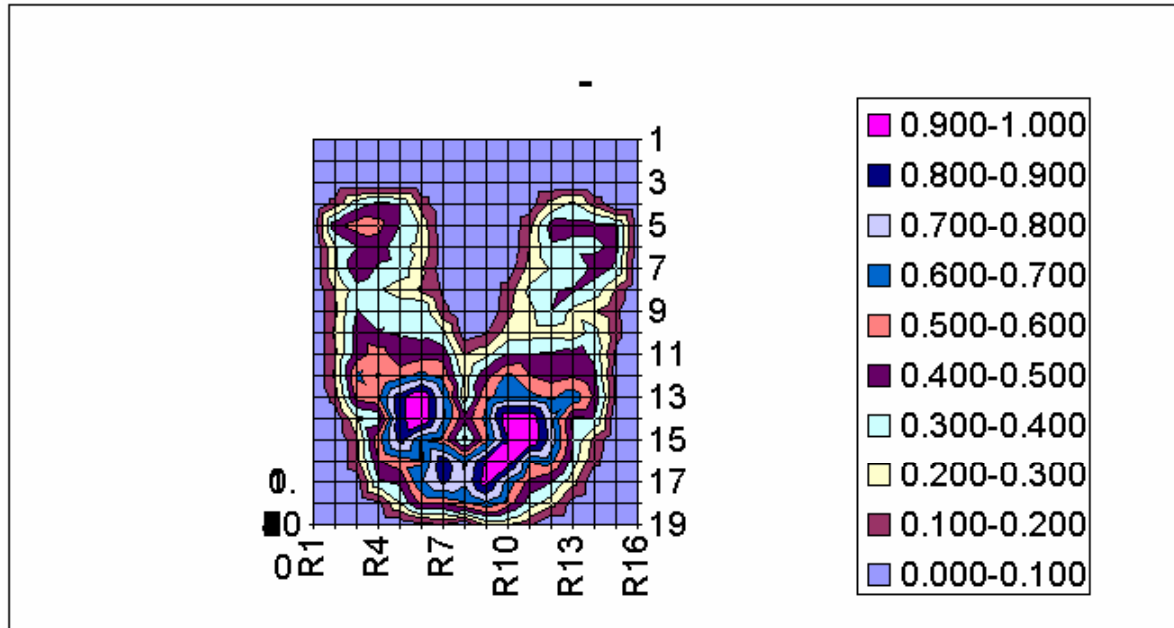


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.514	0.532	0.022	0.389	0.322	0.041	0.128	0.102	
<b>Maximaler Druck</b>	0.977	0.992	0.246	0.653	0.545	0.376	0.437	0.402	
<b>Druckunterschied</b>	0.977	0.990	0.246	0.653	0.545	0.376	0.437	0.402	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	40	42	9	29	28	11	15	13	187
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	240.002	252.002	54.000	174.001	168.001	66.001	90.001	78.001	1122.009
<b>Lastverteilung</b>	28%	29%	1%	15%	13%	2%	6%	5%	100%
<b>Last [N]</b>	129.580	134.080	4.811	69.947	57.907	8.946	27.696	22.139	455.11
<b>Max Gradient v</b>	0.072	0.060	0.005	0.057	0.069	0.004	0.094	0.110	
<b>Max Gradient h</b>	-0.102	-0.104	-0.006	-0.007	-0.071	-0.008	-0.004	-0.003	
<b>Index</b>	0.295	0.236	0.021	0.213	0.225	0.023	0.457	0.566	
<b>R1/R2</b>	12.303	13.906							
<b>Summation Reihen</b>	44.062	44.062		22.086	22.086		9.703	9.703	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			4.430			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.080	0.080		-0.039	-0.039		-0.106	-0.106	
<b>Gradient Spalten</b>			0.143			-0.054			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

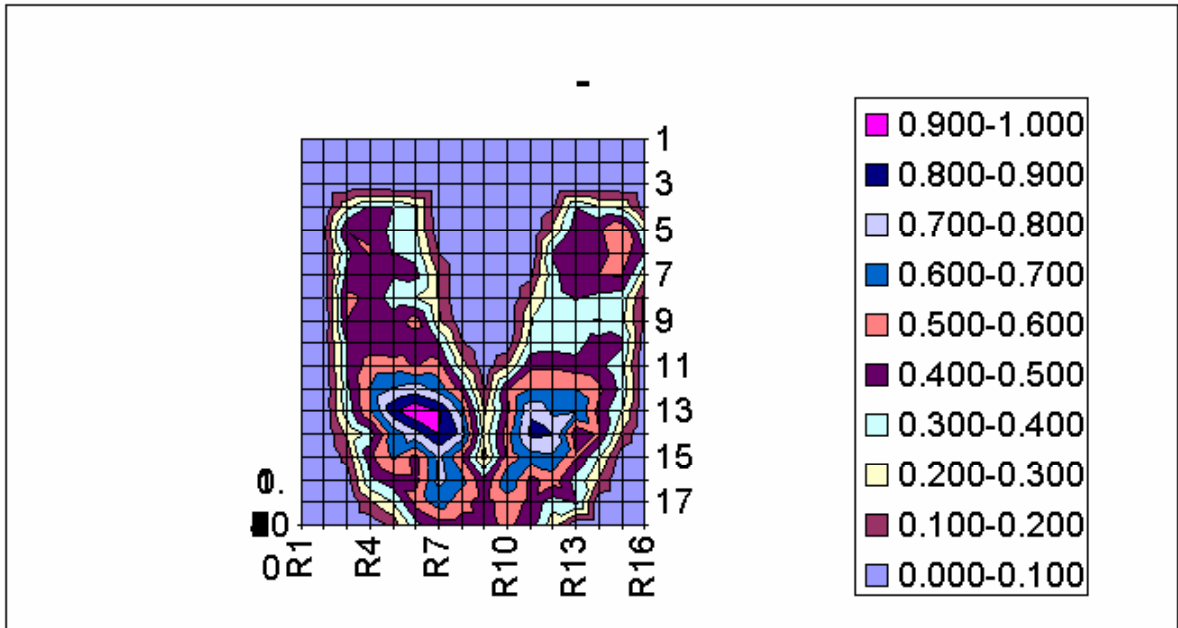
IAO-18



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.460	0.501	0.061	0.331	0.303	0.052	0.127	0.099	
Maximaler Druck	1.244	1.381	0.467	0.632	0.627	0.426	0.556	0.446	
Druckunterschied	1.244	1.381	0.467	0.632	0.627	0.426	0.556	0.446	
Sensoren mit Kontakt	38	40	12	34	33	12	13	13	195
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	228.002	240.002	72.001	204.002	198.002	72.001	78.001	78.001	1170.010
<b>Lastverteilung</b>	<b>26%</b>	<b>28%</b>	<b>3%</b>	<b>16%</b>	<b>14%</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	115.924	126.136	14.020	71.518	65.419	11.855	27.387	21.429	453.69
Max Gradient v	0.145	0.052	0.007	0.077	0.057	0.007	0.055	0.087	
Max Gradient h	-0.243	-0.085	-0.012	-0.019	-0.054	-0.015	-0.004	-0.022	
Index	0.790	0.298	0.043	0.239	0.182	0.044	0.394	0.500	
R1/R2	19.389	6.518							
Summation Reihen	40.575	40.575		25.050	25.050		9.988	9.988	
Summation Spalten			0.021			5.349			
Max Gradient ü. Reihen	0.117	0.117		-0.050	-0.050		-0.082	-0.082	
Gradient Spalten			0.108			-0.066			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-19

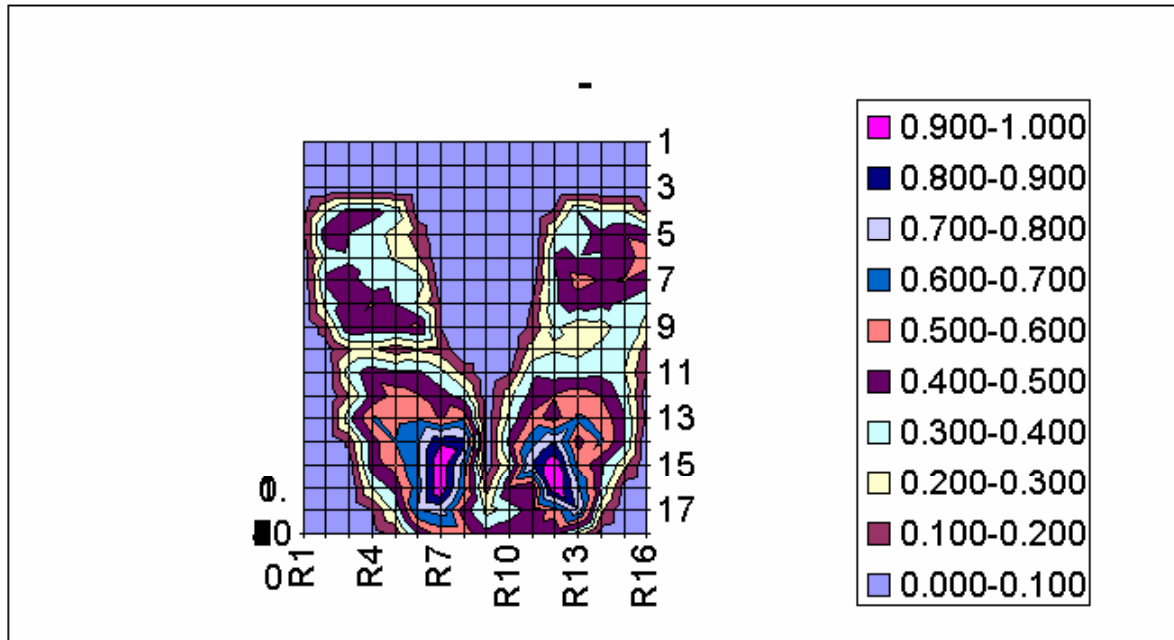


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.495	0.452	0.008	0.366	0.252	0.149	0.134	0.092	
<b>Maximaler Druck</b>	0.985	0.821	0.079	0.547	0.499	0.599	0.505	0.477	
<b>Druckunterschied</b>	0.985	0.821	0.079	0.547	0.499	0.599	0.505	0.477	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	40	41	10	29	24	20	15	10	189
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	240.002	246.002	60.001	174.001	144.001	120.001	90.001	60.001	1134.009
<b>Lastverteilung</b>	29%	26%	0%	15%	10%	7%	7%	5%	100%
<b>Last [N]</b>	124.747	113.827	1.660	65.945	45.427	32.237	29.007	19.836	432.68
<b>Max Gradient v</b>	0.095	0.047	0.001	0.087	0.048	0.006	0.119	0.074	
<b>Max Gradient h</b>	-0.112	-0.080	-0.003	-0.049	-0.018	-0.012	-0.005	-	
<b>Index</b>	0.389	0.157	0.001	0.274	0.167	0.031	0.665	0.591	
<b>R1/R2</b>	17.826	11.818							
<b>Summation Reihen</b>	40.660	40.660		21.009	21.009		10.444	10.444	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			1.992			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.060	-0.060		-0.036	-0.036		-0.094	-0.094	
<b>Gradient Spalten</b>			0.157			-0.117			

8. Anhang.

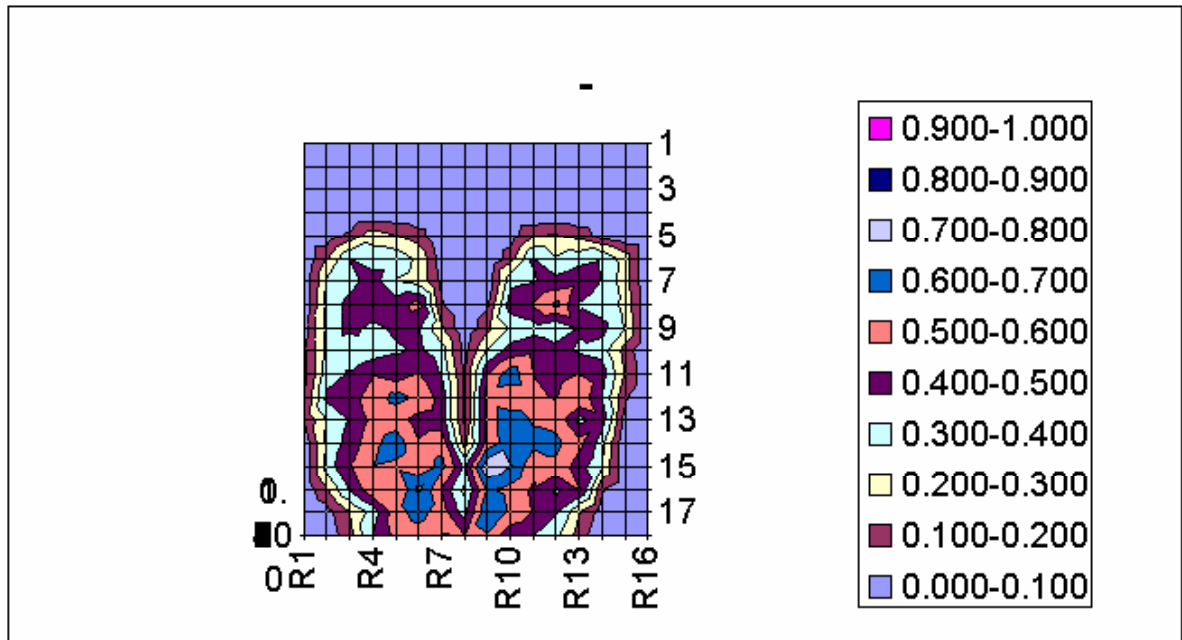
8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-20



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.483	0.452	0.063	0.278	0.214	0.198	0.103	0.087	
<b>Maximaler Druck</b>	1.501	1.173	0.481	0.516	0.537	0.556	0.454	0.413	
<b>Druckunterschied</b>	1.501	1.162	0.481	0.516	0.537	0.556	0.454	0.413	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	39	42	12	27	21	24	12	9	186
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	234.002	252.002	72.001	162.001	126.001	144.001	72.001	54.000	1116.009
<b>Lastverteilung</b>	29%	27%	3%	12%	9%	10%	5%	4%	100%
<b>Last [N]</b>	121.766	114.021	13.615	50.034	38.580	42.871	22.148	18.744	421.78
<b>Max Gradient v</b>	0.041	0.139	0.007	0.085	0.022	0.007	0.039	0.072	
<b>Max Gradient h</b>	-0.104	-0.184	-0.011	-0.122	-0.025	-0.013	-	-	
<b>Index</b>	0.262	0.648	0.048	0.271	0.094	0.027	0.243	0.551	
<b>R1/R2</b>	5.927	24.575							
<b>Summation Reihen</b>	40.877	40.877		18.952	18.952		10.466	10.466	
<b>Summation Spalten</b>			0.182			0.937			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.057	0.057		-0.058	-0.058		-0.108	-0.108	
<b>Gradient Spalten</b>			0.070			-0.094			

IAO-21

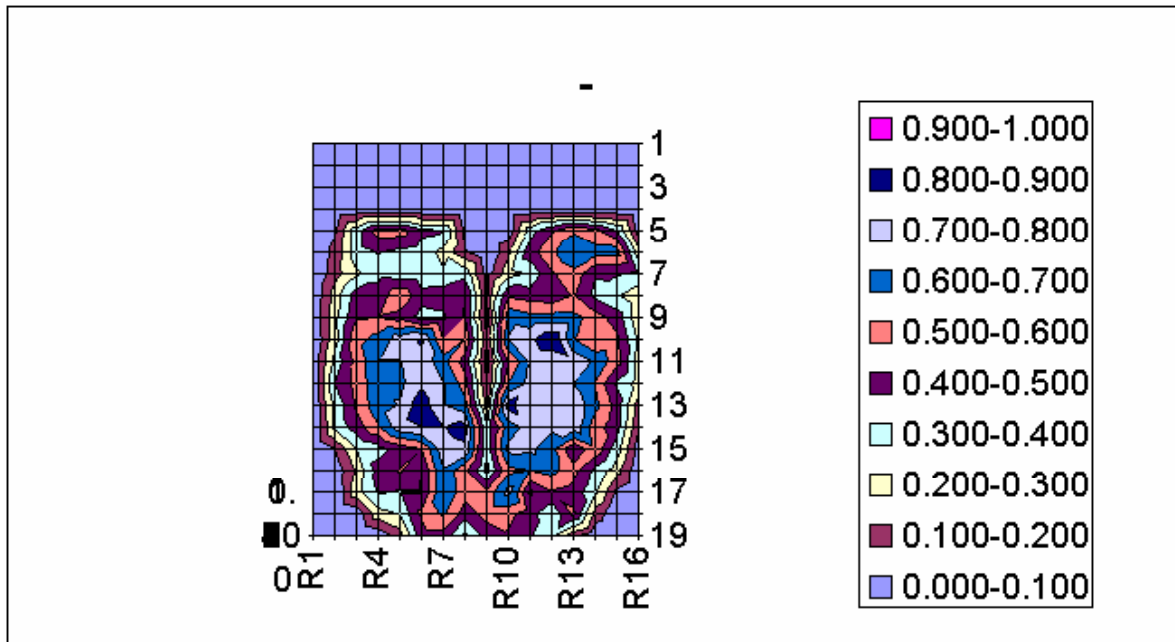


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.467	0.475	0.111	0.316	0.398	0.044	0.060	0.063	
<b>Maximaler Druck</b>	0.713	0.791	0.425	0.536	0.664	0.296	0.399	0.404	
<b>Druckunterschied</b>	0.627	0.785	0.425	0.536	0.643	0.296	0.399	0.404	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	25	28	30	9	9	11	196
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	252.002	252.002	150.001	168.001	180.002	54.000	54.000	66.001	1176.010
<b>Lastverteilung</b>	28%	28%	6%	13%	17%	2%	3%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	117.648	119.647	23.889	56.908	71.679	9.611	12.888	13.558	425.83
<b>Max Gradient v</b>	0.072	0.030	0.006	0.100	0.071	0.005	0.055	0.076	
<b>Max Gradient h</b>	-0.047	-0.071	-0.006	-0.048	-0.117	-0.010	-	-	
<b>Index</b>	0.203	0.095	0.017	0.317	0.263	0.029	0.404	0.466	
<b>R/R2</b>	13.767	6.577							
<b>Summation Reihen</b>	41.618	41.618		24.466	24.466		4.887	4.887	
<b>Summation Spalten</b>			0.459			5.396			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.040	0.040		-0.044	-0.044		-0.077	-0.077	
<b>Gradient Spalten</b>			0.113			-0.059			

8. Anhang.

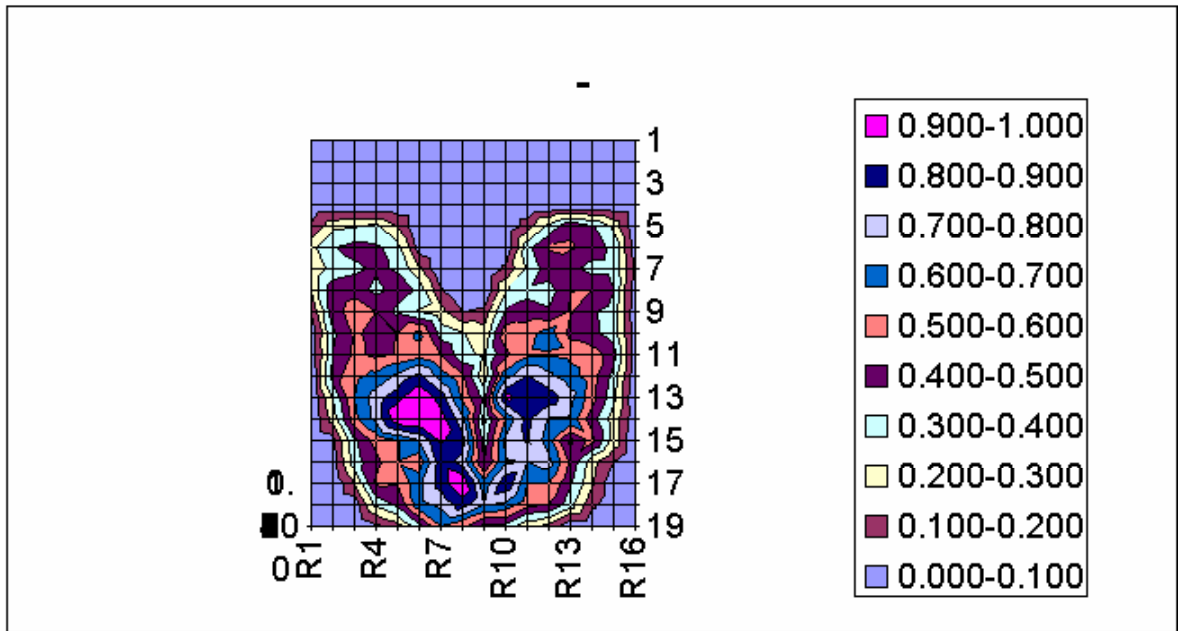
8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-22



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.487	0.504	0.070	0.531	0.503	0.197	0.116	0.126	
<b>Maximaler Druck</b>	0.855	0.846	0.398	0.812	0.896	0.637	0.549	0.705	
<b>Druckunterschied</b>	0.855	0.815	0.398	0.529	0.845	0.637	0.549	0.705	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	42	14	36	36	25	12	10	216
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	246.002	252.002	84.001	216.002	216.002	150.001	72.001	60.001	1296.011
<b>Lastverteilung</b>	21%	22%	3%	20%	19%	8%	4%	5%	100%
<b>Last [N]</b>	122.840	126.993	16.006	114.698	108.613	44.831	25.135	27.176	586.29
<b>Max Gradient v</b>	0.046	0.002	0.008	0.169	0.099	0.008	0.156	0.181	
<b>Max Gradient h</b>	-0.112	-0.067	-0.003	-0.032	-0.067	-0.015	-0.026	-	
<b>Index</b>	0.159	0.006	0.038	0.637	0.410	0.035	1.189	2.123	
<b>R1/R2</b>	9.139	-							
<b>Summation Reihen</b>	44.309	44.309		43.145	43.145		10.261	10.261	
<b>Summation Spalten</b>			0.020			3.005			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.069	0.069		-0.064	-0.064		-0.179	-0.179	
<b>Gradient Spalten</b>			0.100			-0.112			

IAO-23

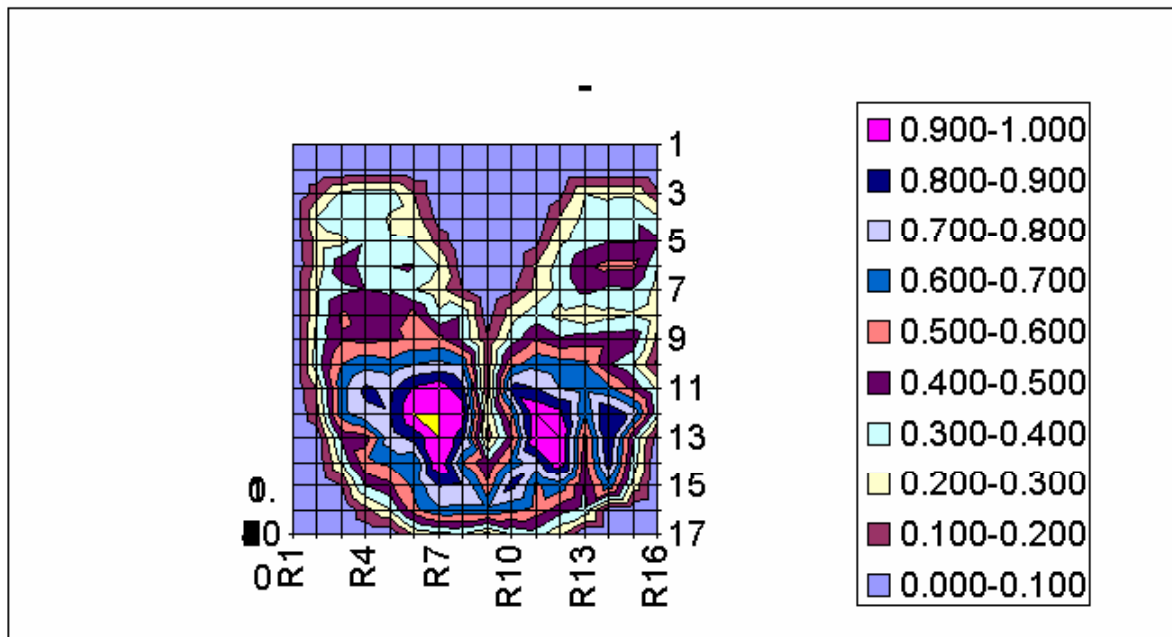


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.614	0.520	0.126	0.411	0.432	0.110	0.057	0.088	
Maximaler Druck	1.134	0.914	0.464	0.827	0.805	0.443	0.432	0.516	
Druckunterschied	1.134	0.912	0.464	0.827	0.805	0.443	0.432	0.516	
Sensoren mit Kontakt	41	42	19	33	34	24	7	8	208
Kontaktfläche [cm*2]	246.002	252.002	114.001	198.002	204.002	144.001	42.000	48.000	1248.010
<b>Lastverteilung</b>	<b>28%</b>	<b>24%</b>	<b>5%</b>	<b>16%</b>	<b>17%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	154.723	130.981	28.648	88.687	93.382	25.079	12.228	19.104	552.83
Max Gradient v	0.083	0.053	0.006	0.124	0.087	0.006	0.019	0.123	
Max Gradient h	-0.110	-0.064	-0.010	-0.031	-0.041	-0.010	-	-	
Index	0.385	0.192	0.026	0.517	0.342	0.019	0.197	1.323	
R1/R2	18.027	13.001							
Summation Reihen	49.258	49.258		35.918	35.918		6.963	6.963	
Summation Spalten			0.968			3.949			
Max Gradient ü. Reihen	0.113	0.113		-0.056	-0.056		-0.105	-0.105	
Gradient Spalten			0.105			-0.135			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-24



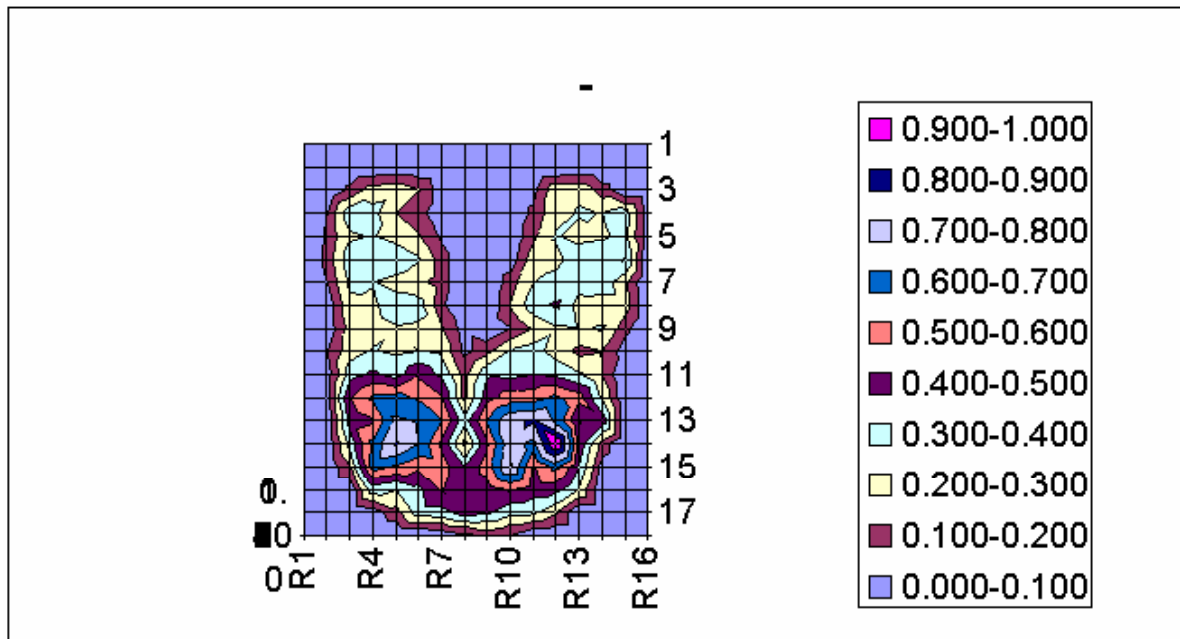
	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.599	0.560	0.077	0.442	0.322	0.231	0.134	0.087	
<b>Maximaler Druck</b>	1.245	1.056	0.347	0.728	0.671	0.762	0.389	0.393	
<b>Druckunterschied</b>	1.245	1.056	0.347	0.694	0.671	0.762	0.389	0.393	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	40	41	12	30	27	25	15	11	201
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	240.002	246.002	72.001	180.002	162.001	150.001	90.001	66.001	1206.010
<b>Lastverteilung</b>	28%	27%	3%	15%	11%	9%	5%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	150.909	141.235	15.698	79.557	58.006	47.072	24.121	15.663	532.26
<b>Max Gradient v</b>	0.077	0.084	0.005	0.082	0.082	0.013	0.075	0.048	
<b>Max Gradient h</b>	-0.127	-0.124	-0.006	-0.037	-0.026	-0.011	-	-	
<b>Index</b>	0.402	0.359	0.025	0.331	0.340	0.068	0.326	0.284	
<b>R1/R2</b>	12.736	13.863							
<b>Summation Reihen</b>	51.993	51.993		27.450	27.450		9.267	9.267	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			2.518			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.120	0.120		-0.062	-0.062		-0.090	-0.090	
<b>Gradient Spalten</b>			0.109			-0.102			



8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

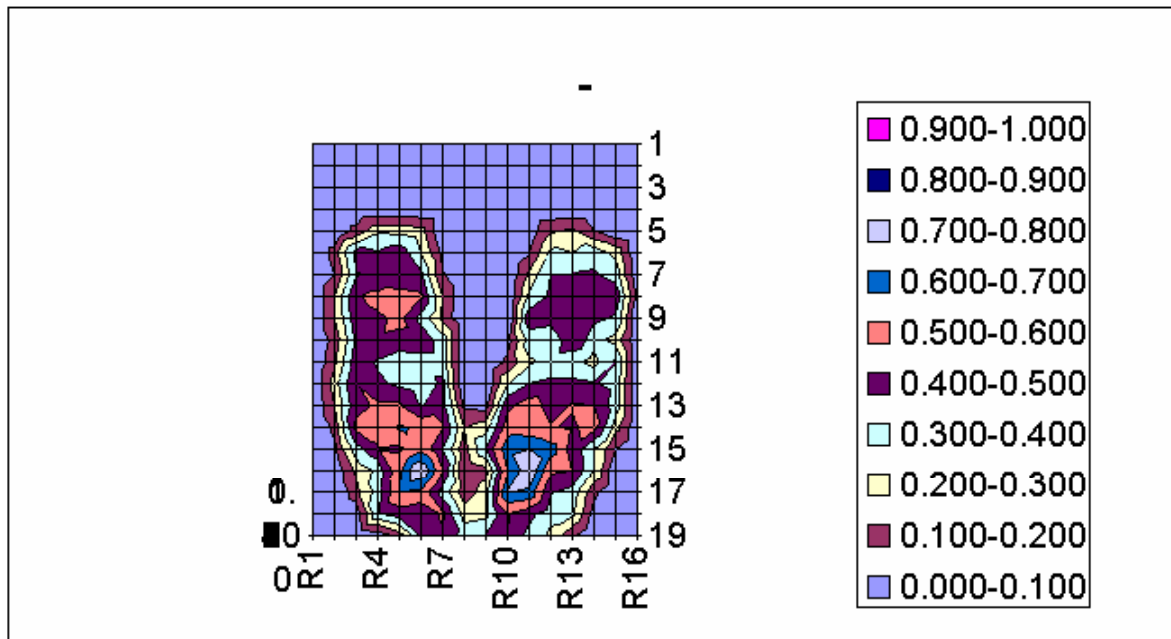
IAO-25



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.373	0.402	0.019	0.255	0.256	0.050	0.129	0.114	
<b>Mazimaler Druck</b>	0.812	1.053	0.129	0.485	0.416	0.403	0.377	0.387	
<b>Druckunterschied</b>	0.812	1.053	0.129	0.485	0.416	0.403	0.377	0.387	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	36	35	9	28	28	10	20	17	183
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	216.002	210.002	54.000	168.001	168.001	60.001	120.001	102.001	1098.009
<b>Lastverteilung</b>	27%	29%	1%	13%	13%	3%	8%	7%	100%
<b>Last [N]</b>	93.984	101.423	4.080	45.982	46.003	10.828	27.780	24.550	354.63
<b>Max Gradient v</b>	0.039	0.143	0.002	0.068	0.048	0.007	0.076	0.098	
<b>Max Gradient h</b>	-0.131	-0.155	-0.003	-0.031	-0.050	-0.013	-0.029	-0.013	
<b>Index</b>	0.147	0.715	0.005	0.196	0.120	0.046	0.239	0.371	
<b>R1/R2</b>	3.510	23.573							
<b>Summation Reihen</b>	32.623	32.623		16.255	16.255		10.220	10.220	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			3.633			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.088	0.088		-0.043	-0.043		-0.061	-0.061	
<b>Gradient Spalten</b>			0.124			-0.060			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-26

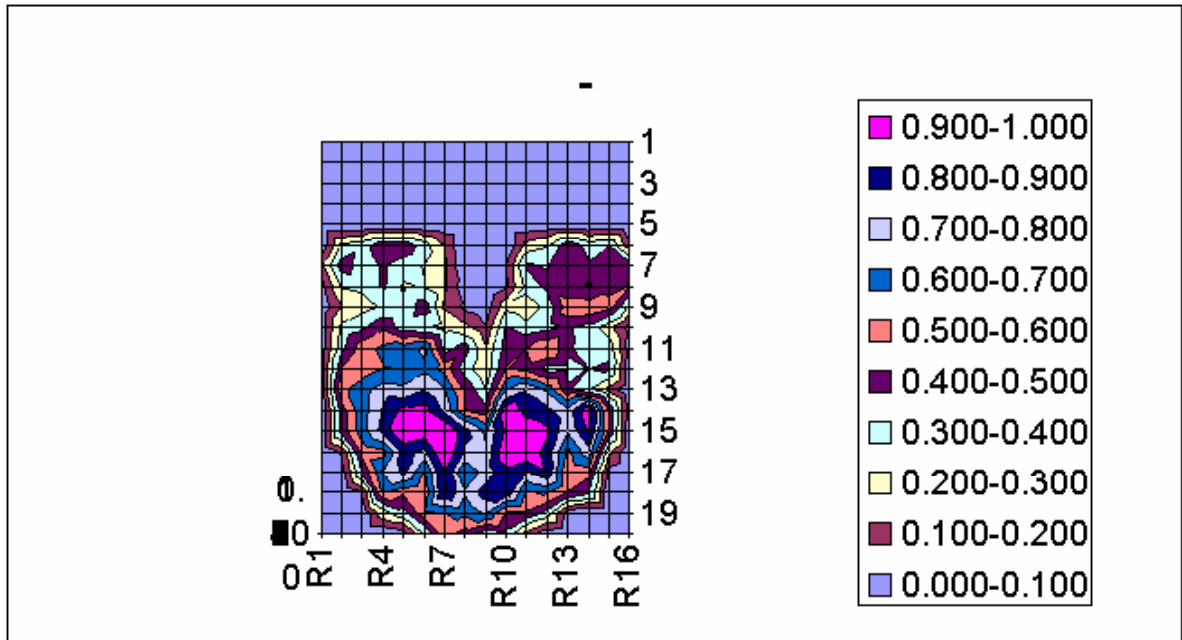


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.380	0.419	0.042	0.338	0.266	0.087	0.072	0.045	
<b>Maximaler Druck</b>	0.794	0.787	0.249	0.533	0.484	0.465	0.466	0.359	
<b>Druckunterschied</b>	0.794	0.787	0.249	0.533	0.484	0.465	0.466	0.359	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	41	10	30	27	16	10	8	183
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	246.002	246.002	60.001	180.002	162.001	96.001	60.001	48.000	1098.009
<b>Lastverteilung</b>	25%	27%	2%	19%	15%	5%	4%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	95.855	105.670	9.554	73.105	57.545	19.800	15.599	9.714	386.84
<b>Max Gradient v</b>	0.081	0.048	0.003	0.042	0.031	0.005	0.086	0.069	
<b>Max Gradient h</b>	-0.080	-0.046	-0.005	-0.057	-0.048	-0.009	-	-	
<b>Index</b>	0.261	0.155	0.012	0.126	0.091	0.024	0.672	0.517	
<b>R1/R2</b>	15.410	10.685							
<b>Summation Reihen</b>	34.682	34.682		25.145	25.145		4.647	4.647	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			1.801			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.034	-0.034		-0.032	-0.032		-0.063	-0.063	
<b>Gradient Spalten</b>			0.128			-0.116			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

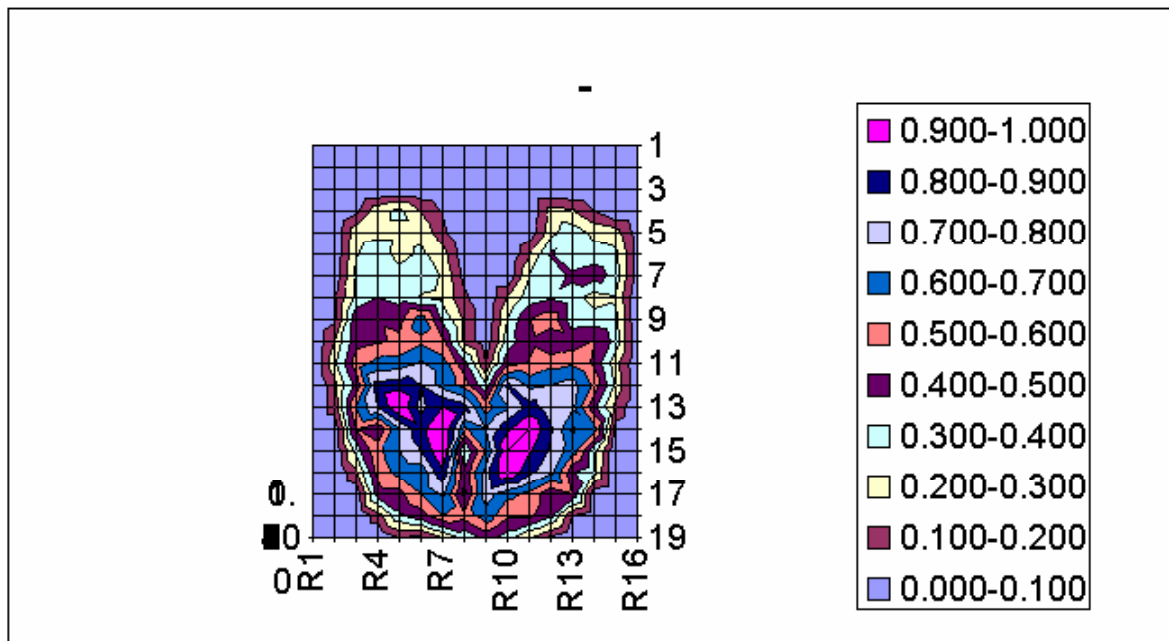
IAO-27



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.613	0.626	0.115	0.444	0.378	0.146	0.082	0.075	
<b>Maximaler Druck</b>	1.128	1.237	0.577	0.730	0.787	0.537	0.475	0.485	
<b>Druckunterschied</b>	1.128	1.237	0.577	0.748	0.787	0.537	0.475	0.485	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	40	40	20	36	35	21	10	9	211
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	240.002	240.002	120.001	216.002	210.002	126.001	60.001	54.000	1266.011
<b>Lastverteilung</b>	26%	27%	5%	16%	14%	6%	3%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	154.526	157.860	27.497	95.843	81.581	34.948	20.676	18.321	531.85
<b>Max Gradient v</b>	0.056	0.057	0.013	0.150	0.116	0.011	0.130	0.106	
<b>Max Gradient h</b>	-0.078	-0.096	-0.012	-0.050	-0.092	-0.015	-0.021	-	
<b>Index</b>	0.285	0.296	0.061	0.548	0.435	0.047	1.026	0.952	
<b>R1/R2</b>	6.618	10.828							
<b>Summation Reihen</b>	54.441	54.441		35.230	35.230		8.370	8.370	
<b>Summation Spalten</b>			0.464			5.308			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.104	0.104		-0.074	-0.074		-0.150	-0.150	
<b>Gradient Spalten</b>			0.135			-0.100			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

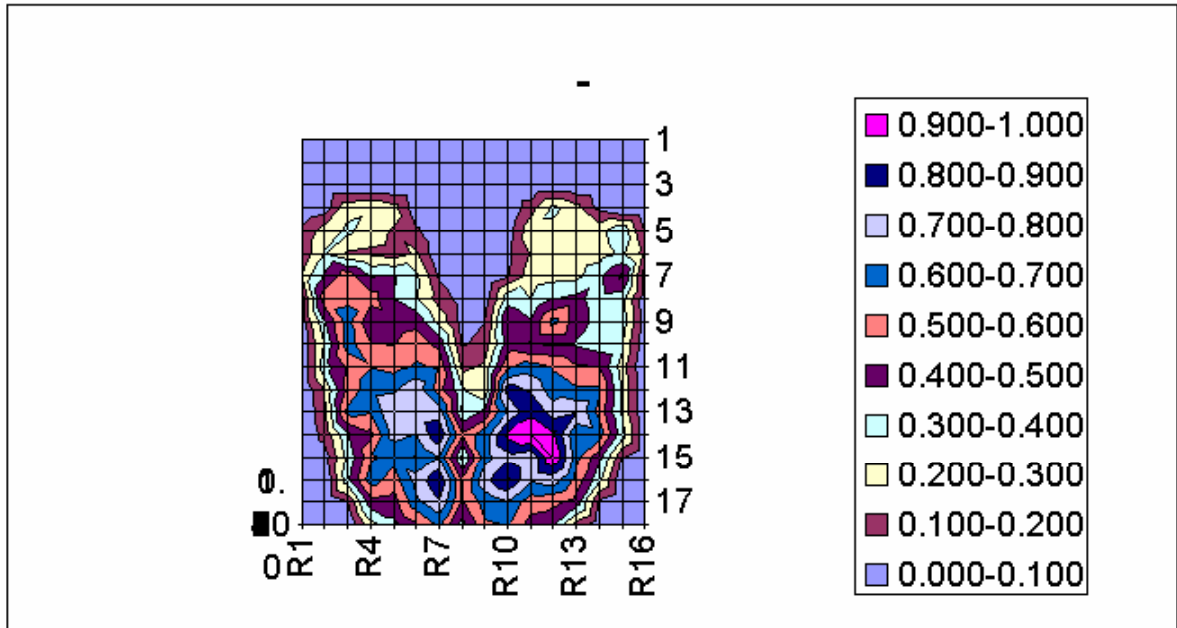
IAO-28



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.515	0.553	0.026	0.462	0.384	0.073	0.101	0.075	
<b>Maximaler Druck</b>	1.139	1.126	0.266	0.860	0.814	0.362	0.367	0.412	
<b>Druckunterschied</b>	1.139	1.126	0.266	0.797	0.814	0.362	0.367	0.412	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	39	40	11	36	32	13	16	11	198
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	234.002	240.002	66.001	216.002	192.002	78.001	96.001	66.001	1188.010
<b>Lastverteilung</b>	25%	27%	1%	19%	16%	3%	4%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	129.794	139.400	5.913	99.857	82.993	16.745	21.729	16.299	512.73
<b>Max Gradient v</b>	0.039	0.025	0.005	0.137	0.066	0.004	0.071	0.087	
<b>Max Gradient h</b>	-0.064	-0.110	-0.005	-0.030	-0.055	-0.009	-	-	
<b>Index</b>	0.192	0.116	0.020	0.546	0.280	0.021	0.270	0.544	
<b>R1/R2</b>	11.276	8.609							
<b>Summation Reihen</b>	45.254	45.254		33.160	33.160		7.040	7.040	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			4.896			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.095	0.095		-0.058	-0.058		-0.055	-0.055	
<b>Gradient Spalten</b>			0.142			-0.093			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-29

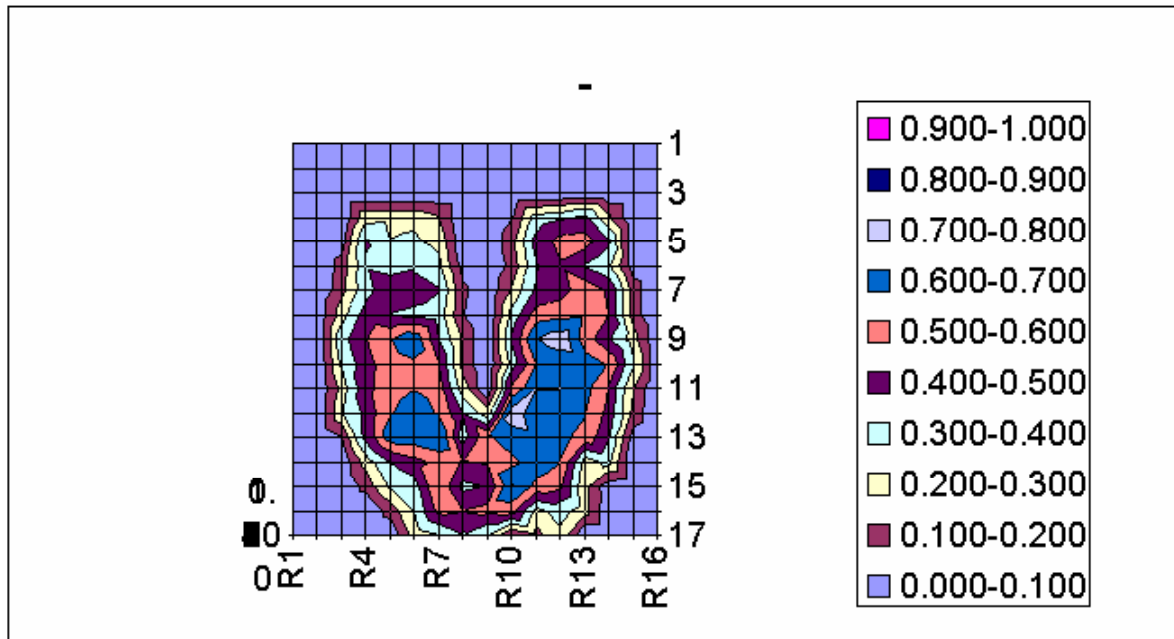


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.545	0.622	0.105	0.396	0.356	0.106	0.068	0.078	
<b>Maximaler Druck</b>	0.880	1.150	0.560	0.646	0.643	0.516	0.319	0.325	
<b>Druckunterschied</b>	0.874	1.102	0.560	0.635	0.643	0.516	0.319	0.325	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	18	30	29	17	13	14	205
<b>Kontaktfläche [cm*2]</b>	252.002	252.002	108.001	180.002	174.001	102.001	78.001	84.001	1230.010
<b>Lastverteilung</b>	27%	31%	4%	14%	13%	5%	3%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	137.263	156.842	22.576	71.344	64.138	22.903	14.715	16.790	506.57
<b>Max Gradient v</b>	0.059	0.058	0.006	0.060	0.089	0.009	0.036	0.120	
<b>Max Gradient h</b>	-0.067	-0.093	-0.008	-0.006	-0.088	-0.014	-	-0.026	
<b>Indez</b>	0.206	0.264	0.034	0.214	0.330	0.046	0.149	0.466	
<b>R1/R2</b>	12.987	10.835							
<b>Summation Reihen</b>	50.562	50.562		26.834	26.834		7.032	7.032	
<b>Summation Spalten</b>			0.596			4.381			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.067	0.067		-0.059	-0.059		-0.061	-0.061	
<b>Gradient Spalten</b>			0.107			-0.114			

8. Anhang.

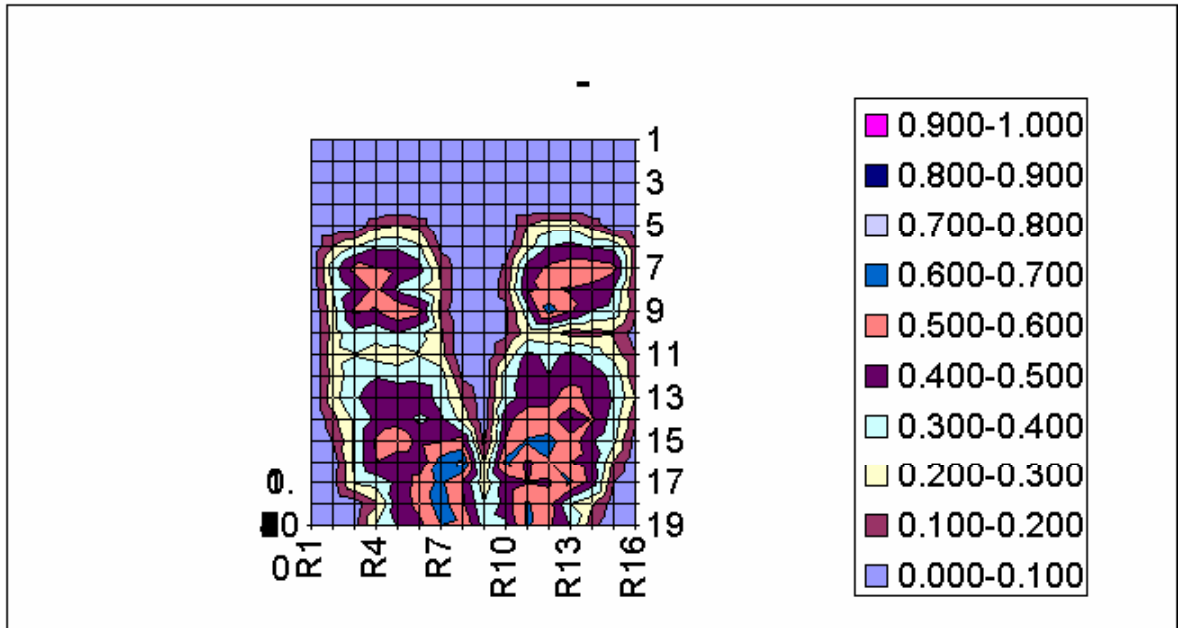
8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-30



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.352	0.431	0.000	0.361	0.399	0.039	0.080	0.119	
<b>Maximaler Druck</b>	0.699	0.749	0.000	0.672	0.768	0.309	0.414	0.543	
<b>Druckunterschied</b>	0.699	0.749	0.000	0.612	0.768	0.309	0.414	0.543	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	36	39	0	30	25	8	10	10	158
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	216.002	234.002	0.000	180.002	150.001	48.000	60.001	60.001	948.008
<b>Lastverteilung</b>	23%	29%	0%	17%	19%	2%	4%	6%	100%
<b>Last [N]</b>	88.635	108.534	0.000	64.976	71.738	7.896	14.354	21.409	377.54
<b>Max Gradient v</b>	0.025	0.035	-	0.110	0.076	0.005	0.105	0.143	
<b>Max Gradient h</b>	-0.069	-0.067	-	-0.033	-0.060	-0.004	-	-	
<b>Index</b>	0.082	0.113	-	0.412	0.390	0.030	0.724	1.290	
<b>R1/R2</b>	7.861	9.589							
<b>Summation Reihen</b>	33.278	33.278		23.685	23.685		5.961	5.961	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			2.566			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.060	0.060		-0.044	-0.044		-0.093	-0.093	
<b>Gradient Spalten</b>			0.070			-0.049			

IAO-31

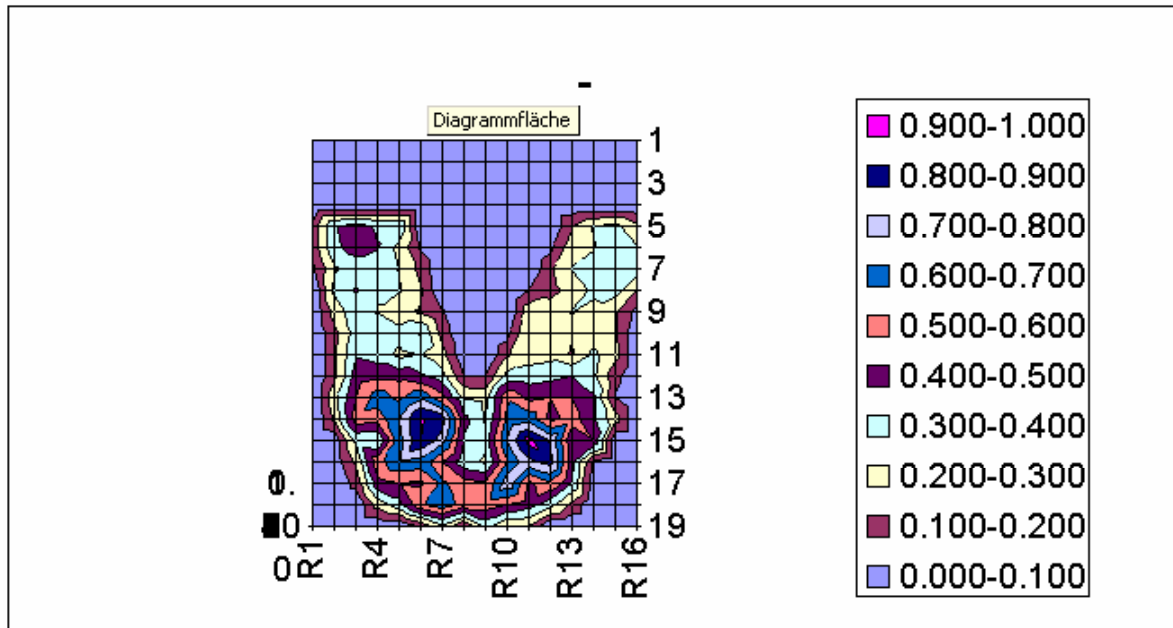


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.427	0.427	0.065	0.310	0.305	0.134	0.054	0.065	
<b>Maximaler Druck</b>	0.725	0.630	0.350	0.583	0.642	0.535	0.384	0.427	
<b>Druckunterschied</b>	0.684	0.620	0.350	0.583	0.642	0.535	0.384	0.427	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	13	33	31	26	9	9	205
<b>Kontaktfläche [cm*2]</b>	252.002	252.002	78.001	198.002	186.002	156.001	54.000	54.000	1230.010
<b>Lastverteilung</b>	26%	26%	4%	16%	16%	7%	3%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	107.632	107.528	14.753	66.945	65.906	30.523	11.748	14.134	419.17
<b>Maz Gradient v</b>	0.054	0.040	0.004	0.082	0.056	0.007	0.061	0.095	
<b>Maz Gradient h</b>	-0.034	-0.043	-0.007	-0.074	-0.155	-0.013	-	-	
<b>Indez</b>	0.155	0.100	0.017	0.241	0.192	0.024	0.431	0.752	
<b>R1/R2</b>	10.462	6.611							
<b>Summation Reihen</b>	38.253	38.253		26.566	26.566		5.042	5.042	
<b>Summation Spalten</b>			0.010			1.201			
<b>Maz Gradient ü. Reihen</b>	0.029	0.029		0.074	0.074		-0.083	-0.083	
<b>Gradient Spalten</b>			0.090			-0.101			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

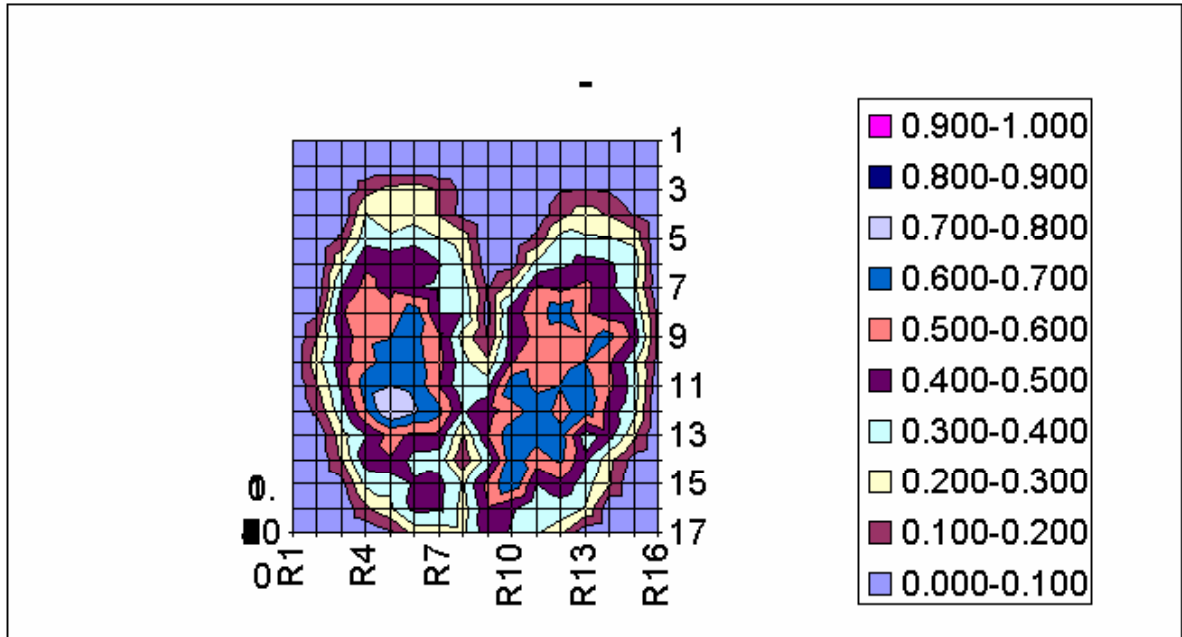
IAO-32



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.454	0.426	0.079	0.247	0.191	0.097	0.067	0.031	
Maximaler Druck	0.908	0.943	0.391	0.468	0.397	0.362	0.462	0.305	
Druckunterschied	0.908	0.943	0.391	0.468	0.397	0.362	0.462	0.305	
Sensoren mit Kontakt	39	38	15	30	27	17	8	5	179
Kontakfläche [cm <sup>2</sup> ]	234.002	228.002	90.001	180.002	162.001	102.001	48.000	30.000	1074.009
Lastverteilung	30%	28%	5%	14%	11%	6%	4%	2%	100%
Last [N]	114.383	107.258	18.066	53.394	41.202	22.003	14.573	6.736	377.61
Max Gradient v	0.096	0.118	0.007	0.081	0.039	0.008	0.031	0.028	
Max Gradient h	-0.088	-0.093	-0.014	-0.037	-0.006	-0.012	-	-	
Index	0.371	0.487	0.029	0.211	0.097	0.029	0.294	0.288	
R1/R2	16.793	7.499							
Summation Reihen	37.813	37.813		19.329	19.329		5.793	5.793	
Summation Spalten			0.337			2.647			
Max Gradient ü. Reihen	0.118	0.118		-0.045	-0.045		-0.102	-0.102	
Gradient Spalten			0.086			-0.049			

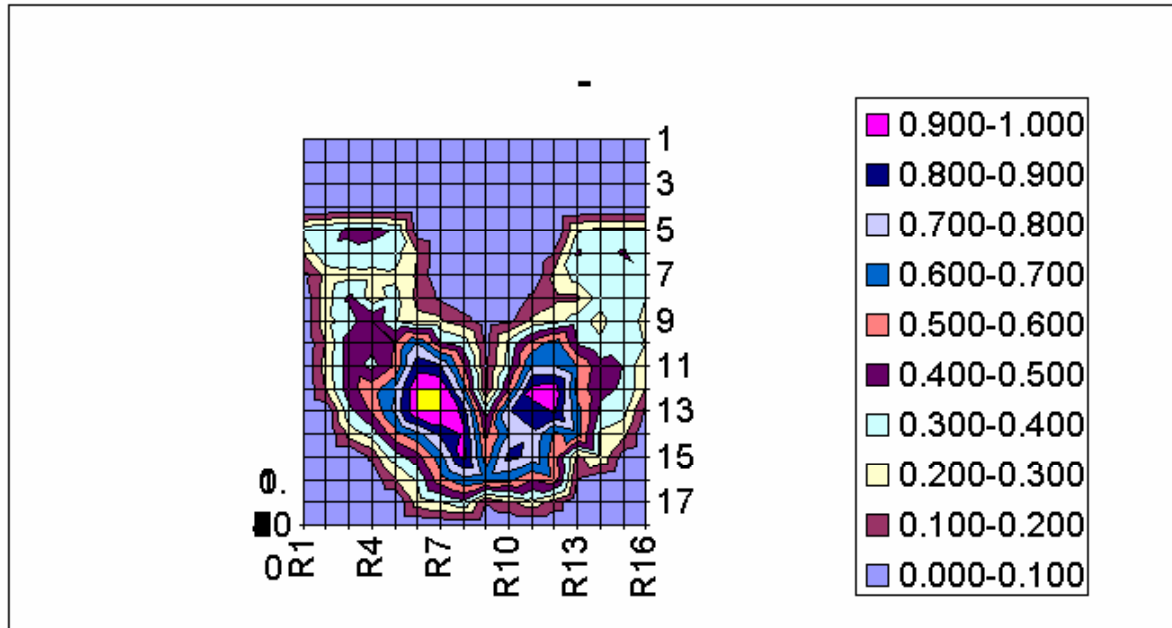


IAO-33



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.364	0.444	0.025	0.474	0.410	0.101	0.122	0.067	
<b>Maximaler Druck</b>	0.801	0.692	0.257	0.663	0.670	0.476	0.364	0.335	
<b>Druckunterschied</b>	0.801	0.692	0.257	0.402	0.660	0.476	0.364	0.335	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	40	41	7	30	30	16	17	12	193
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	240.002	246.002	42.000	180.002	180.002	96.001	102.001	72.001	1158.010
<b>Lastverteilung</b>	22%	27%	1%	20%	17%	5%	5%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	91.800	111.998	5.189	85.275	73.757	20.588	21.977	12.033	422.62
<b>Max Gradient v</b>	0.019	0.029	0.004	0.093	0.071	0.006	0.095	0.061	
<b>Max Gradient h</b>	-0.088	-0.054	-0.004	-0.030	-0.059	-0.007	-0.001	-	
<b>Index</b>	0.065	0.083	0.026	0.344	0.264	0.031	0.340	0.284	
<b>R/R2</b>	6.994	8.314							
<b>Summation Reihen</b>	35.278	35.278		23.125	23.125		6.033	6.033	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			3.601			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.055	0.055		-0.049	-0.049		-0.049	-0.049	
<b>Gradient Spalten</b>			0.097			-0.112			

IAO-34

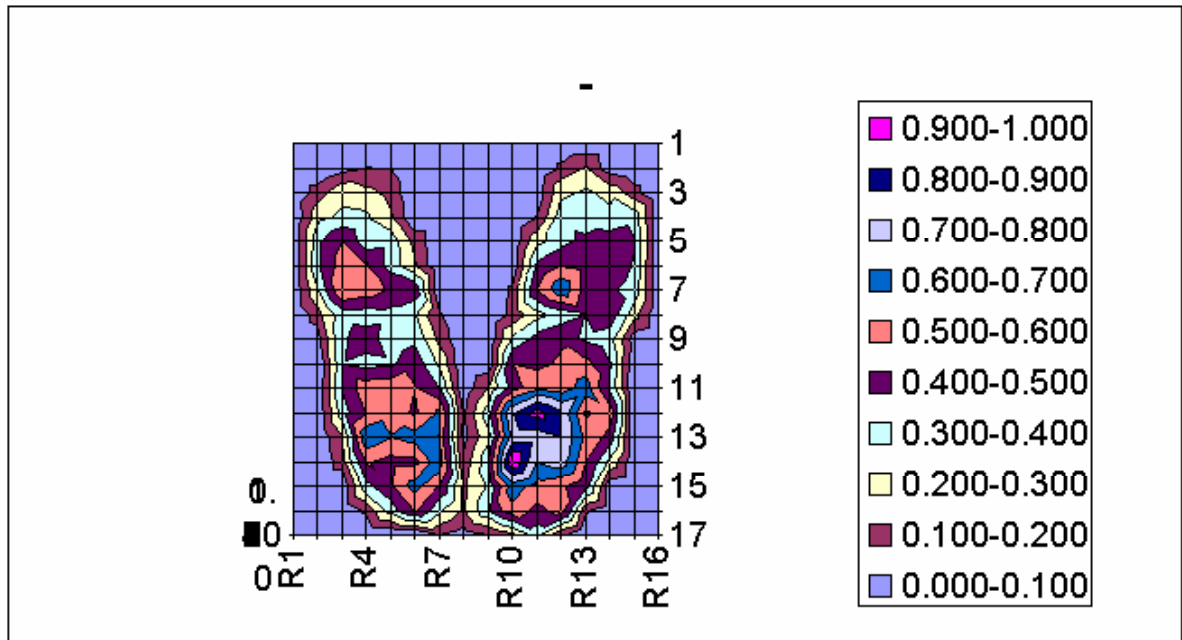


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.425	0.409	0.078	0.345	0.269	0.164	0.071	0.041	
Maximaler Druck	1.194	0.952	0.387	0.862	0.699	0.413	0.434	0.411	
Druckunterschied	1.194	0.952	0.387	0.862	0.699	0.413	0.434	0.411	
Sensoren mit Kontakt	32	34	13	29	25	21	8	5	167
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	192.002	204.002	78.001	174.001	150.001	126.001	48.000	30.000	1002.008
<b>Lastverteilung</b>	<b>27%</b>	<b>26%</b>	<b>4%</b>	<b>16%</b>	<b>12%</b>	<b>9%</b>	<b>4%</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	107.188	103.075	16.857	62.013	48.505	35.372	15.354	8.903	397.27
Max Gradient v	0.063	0.095	0.007	0.177	0.144	0.007	0.058	0.039	
Max Gradient h	-0.142	-0.153	-0.014	-0.005	-0.018	-0.012	-	-	
Index	0.394	0.446	0.035	0.878	0.670	0.022	0.526	0.530	
R/R2	5.362	18.336							
Summation Reihen	36.527	36.527		22.962	22.962		6.721	6.721	
Summation Spalten			0.627			2.431			
Max Gradient ü. Reihen	0.094	0.094		-0.080	-0.080		-0.120	-0.120	
Gradient Spalten			0.059			-0.087			

8. Anhang.

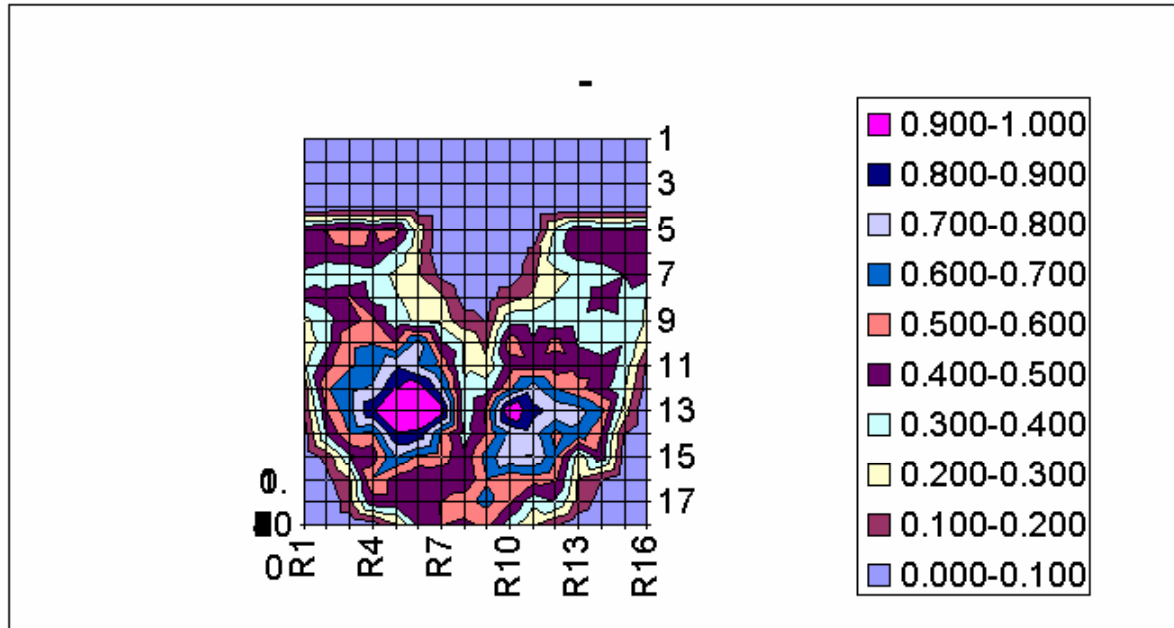
8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-35



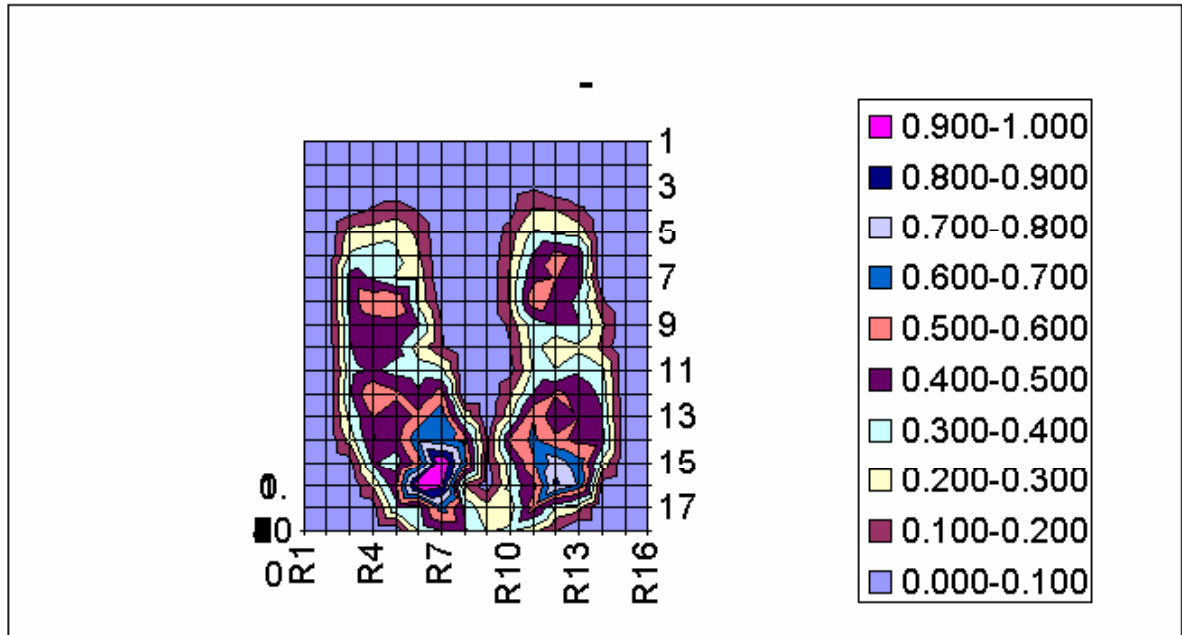
	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.332	0.459	0.049	0.295	0.334	0.057	0.105	0.131	
<b>Maximaler Druck</b>	0.677	0.998	0.377	0.600	0.678	0.405	0.500	0.476	
<b>Druckunterschied</b>	0.677	0.998	0.377	0.600	0.678	0.405	0.500	0.476	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	36	40	10	23	26	8	13	16	172
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	216.002	240.002	60.001	138.001	156.001	48.000	78.001	96.001	1032.009
<b>Lastverteilung</b>	22%	31%	3%	14%	16%	3%	5%	6%	100%
<b>Last [N]</b>	83.740	115.593	10.071	53.052	60.153	11.721	18.913	23.495	376.74
<b>Max Gradient v</b>	0.067	0.097	0.005	0.093	0.066	0.007	0.064	0.103	
<b>Max Gradient h</b>	-0.187	-0.153	-0.005	-0.059	-0.124	-0.009	-	-0.002	
<b>Index</b>	0.209	0.402	0.031	0.406	0.286	0.061	0.410	0.509	
<b>R1/R2</b>	12.600	16.937							
<b>Summation Reihen</b>	33.242	33.242		20.774	20.774		8.774	8.774	
<b>Summation Spalten</b>			0.011			2.017			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.098	0.098		0.054	0.054		-0.045	-0.045	
<b>Gradient Spalten</b>			0.107			-0.072			

IAO-36



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.554	0.494	0.204	0.389	0.313	0.159	0.094	0.073	
Maximaler Druck	1.382	1.005	0.589	0.782	0.557	0.477	0.551	0.466	
Druckunterschied	1.382	1.005	0.589	0.773	0.547	0.477	0.551	0.466	
Sensoren mit Kontakt	41	41	23	30	30	19	8	8	200
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	246.002	246.002	138.001	180.002	180.002	114.001	48.000	48.000	1200.010
Lastverteilung	29%	25%	9%	14%	11%	7%	4%	3%	100%
Last [N]	139.658	124.545	44.049	69.933	56.355	34.312	20.301	15.719	504.87
Max Gradient v	0.152	0.067	0.010	0.163	0.070	0.006	0.094	0.119	
Max Gradient h	-0.187	-0.103	-0.019	-0.014	-0.034	-0.017	-0.014	-	
Index	0.855	0.274	0.044	0.710	0.215	0.024	1.082	1.157	
RWR2	27.895	13.886							
Summation Reihen	46.729	46.729		27.704	27.704		9.712	9.712	
Summation Spalten			2.765			4.325			
Max Gradient ü. Reihen	0.098	0.098		-0.057	-0.057		-0.182	-0.182	
Gradient Spalten			0.067			-0.083			

IAO-37

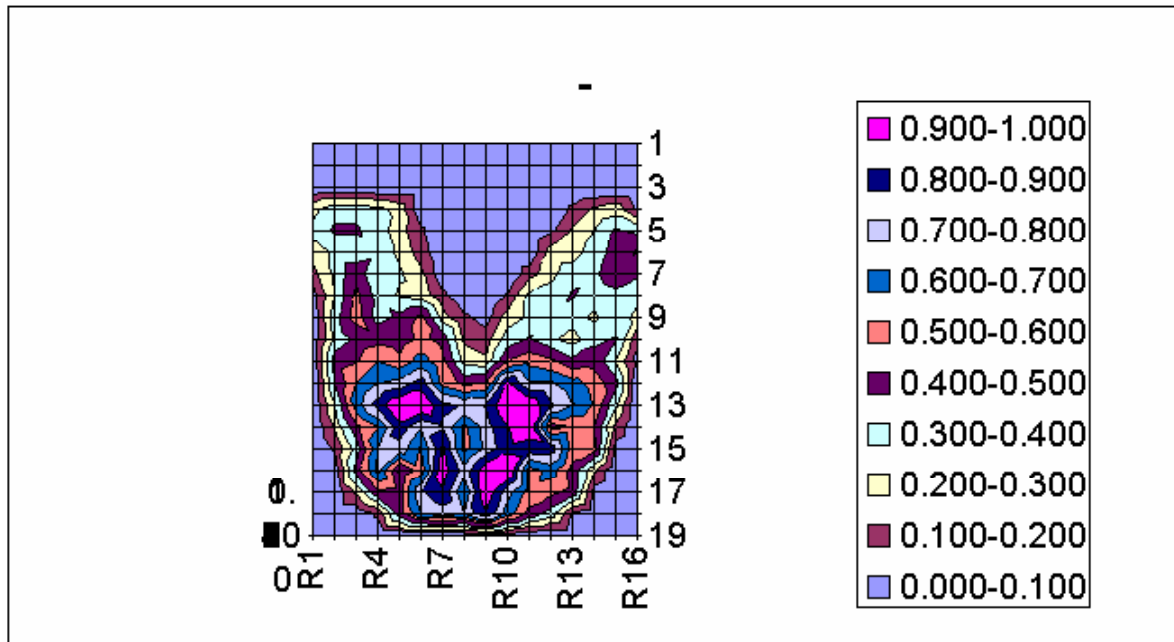


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.403	0.341	0.000	0.288	0.246	0.000	0.072	0.093	
<b>Maximaler Druck</b>	1.008	0.821	0.000	0.587	0.575	0.000	0.338	0.527	
<b>Druckunterschied</b>	1.008	0.821	0.000	0.587	0.575	0.000	0.338	0.527	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	39	37	0	24	25	0	15	15	155
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	234.002	222.002	0.000	144.001	150.001	0.000	90.001	90.001	930.008
<b>Lastverteilung</b>	32%	27%	0%	16%	14%	0%	5%	6%	100%
<b>Last [N]</b>	101.650	85.825	0.000	51.811	44.231	0.000	15.515	20.095	319.13
<b>Max Gradient v</b>	0.166	0.083	-	0.053	0.036	-	0.031	0.090	
<b>Max Gradient h</b>	-0.231	-0.194	-	-0.056	-0.069	-	-	-	
<b>Index</b>	0.714	0.306	-	0.215	0.137	-	0.116	0.524	
<b>R1/R2</b>	24.463	8.258							
<b>Summation Reihen</b>	31.246	31.246		16.007	16.007		5.935	5.935	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			0.693			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.068	0.068		-0.024	-0.024		-0.035	-0.035	
<b>Gradient Spalten</b>			0.134			0.000			

8. Anhang.

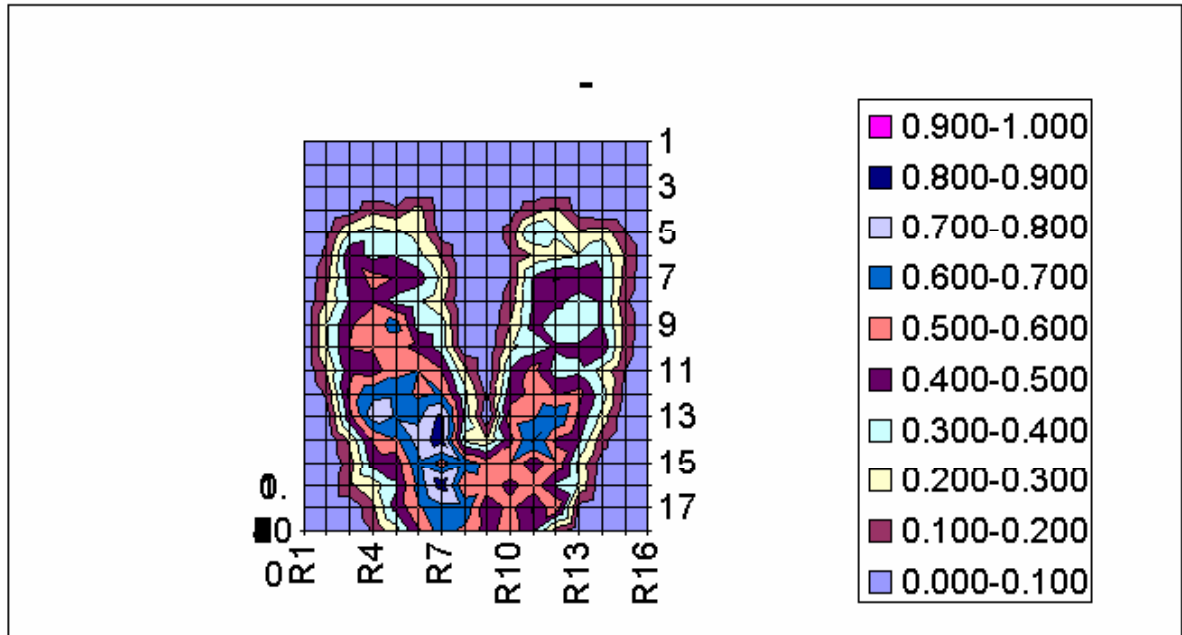
8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-38



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.550	0.551	0.131	0.406	0.358	0.163	0.089	0.049	
<b>Maximaler Druck</b>	1.169	1.052	0.452	0.848	0.915	0.509	0.412	0.360	
<b>Druckunterschied</b>	1.169	1.052	0.452	0.848	0.915	0.509	0.412	0.360	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	36	39	22	35	34	22	11	8	207
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	216.002	234.002	132.001	210.002	204.002	132.001	66.001	48.000	1242.010
<b>Lastverteilung</b>	26%	26%	6%	16%	14%	7%	4%	2%	100%
<b>Last [N]</b>	138.521	138.755	29.965	87.593	77.434	37.074	19.264	10.556	539.16
<b>Max Gradient v</b>	0.089	0.148	0.004	0.099	0.072	0.005	0.042	0.055	
<b>Max Gradient h</b>	-0.126	-0.134	-0.014	-0.004	-0.012	-0.011	-	-	
<b>Index</b>	0.484	0.665	0.014	0.400	0.323	0.021	0.264	0.413	
<b>R1/R2</b>	16.885	21.599							
<b>Summation Reihen</b>	47.388	47.388		33.480	33.480		8.991	8.991	
<b>Summation Spalten</b>			1.126			6.096			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.188	0.188		-0.081	-0.081		-0.084	-0.084	
<b>Gradient Spalten</b>			0.101			-0.081			

IAO-39

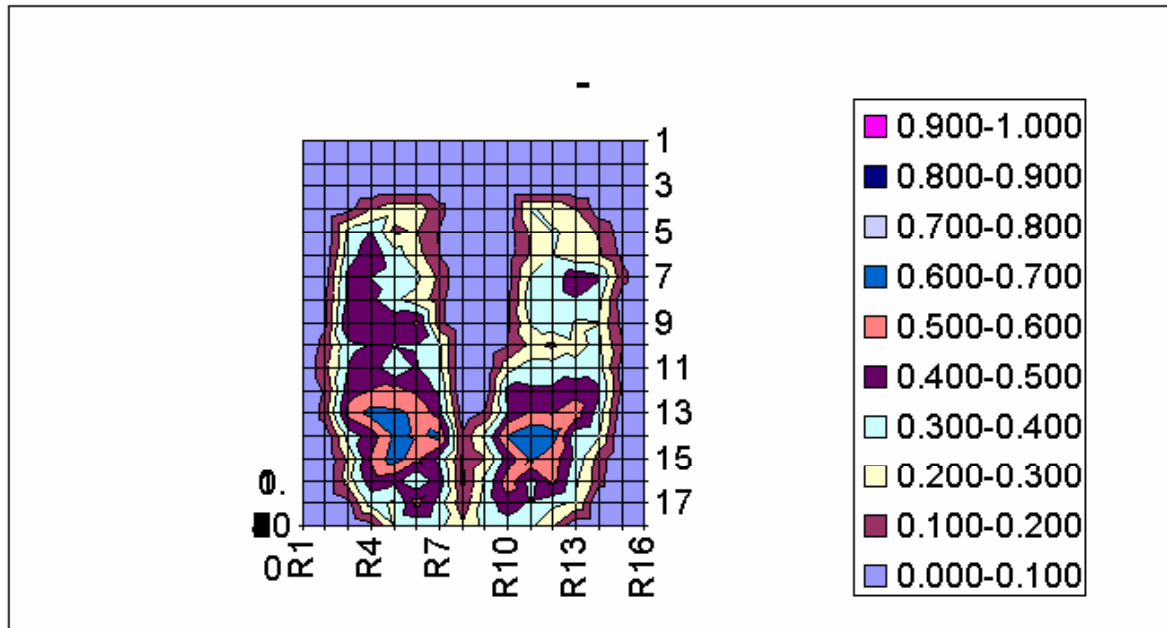


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.493	0.373	0.042	0.385	0.307	0.030	0.100	0.085	
<b>Maximaler Druck</b>	0.851	0.705	0.297	0.641	0.540	0.190	0.472	0.410	
<b>Druckunterschied</b>	0.851	0.705	0.297	0.641	0.540	0.190	0.472	0.410	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	40	9	27	25	9	15	14	180
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	246.002	240.002	54.000	162.001	150.001	54.000	90.001	84.001	1080.009
<b>Lastverteilung</b>	31%	24%	2%	17%	14%	2%	5%	5%	100%
<b>Last [N]</b>	124.148	94.090	9.050	69.343	55.286	6.566	21.707	18.374	398.56
<b>Max Gradient v</b>	0.039	0.073	0.003	0.049	0.098	0.002	0.089	0.084	
<b>Max Gradient h</b>	-0.037	-0.159	-0.003	-0.052	-0.034	-0.004		-0.028	
<b>Index</b>	0.134	0.214	0.019	0.193	0.352	0.008	0.466	0.410	
<b>R1/R2</b>	7.741	13.631							
<b>Summation Reihen</b>	36.601	36.601		22.659	22.659		7.166	7.166	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			2.263			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.034	-0.034		-0.043	-0.043		-0.064	-0.064	
<b>Gradient Spalten</b>			0.117			-0.040			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

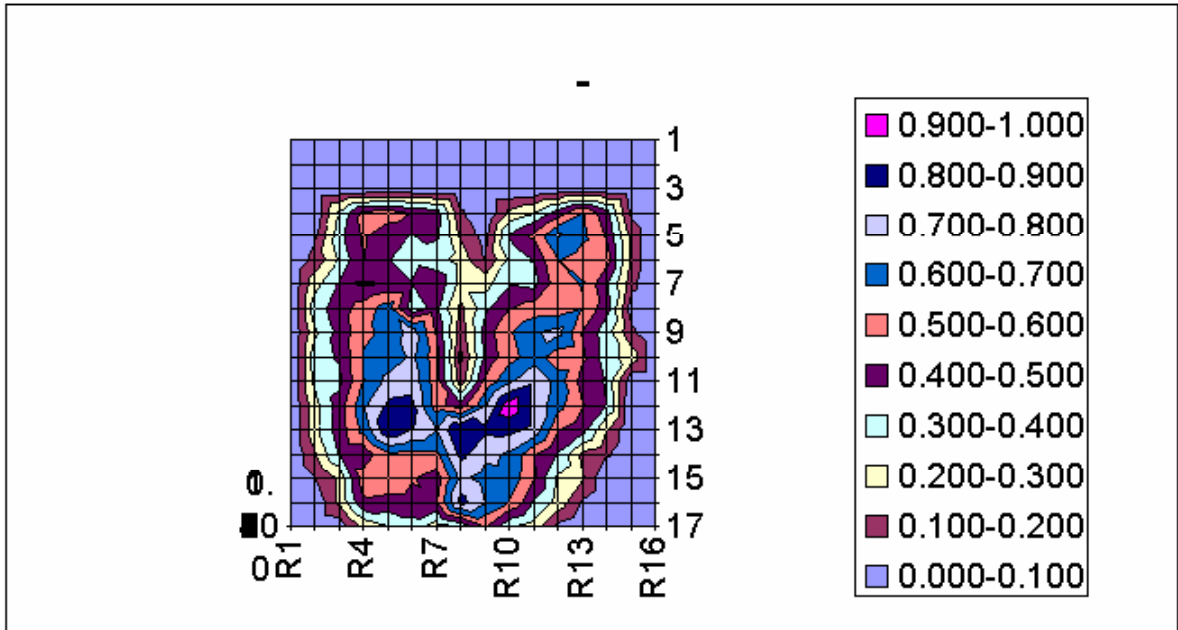
IAO-40



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.362	0.357	0.023	0.305	0.240	0.018	0.100	0.079	
Maximaler Druck	0.657	0.691	0.170	0.509	0.458	0.133	0.462	0.305	
Druckunterschied	0.657	0.691	0.170	0.509	0.458	0.133	0.462	0.305	
Sensoren mit Kontakt	40	39	11	25	25	9	15	14	178
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	240.002	234.002	66.001	150.001	150.001	54.000	90.001	84.001	1068.009
<b>Lastverteilung</b>	<b>28%</b>	<b>28%</b>	<b>1%</b>	<b>17%</b>	<b>13%</b>	<b>1%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	91.141	89.991	4.900	54.926	43.286	3.858	21.637	17.003	326.74
Max Gradient v	0.077	0.049	0.004	0.091	0.062	0.003	0.097	0.105	
Max Gradient h	-0.076	-0.075	-0.002	-0.041	-0.079	-0.002	-0.019	-0.001	
Indez	0.212	0.144	0.011	0.309	0.190	0.008	0.498	0.382	
R1/R2	2.939	10.650							
Summation Reihen	30.569	30.569		17.288	17.288		6.600	6.600	
Summation Spalten			0.000			1.620			
Max Gradient ü. Reihen	0.039	0.039		-0.034	-0.034		-0.063	-0.063	
Gradient Spalten			0.146			-0.024			



IAO-43

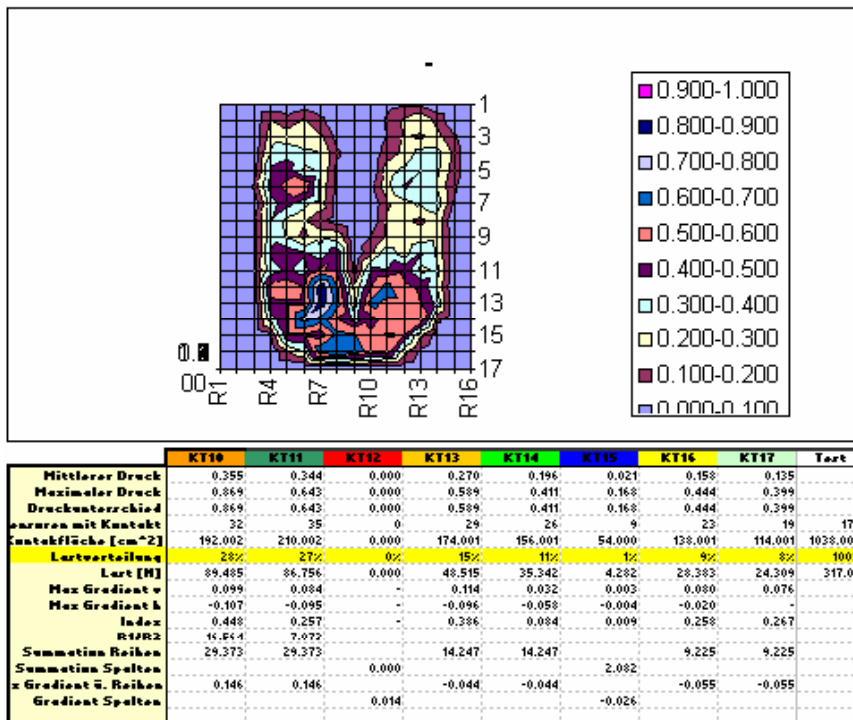


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.527	0.456	0.076	0.437	0.480	0.029	0.159	0.161	
<b>Maximaler Druck</b>	0.905	0.962	0.348	0.751	0.732	0.257	0.566	0.712	
<b>Druckunterschied</b>	0.867	0.962	0.348	0.681	0.641	0.257	0.566	0.712	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	40	12	30	30	8	12	12	186
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	252.002	240.002	72.001	180.002	180.002	48.000	72.001	72.001	1116.009
<b>Lastverteilung</b>	27%	23%	3%	16%	18%	1%	6%	6%	100%
<b>Last [N]</b>	132.780	114.954	15.414	78.600	86.392	5.877	28.577	29.002	491.60
<b>Max Gradient v</b>	0.022	0.052	0.003	0.154	0.076	0.009	0.182	0.164	
<b>Max Gradient h</b>	-0.085	-0.069	-0.005	-0.024	-0.077	-0.005	-0.034	-	
<b>Index</b>	0.078	0.209	0.016	0.641	0.309	0.049	1.428	1.621	
<b>R1/R2</b>	8.130	11.322							
<b>Summation Reihen</b>	42.416	42.416		29.582	29.582		3.934	3.934	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			6.287			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.088	0.088		-0.026	-0.026		-0.170	-0.170	
<b>Gradient Spalten</b>			0.095			-0.036			

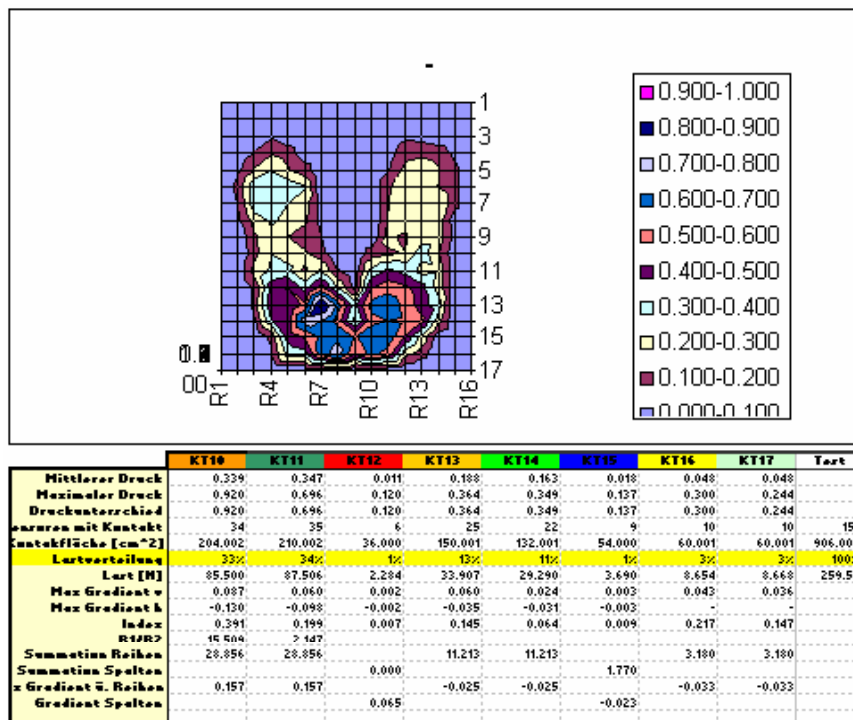
8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-44



ohne Schuhe

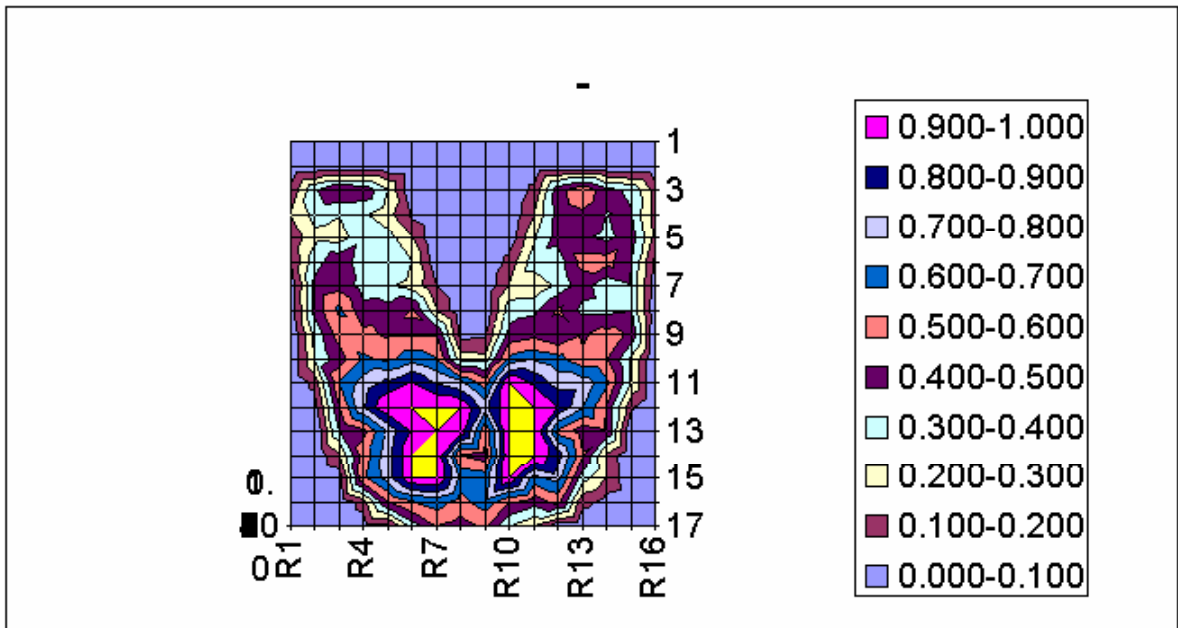


mit Schuhen

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-45

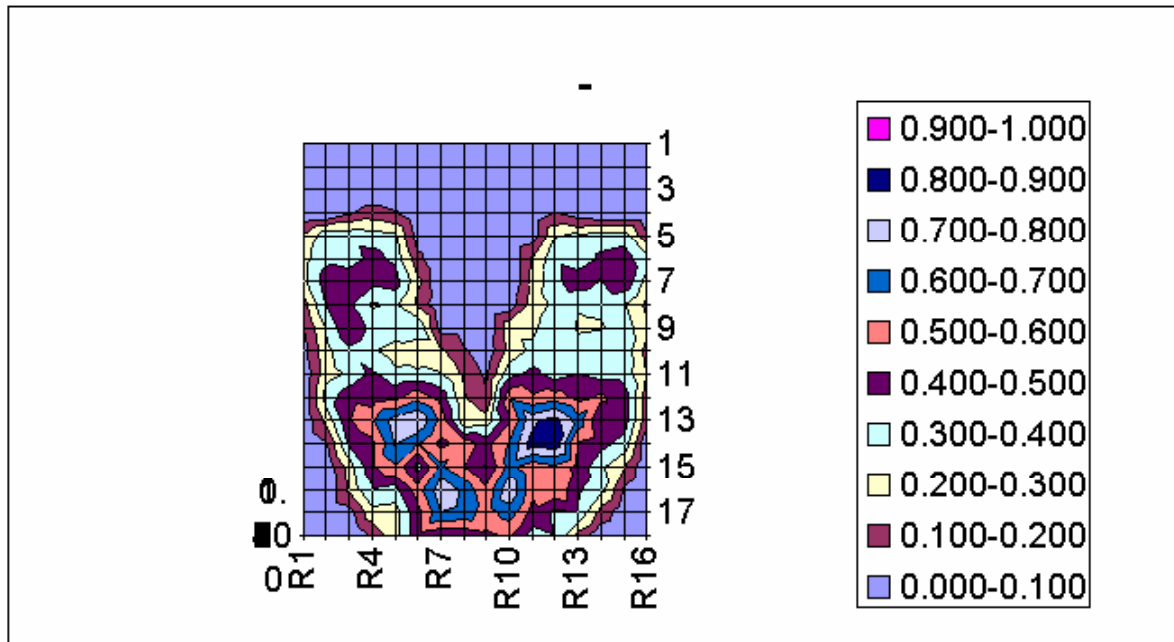


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.676	0.663	0.108	0.367	0.368	0.123	0.113	0.156	
<b>Maximaler Druck</b>	1.652	1.945	0.440	0.659	0.678	0.479	0.501	0.582	
<b>Druckunterschied</b>	1.652	1.945	0.440	0.659	0.678	0.479	0.501	0.582	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	41	18	28	29	19	11	13	200
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	246.002	246.002	108.001	168.001	174.001	114.001	66.001	78.001	1200.010
<b>Lastverteilung</b>	30%	30%	4%	12%	12%	4%	4%	5%	100%
<b>Last [N]</b>	170.356	167.078	21.933	65.999	66.245	25.174	20.343	28.055	565.18
<b>Max Gradient v</b>	0.092	0.103	0.007	0.087	0.082	0.007	0.047	0.170	
<b>Max Gradient h</b>	-0.190	-0.181	-0.014	-0.010	-0.038	-0.014	-	-0.006	
<b>Index</b>	0.616	0.812	0.027	0.342	0.318	0.031	0.355	1.264	
<b>R1/R2</b>	18.530	13.136							
<b>Summation Reihen</b>	56.856	56.856		26.105	26.105		11.235	11.235	
<b>Summation Spalten</b>			0.620			4.435			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.127	0.127		-0.042	-0.042		-0.146	-0.146	
<b>Gradient Spalten</b>			0.089			-0.111			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

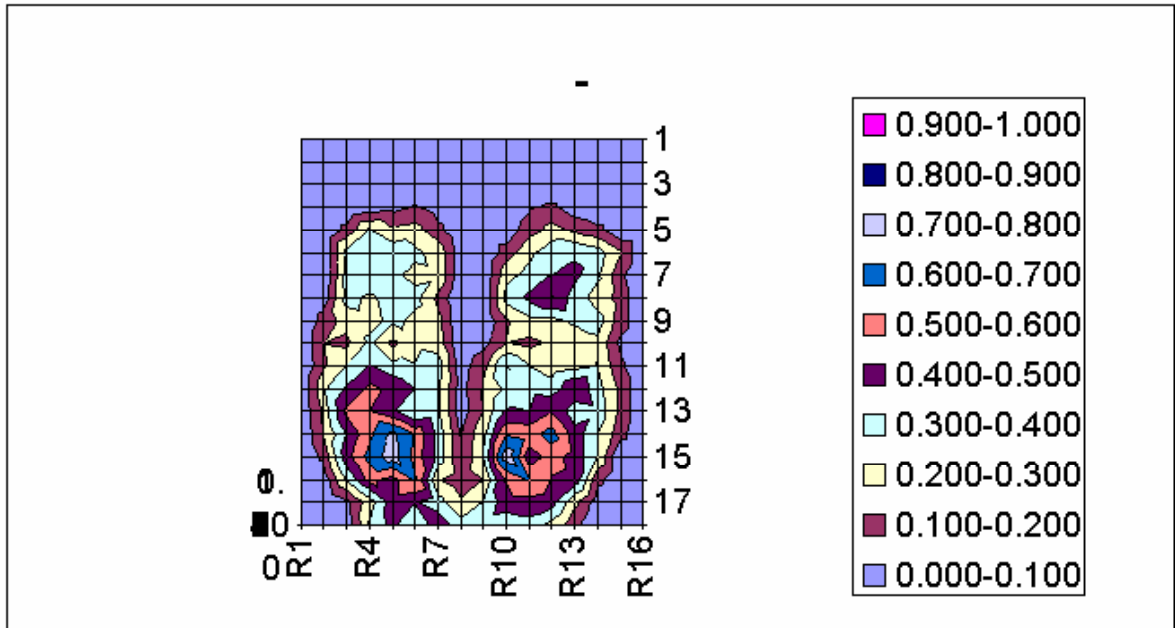
IAO-46



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.455	0.487	0.115	0.263	0.259	0.169	0.075	0.070	
<b>Maximaler Druck</b>	0.795	0.875	0.458	0.490	0.456	0.485	0.443	0.418	
<b>Druckunterschied</b>	0.795	0.853	0.458	0.490	0.456	0.485	0.443	0.418	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	42	18	27	26	23	11	11	199
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	246.002	252.002	108.001	162.001	156.001	138.001	66.001	66.001	1194.010
<b>Lastverteilung</b>	27%	29%	6%	11%	11%	9%	4%	4%	100%
<b>Last [N]</b>	114.658	122.794	24.935	47.251	46.627	36.449	16.179	15.016	423.91
<b>Max Gradient v</b>	0.085	0.113	0.005	0.079	0.026	0.007	0.028	0.073	
<b>Max Gradient h</b>	-0.093	-0.112	-0.014	-0.068	-0.030	-0.013	-	-	
<b>Index</b>	0.276	0.392	0.021	0.240	0.077	0.023	0.190	0.464	
<b>R1/R2</b>	15.789	5.962							
<b>Summation Reihen</b>	42.120	42.120		20.846	20.846		7.685	7.685	
<b>Summation Spalten</b>			1081			2.850			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.058	-0.058		0.039	0.039		-0.099	-0.099	
<b>Gradient Spalten</b>			0.074			-0.091			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-47

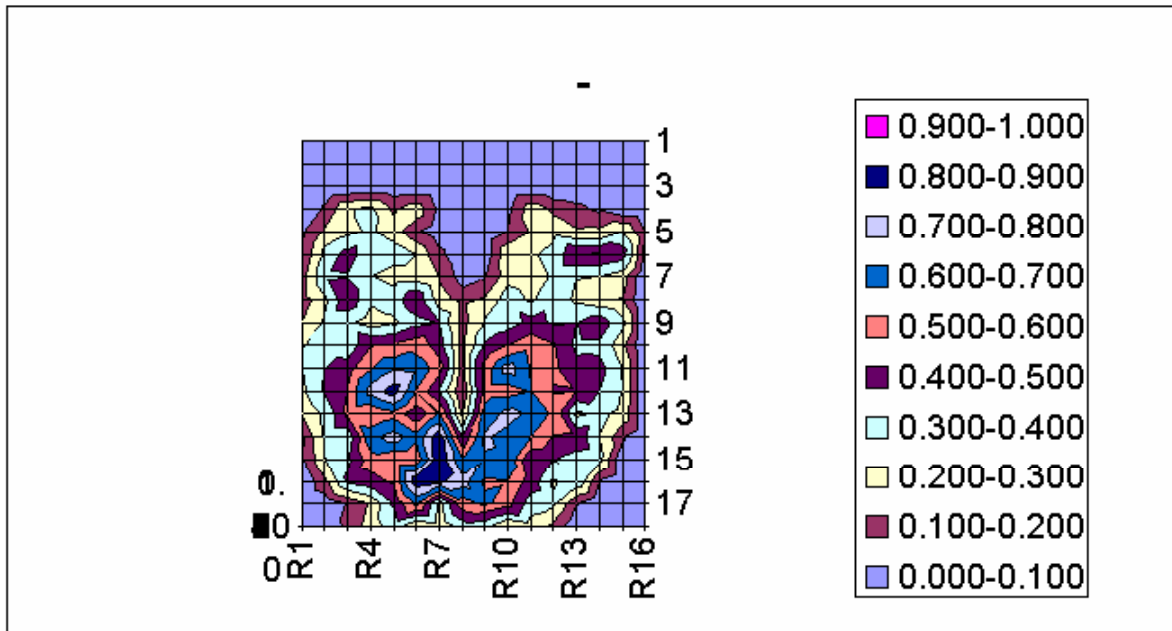


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.376	0.374	0.040	0.244	0.261	0.037	0.082	0.069	
<b>Maximaler Druck</b>	0.751	0.773	0.282	0.409	0.505	0.201	0.377	0.384	
<b>Druckunterschied</b>	0.714	0.773	0.282	0.409	0.505	0.201	0.377	0.384	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	41	10	28	27	10	16	13	187
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	252.002	246.002	60.001	168.001	162.001	60.001	96.001	78.001	1122.009
<b>Lastverteilung</b>	29%	29%	3%	13%	14%	2%	5%	5%	100%
<b>Last [N]</b>	94.811	94.210	8.726	43.874	47.021	7.925	17.771	14.928	329.27
<b>Max Gradient v</b>	0.104	0.056	0.003	0.020	0.039	0.005	0.051	0.046	
<b>Max Gradient h</b>	-0.075	-0.067	-0.004	-0.020	-0.089	-0.007	-	-	
<b>Indez R1/R2</b>	0.311	0.176	0.016	0.049	0.123	0.017	0.199	0.228	
<b>Summation Reihen</b>	32.857	32.857		16.359	16.359		5.661	5.661	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			2.056			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.044	-0.044		-0.042	-0.042		-0.059	-0.059	
<b>Gradient Spalten</b>			0.097			-0.049			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-48

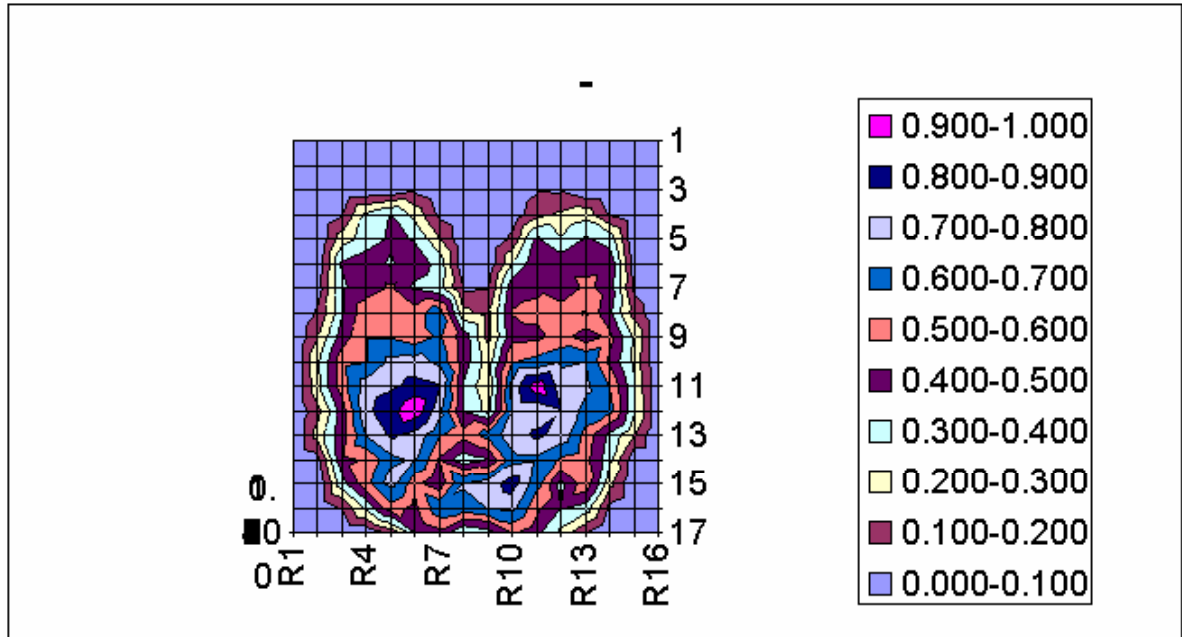


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.489	0.422	0.163	0.363	0.385	0.081	0.103	0.102	
Maximaler Druck	0.888	0.730	0.413	0.687	0.744	0.459	0.440	0.503	
Druckunterschied	0.779	0.730	0.413	0.642	0.657	0.459	0.440	0.503	
Sensoren mit Kontakt	42	41	25	30	30	14	17	17	216
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	252.002	246.002	150.001	180.002	180.002	84.001	102.001	102.001	1296.011
<b>Lastverteilung</b>	<b>27%</b>	<b>23%</b>	<b>8%</b>	<b>14%</b>	<b>15%</b>	<b>4%</b>	<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	123.279	106.465	35.112	65.324	69.320	17.521	22.248	21.973	461.24
Max Gradient v	0.132	0.033	0.006	0.086	0.044	0.008	0.099	0.066	
Max Gradient h	-0.152	-0.055	-0.004	-0.042	-0.007	-0.011	-0.057	-	
Index	0.463	0.098	0.015	0.329	0.182	0.043	0.428	0.327	
R1/R2	20.529	8.446							
Summation Reihen	41.189	41.189		26.528	26.528		9.156	9.156	
Summation Spalten			1.966			5.748			
Max Gradient ü. Reihen	0.083	0.083		-0.048	-0.048		-0.072	-0.072	
Gradient Spalten			0.071			-0.096			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-49

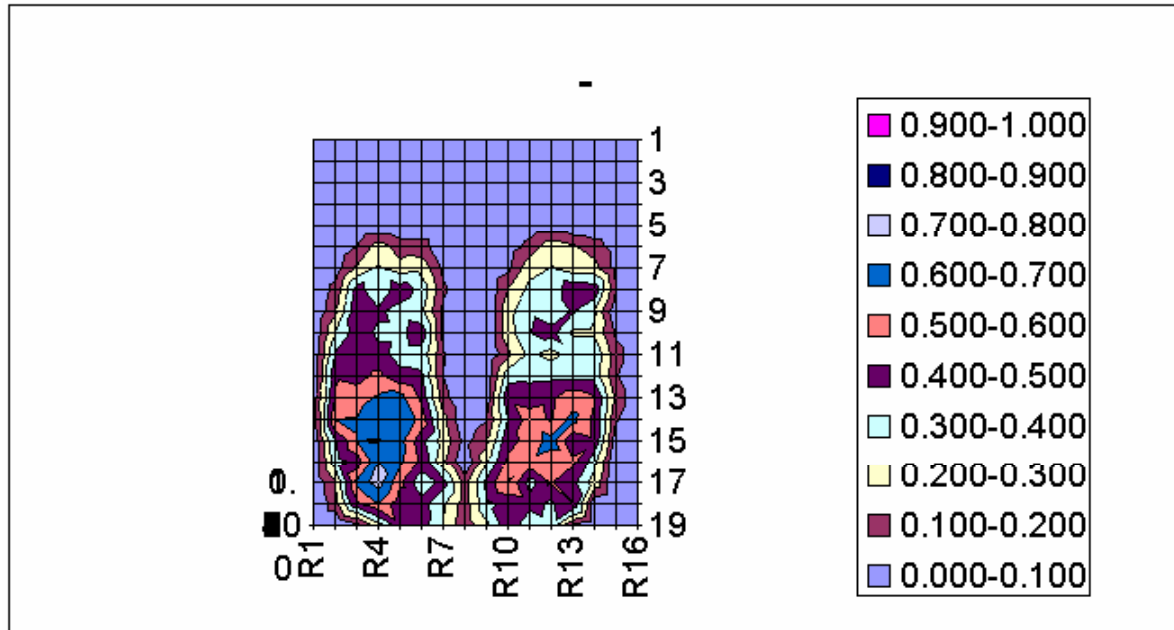


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.544	0.541	0.040	0.471	0.446	0.049	0.095	0.085	
Maximaler Druck	0.977	0.960	0.278	0.740	0.698	0.316	0.420	0.413	
Druckunterschied	0.977	0.960	0.278	0.733	0.692	0.316	0.420	0.413	
Sensoren mit Kontakt	41	41	9	30	30	10	12	12	185
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	246.002	246.002	54.000	180.002	180.002	60.001	72.001	72.001	1110.009
Lastverteilung	28%	28%	2%	17%	16%	2%	3%	3%	100%
Last [N]	137.051	136.358	8.117	84.813	80.327	10.065	17.120	15.353	489.20
Max Gradient v	0.051	0.026	0.006	0.070	0.060	0.007	0.077	0.048	
Max Gradient h	-0.078	-0.080	-0.003	-0.030	-0.020	-0.005	-	-	
Index R/R2	13.555	6.689							
Summation Reihen	47.125	47.125		26.981	26.981		5.427	5.427	
Summation Spalten			0.000			3.998			
Max Gradient ü. Reihen	0.095	0.095		-0.048	-0.048		-0.062	-0.062	
Gradient Spalten			0.133			-0.062			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

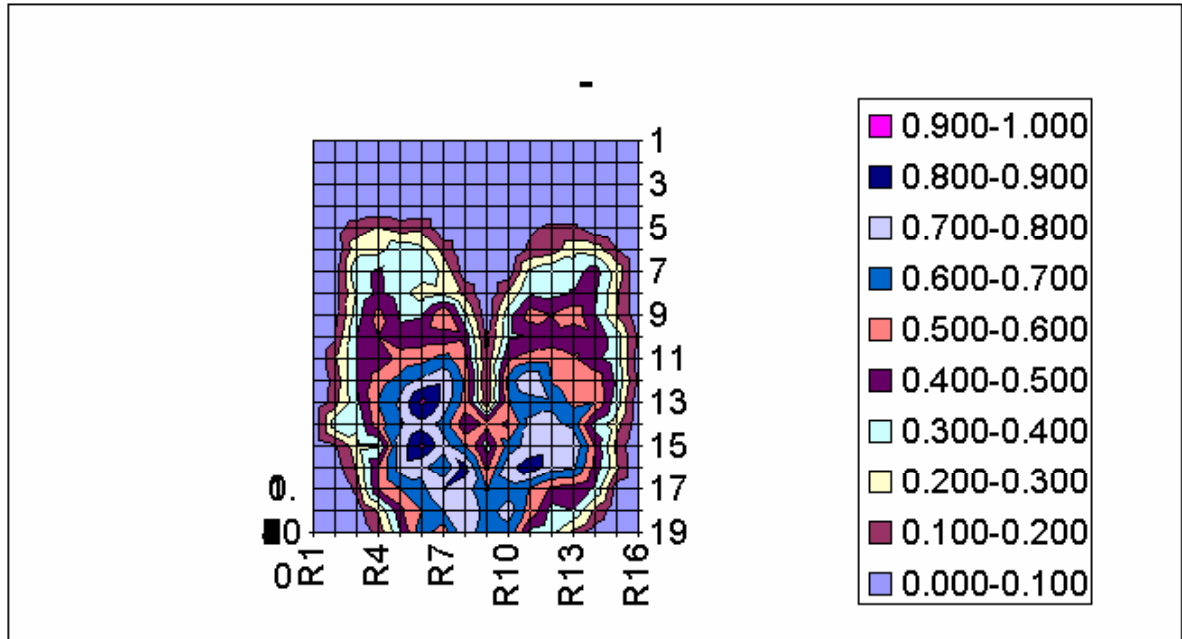
IAO-50



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.408	0.401	0.101	0.273	0.266	0.022	0.018	0.023	
Maximaler Druck	0.750	0.644	0.600	0.526	0.473	0.170	0.243	0.267	
Druckunterschied	0.741	0.644	0.600	0.526	0.473	0.170	0.243	0.267	
Sensoren mit Kontakt	42	41	18	30	31	10	6	7	185
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	252.002	246.002	108.001	180.002	186.002	60.001	36.000	42.000	1110.009
Lastverteilung	29%	28%	6%	16%	16%	1%	1%	1%	100%
Last [N]	102.886	101.055	22.971	58.926	57.464	5.130	3.970	4.979	357.38
Max Gradient v	0.042	0.058	0.008	0.050	0.046	0.003	0.050	0.095	
Max Gradient h	-0.056	-0.049	-0.004	-0.036	-0.068	-0.003	-	-	
Index	0.126	0.153	0.044	0.146	0.118	0.009	0.337	0.602	
RWR2	8.291	11.790							
Summation Reihen	36.568	36.568		21.442	21.442		1.554	1.554	
Summation Spalten			0.090			1.661			
Max Gradient ü. Reihen	0.056	0.056		-0.052	-0.052		-0.054	-0.054	
Gradient Spalten			0.135			-0.032			



IAO-51

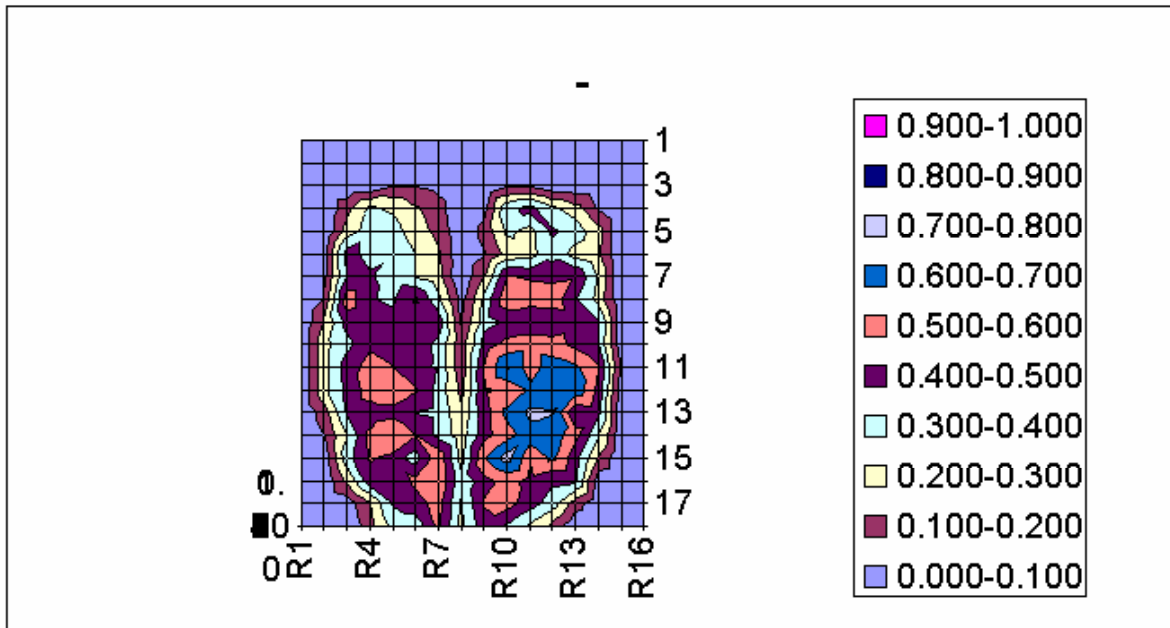


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.554	0.541	0.033	0.432	0.382	0.083	0.058	0.032	
<b>Maximaler Druck</b>	0.929	0.864	0.360	0.778	0.801	0.374	0.359	0.262	
<b>Druckunterschied</b>	0.908	0.826	0.360	0.746	0.801	0.374	0.359	0.262	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	12	36	34	20	11	8	205
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	252.002	252.002	72.001	216.002	204.002	120.001	66.001	48.000	1230.010
<b>Lastverteilung</b>	28%	27%	1%	19%	17%	4%	3%	1%	100%
<b>Last [N]</b>	139.647	136.380	7.449	93.303	82.411	18.935	12.571	6.818	497.51
<b>Max Gradient v</b>	0.076	0.030	0.010	0.062	0.087	0.006	0.064	0.045	
<b>Max Gradient h</b>	-0.070	-0.099	-0.008	-0.054	-0.023	-0.006	-	-	
<b>Index R/R2</b>	16.207	3.565							
<b>Summation Reihen</b>	47.719	47.719		31.802	31.802		3.397	3.397	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			3.580			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.046	0.046		-0.055	-0.055		-0.045	-0.045	
<b>Gradient Spalten</b>			0.103			-0.097			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

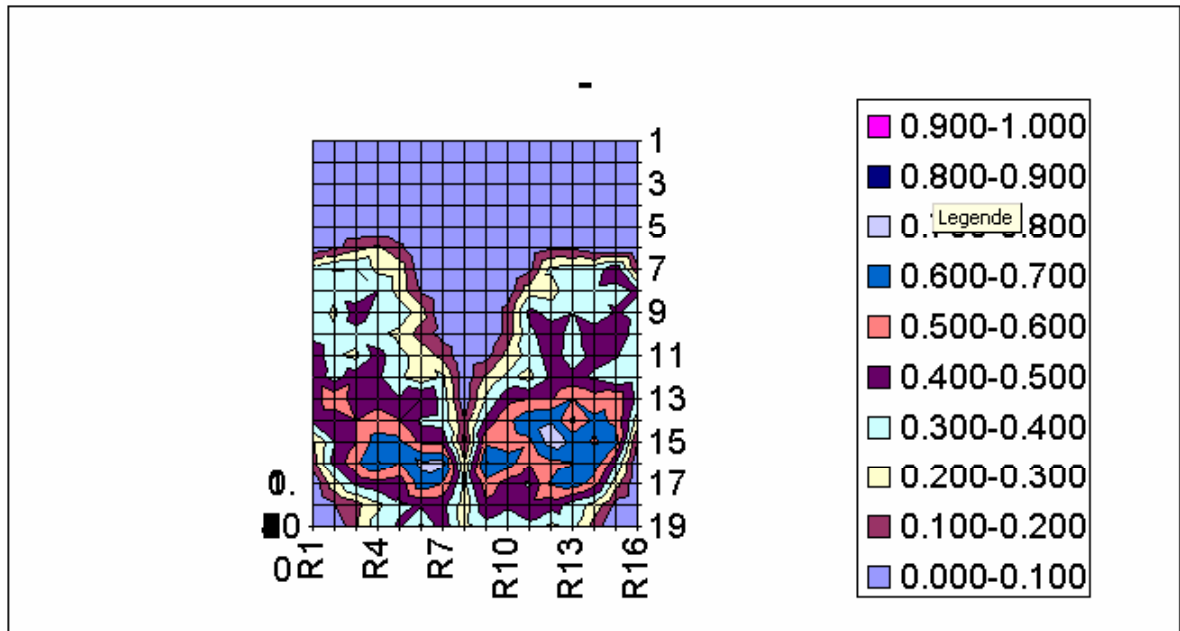
IAO-54



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.382	0.444	0.041	0.363	0.468	0.005	0.125	0.135	
Maximaler Druck	0.599	0.740	0.267	0.555	0.706	0.063	0.446	0.433	
Druckunterschied	0.591	0.740	0.267	0.555	0.513	0.063	0.446	0.433	
Sensoren mit Kontakt	42	41	11	29	30	4	20	21	198
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	252.002	246.002	66.001	174.001	180.002	24.000	120.001	126.001	1188.010
<b>Lastverteilung</b>	<b>23%</b>	<b>26%</b>	<b>2%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>0%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	96.142	111.776	8.953	65.286	84.227	1.033	26.895	29.123	423.43
Max Gradient v	0.065	0.041	0.004	0.080	0.058	0.002	0.043	0.108	
Max Gradient h	-0.058	-0.077	-0.004	-0.016	-0.059	-0.001	-	-0.020	
Index	0.155	0.122	0.016	0.254	0.226	0.004	0.161	0.371	
R1/R2	11.215	10.324							
Summation Reihen	35.236	35.236		25.949	25.949		9.387	9.387	
Summation Spalten			0.000			5.514			
Max Gradient ü. Reihen	0.037	0.037		-0.037	-0.037		-0.081	-0.081	
Gradient Spalten			0.122			-0.006			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-55

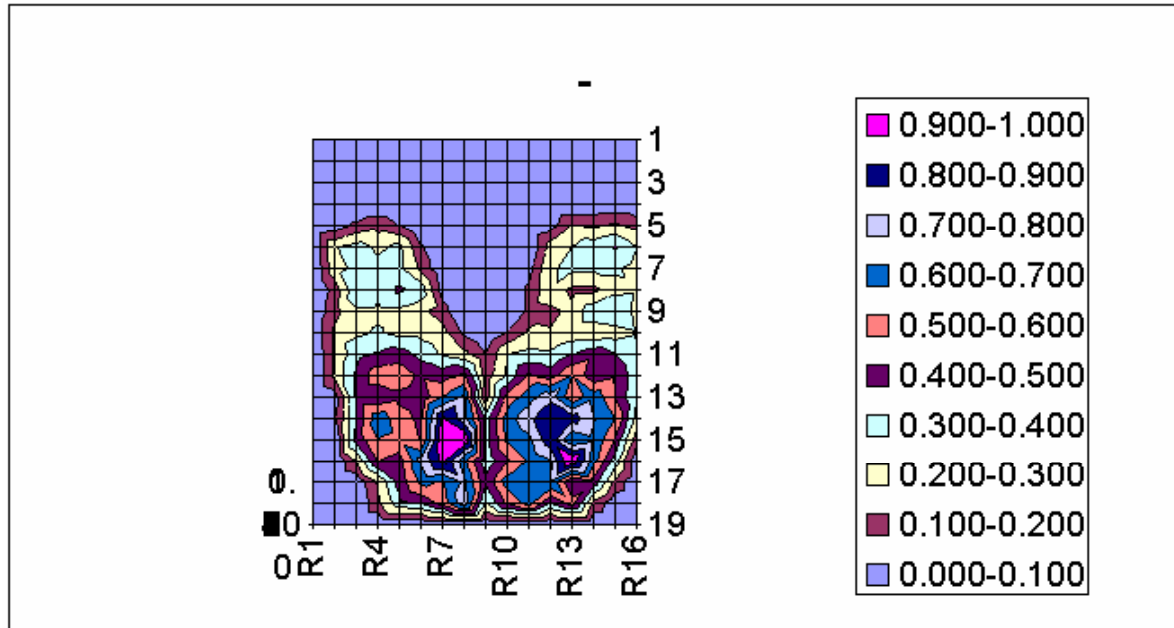


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.420	0.506	0.206	0.217	0.268	0.198	0.014	0.006	
Maximaler Druck	0.741	0.747	0.579	0.466	0.456	0.629	0.218	0.082	
Druckunterschied	0.730	0.599	0.579	0.466	0.456	0.629	0.218	0.082	
Sensoren mit Kontakt	42	42	24	29	31	22	3	3	196
Kontaktfläche [cm²]	252.002	252.002	144.001	174.001	186.002	132.001	18.000	18.000	1176.010
<b>Lastverteilung</b>	<b>24%</b>	<b>29%</b>	<b>11%</b>	<b>11%</b>	<b>13%</b>	<b>10%</b>	<b>1%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	105.816	127.428	46.968	46.862	57.984	45.122	3.014	1.191	434.39
Max Gradient v	0.097	0.075	0.009	0.061	0.088	0.008	-	0.030	
Max Gradient h	-0.092	-0.066	-0.013	-0.039	-0.027	-0.017	-	-	
Index	0.285	0.222	0.037	0.164	0.215	0.038	-	0.138	
R1/R2	15.780	7.154							
Summation Reihen	45.460	45.460		26.163	26.163		0.774	0.774	
Summation Spalten			3.566			3.697			
Max Gradient ü. Reihen	0.078	0.078		-0.096	-0.096		-0.029	-0.029	
Gradient Spalten			0.036			-0.096			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

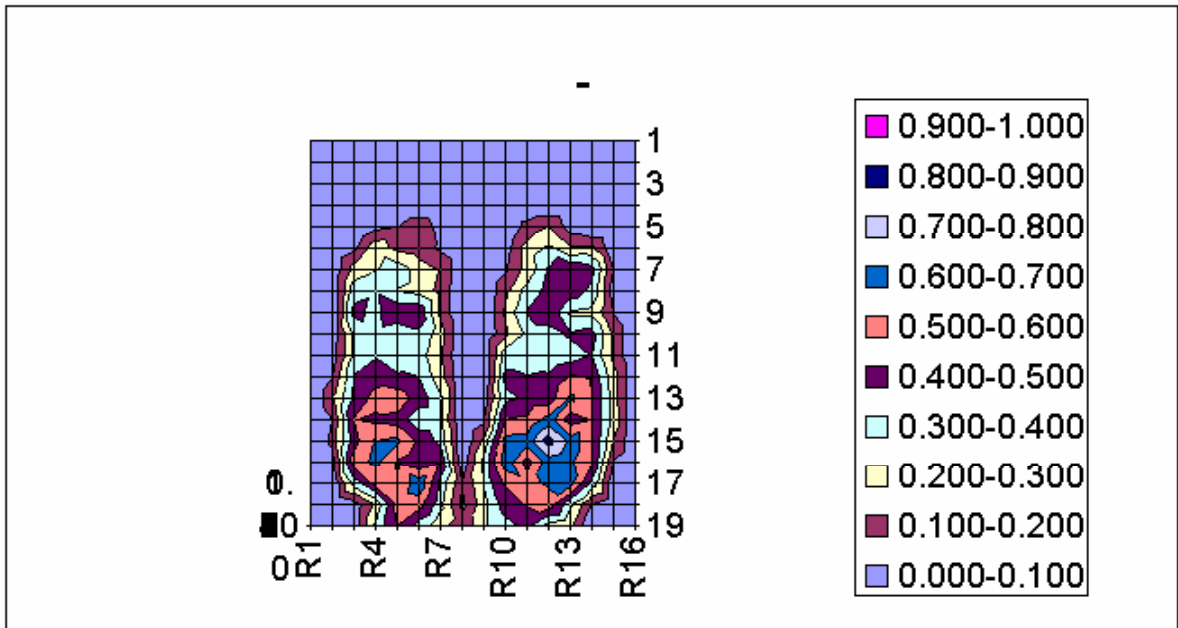
IAO-57



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.457	0.498	0.043	0.291	0.222	0.205	0.040	0.038	
Maximaler Druck	1.027	1.096	0.291	0.568	0.597	0.599	0.338	0.360	
Druckunterschied	1.027	1.096	0.291	0.568	0.597	0.599	0.338	0.360	
Sensoren mit Kontakt	35	36	10	32	30	27	7	8	185
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	210.002	216.002	60.001	192.002	180.002	162.001	42.000	48.000	1110.009
Lastverteilung	27%	30%	2%	15%	11%	11%	2%	2%	100%
Last [N]	115.227	125.402	9.866	62.800	47.847	46.819	8.580	8.128	424.67
Max Gradient v	0.085	0.120	0.006	0.068	0.048	0.006	0.039	0.070	
Max Gradient h	-0.076	-0.109	-0.009	-0.048	-0.043	-0.008	-	-	
Index	0.414	0.609	0.029	0.201	0.158	0.024	0.315	0.523	
R1/R2	15.030	12.917							
Summation Reihen	43.055	43.055		23.512	23.512		4.211	4.211	
Summation Spalten			0.000			2.095			
Max Gradient ü. Reihen	0.180	0.180		-0.063	-0.063		-0.063	-0.063	
Gradient Spalten			0.088			-0.108			

- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-58

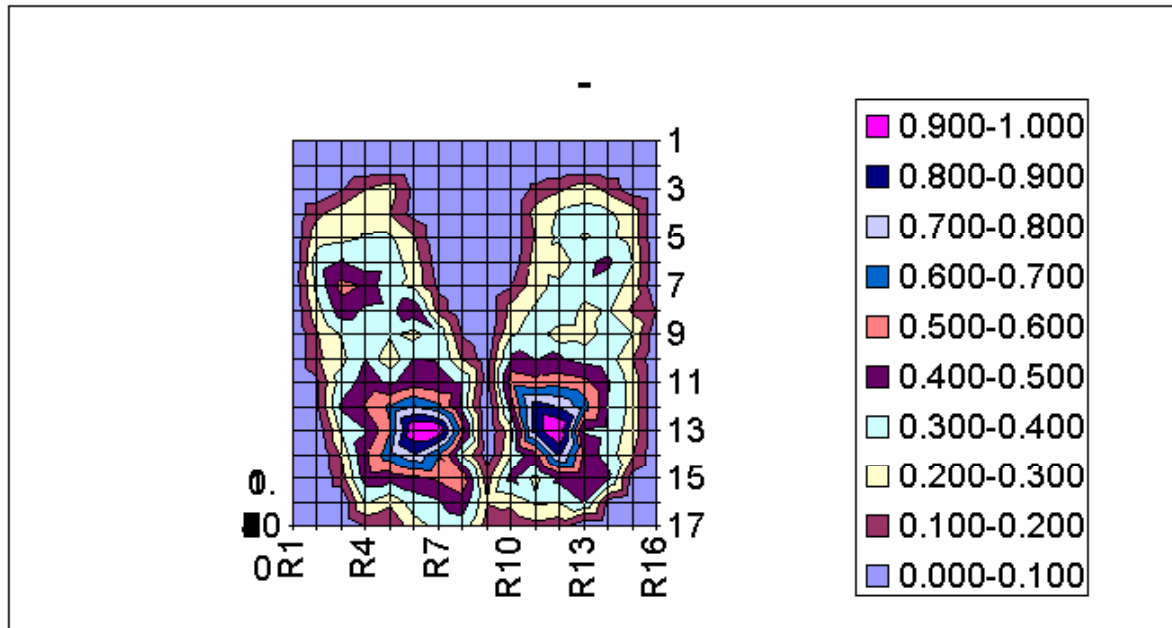


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.366	0.442	0.016	0.274	0.301	0.043	0.032	0.040	
Maximaler Druck	0.673	0.842	0.174	0.485	0.506	0.265	0.266	0.324	
Druckunterschied	0.673	0.842	0.174	0.485	0.506	0.265	0.266	0.324	
Sensoren mit Kontakt	39	41	7	30	30	12	9	8	176
Kontaktfläche [cm²]	234.002	246.002	42.000	180.002	180.002	72.001	54.000	48.000	1056.009
<b>Lastverteilung</b>	<b>26%</b>	<b>31%</b>	<b>1%</b>	<b>17%</b>	<b>18%</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	92.133	111.372	3.649	59.281	64.921	9.904	6.873	8.574	356.71
Max Gradient v	0.097	0.078	0.003	0.082	0.036	0.004	0.062	0.072	
Max Gradient h	-0.052	-0.069	-0.003	-0.041	-0.053	-0.003	-0.006	-	
Index	0.278	0.268	0.011	0.221	0.102	0.013	0.306	0.489	
R1/R2	15.506	15.130							
Summation Reihen	35.177	35.177		21.689	21.689		2.585	2.585	
Summation Spalten			0.000			1.490			
Max Gradient ü. Reihen	0.060	0.060		-0.047	-0.047		-0.038	-0.038	
Gradient Spalten			0.144			-0.061			

8. Anhang.

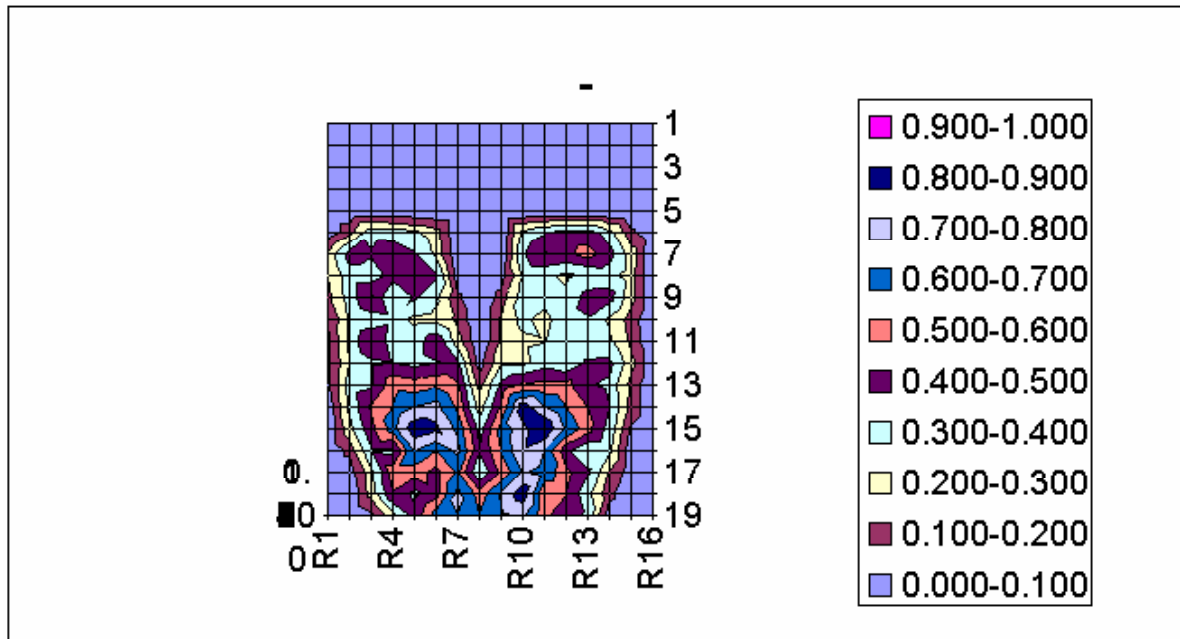
8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-60



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.439	0.367	0.056	0.282	0.256	0.086	0.082	0.103	
Maximaler Druck	1.250	1.073	0.345	0.529	0.420	0.300	0.321	0.326	
Druckunterschied	1.250	1.073	0.345	0.529	0.420	0.300	0.321	0.326	
Sensoren mit Kontakt	40	39	11	27	27	14	12	13	183
Kontakfläche [cm <sup>2</sup> ]	240.002	234.002	66.001	162.001	162.001	84.001	72.001	78.001	1098.009
<b>Lastverteilung</b>	<b>31%</b>	<b>26%</b>	<b>3%</b>	<b>14%</b>	<b>13%</b>	<b>5%</b>	<b>4%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	110.719	92.431	11.388	50.837	46.131	17.538	14.721	18.621	362.39
Max Gradient v	0.174	0.103	0.004	0.073	0.064	0.006	0.054	0.067	
Max Gradient h	-0.143	-0.146	-0.006	-0.080	-0.058	-0.008	0.000	-	
Indez	0.904	0.471	0.018	0.239	0.166	0.021	0.242	0.282	
R1/R2	27.482	20.184							
Summation Reihen	35.051	35.051		18.802	18.802		6.544	6.544	
Summation Spalten			0.010			0.633			
Max Gradient ü. Reihen	0.066	0.066		-0.021	-0.021		-0.051	-0.051	
Gradient Spalten			0.079			-0.101			

IAO-61

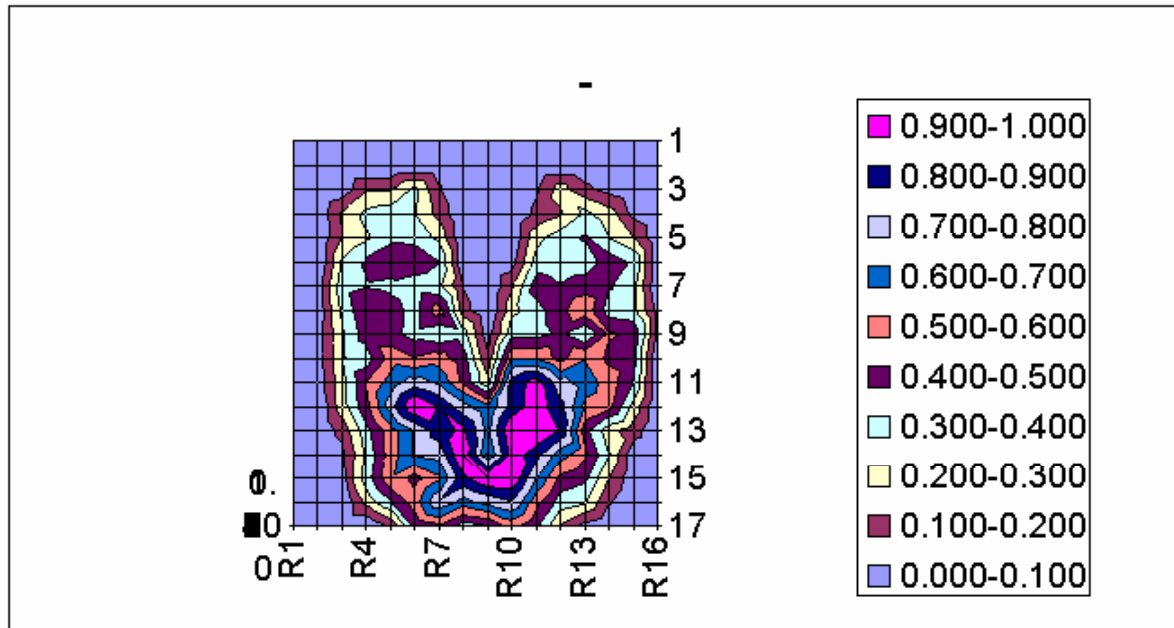


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.512	0.529	0.113	0.284	0.325	0.050	0.036	0.054	
<b>Maximaler Druck</b>	0.876	0.896	0.443	0.505	0.538	0.254	0.375	0.455	
<b>Druckunterschied</b>	0.802	0.858	0.443	0.505	0.538	0.254	0.375	0.455	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	21	31	35	13	4	5	193
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	252.002	252.002	126.001	186.002	210.002	78.001	24.000	30.000	1158.010
<b>Lastverteilung</b>	29%	30%	6%	14%	16%	3%	2%	3%	100%
<b>Last [N]</b>	129.042	133.320	25.729	61.281	70.096	11.512	7.741	11.755	450.48
<b>Max Gradient v</b>	0.069	0.080	0.005	0.074	0.016	0.003	0.088	0.162	
<b>Max Gradient h</b>	-0.082	-0.094	-0.010	-0.032	-0.073	-0.005	-	-	
<b>Index</b>	0.240	0.284	0.018	0.200	0.041	0.009	1.374	2.452	
<b>R1/R2</b>	10.246	8.437							
<b>Summation Reihen</b>	45.426	45.426		26.093	26.093		3.559	3.559	
<b>Summation Spalten</b>			0.959			4.995			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.058	0.058		-0.046	-0.046		-0.132	-0.132	
<b>Gradient Spalten</b>			0.088			-0.070			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

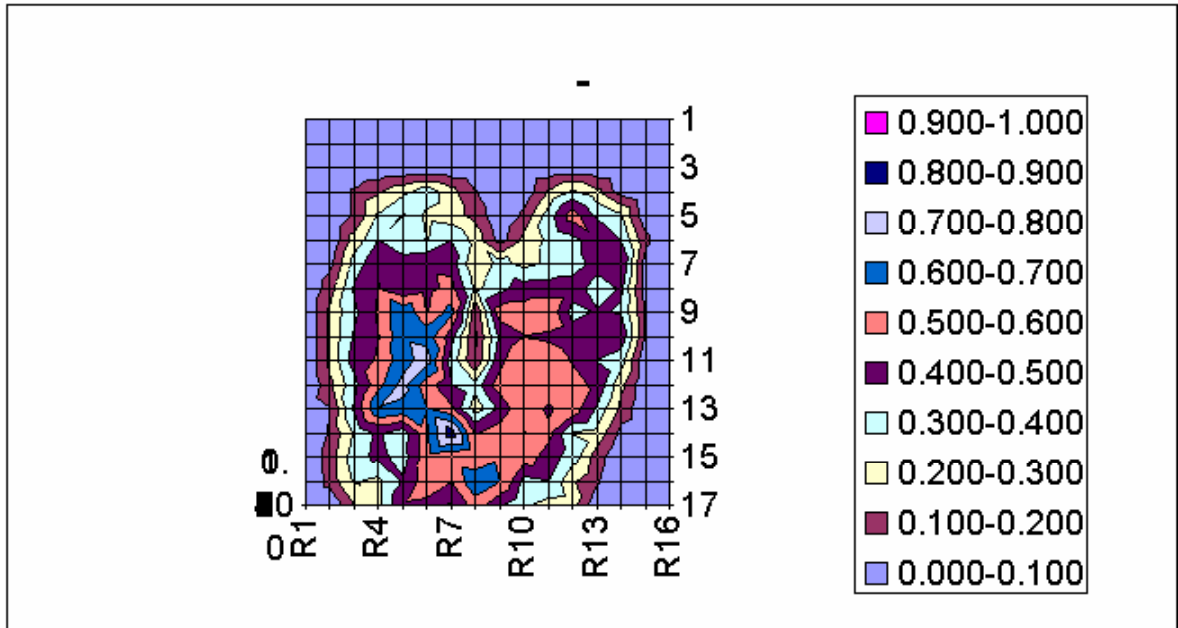
IAO-62



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.511	0.589	0.006	0.370	0.341	0.093	0.124	0.091	
Maximaler Druck	1.128	1.080	0.060	0.548	0.593	0.483	0.383	0.411	
Druckunterschied	1.128	1.080	0.060	0.548	0.593	0.483	0.383	0.411	
Sensoren mit Kontakt	39	41	6	29	27	14	15	12	183
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	234.002	246.002	36.000	174.001	162.001	84.001	90.001	72.001	1098.009
Lastverteilung	28%	32%	0%	14%	13%	4%	5%	4%	100%
Last [N]	128.897	148.507	1.214	66.620	61.427	19.056	22.253	16.363	464.34
Max Gradient v	0.139	0.099	0.001	0.055	0.027	0.005	0.119	0.091	
Max Gradient h	-0.149	-0.091	-0.001	-0.047	-0.018	-0.007	-0.007	-0.023	
Index	0.669	0.433	0.002	0.173	0.098	0.029	0.508	0.520	
R1/R2	23.963	8.490							
Summation Reihen	47.107	47.107		23.569	23.569		6.713	6.713	
Summation Spalten			0.000			4.409			
Max Gradient ü. Reihen	0.091	0.091		-0.044	-0.044		-0.050	-0.050	
Gradient Spalten			0.096			-0.108			



IAO-63

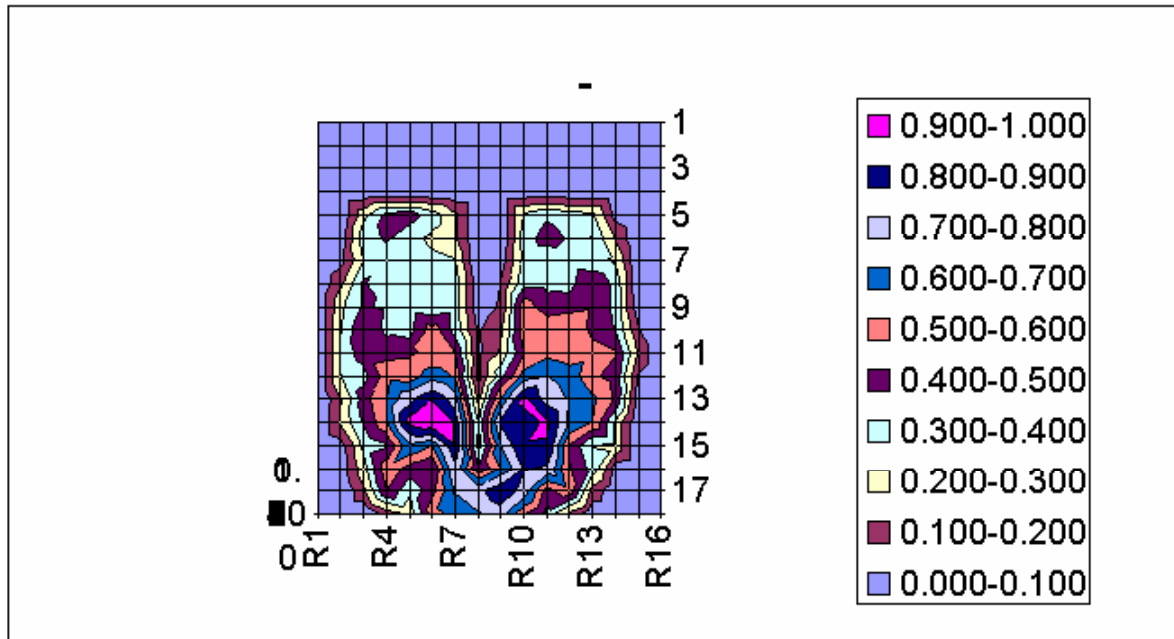


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.471	0.373	0.046	0.419	0.405	0.012	0.093	0.085	
<b>Maximaler Druck</b>	0.857	0.599	0.229	0.691	0.588	0.124	0.403	0.547	
<b>Druckunterschied</b>	0.753	0.599	0.229	0.610	0.536	0.124	0.403	0.547	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	40	11	30	30	6	12	11	182
<b>Kontaktfläche [cm*2]</b>	252.002	240.002	66.001	180.002	180.002	36.000	72.001	66.001	1092.009
<b>Lastverteilung</b>	29%	23%	2%	19%	18%	1%	4%	4%	100%
<b>Last [N]</b>	118.573	93.929	9.402	75.458	72.975	2.469	16.663	15.332	404.80
<b>Max Gradient v</b>	0.029	0.021	0.005	0.065	0.029	0.003	0.132	0.118	
<b>Max Gradient h</b>	-0.074	-0.101	-0.003	-0.002	-0.069	-0.004	-0.030	-	
<b>Indez</b>	0.100	0.053	0.017	0.248	0.095	0.009	0.737	0.979	
<b>R1/R2</b>	8.998	4.118							
<b>Summation Reihen</b>	36.337	36.337		25.775	25.775		5.354	5.354	
<b>Summation Spalten</b>			0.039			5.348			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.034	0.034		-0.033	-0.033		-0.078	-0.078	
<b>Gradient Spalten</b>			0.107			-0.015			

8. Anhang.

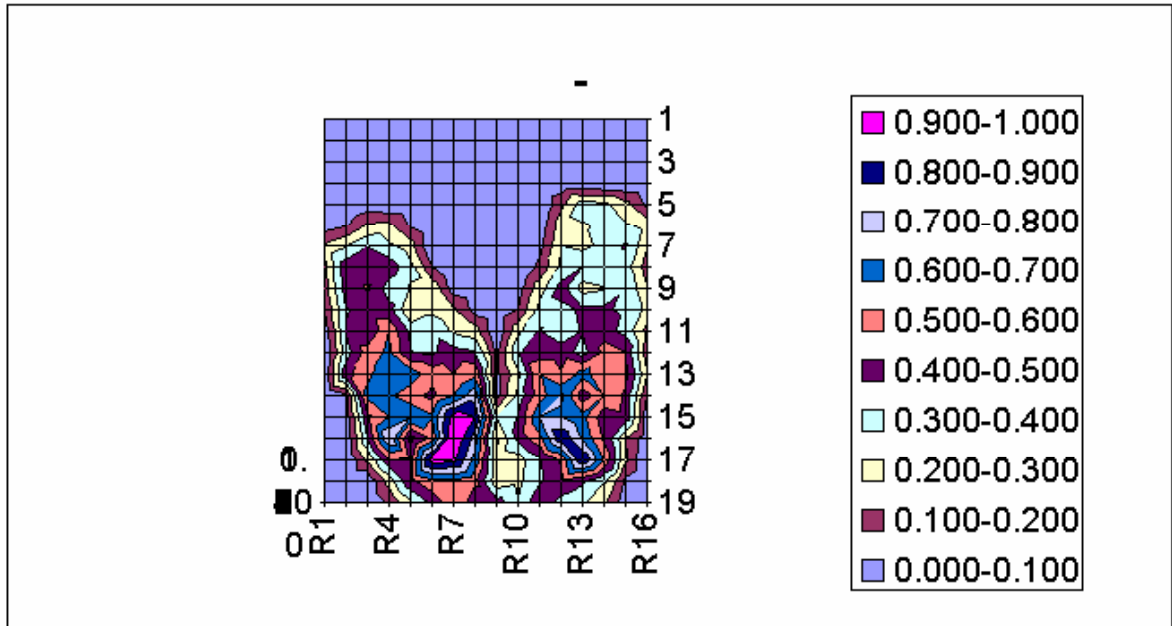
8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-64



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.519	0.545	0.053	0.334	0.394	0.013	0.092	0.088	
Maximaler Druck	1.099	0.920	0.319	0.550	0.599	0.177	0.447	0.441	
Druckunterschied	1.099	0.920	0.319	0.550	0.567	0.177	0.447	0.441	
Sensoren mit Kontakt	41	41	11	29	30	6	10	10	178
Kontaktfläche [cm²]	246.002	246.002	66.001	174.001	180.002	36.000	60.001	60.001	1068.009
Lastverteilung	29%	30%	3%	13%	16%	1%	4%	4%	100%
Last [N]	130.751	137.383	11.344	60.033	70.891	2.856	19.862	19.099	452.22
Max Gradient v	0.090	0.047	0.006	0.086	0.051	0.003	0.129	0.127	
Max Gradient h	-0.183	-0.143	-0.004	-0.019	-0.024	-0.003	-0.025	-	
Index	0.401	0.177	0.031	0.272	0.171	0.017	0.958	0.933	
RWR2	17.645	4.743							
Summation Reihen	45.595	45.595		23.259	23.259		6.515	6.515	
Summation Spalten			0.000			5.361			
Max Gradient ü. Reihen	0.069	0.069		-0.029	-0.029		-0.115	-0.115	
Gradient Spalten			0.103			-0.018			

IAO-65

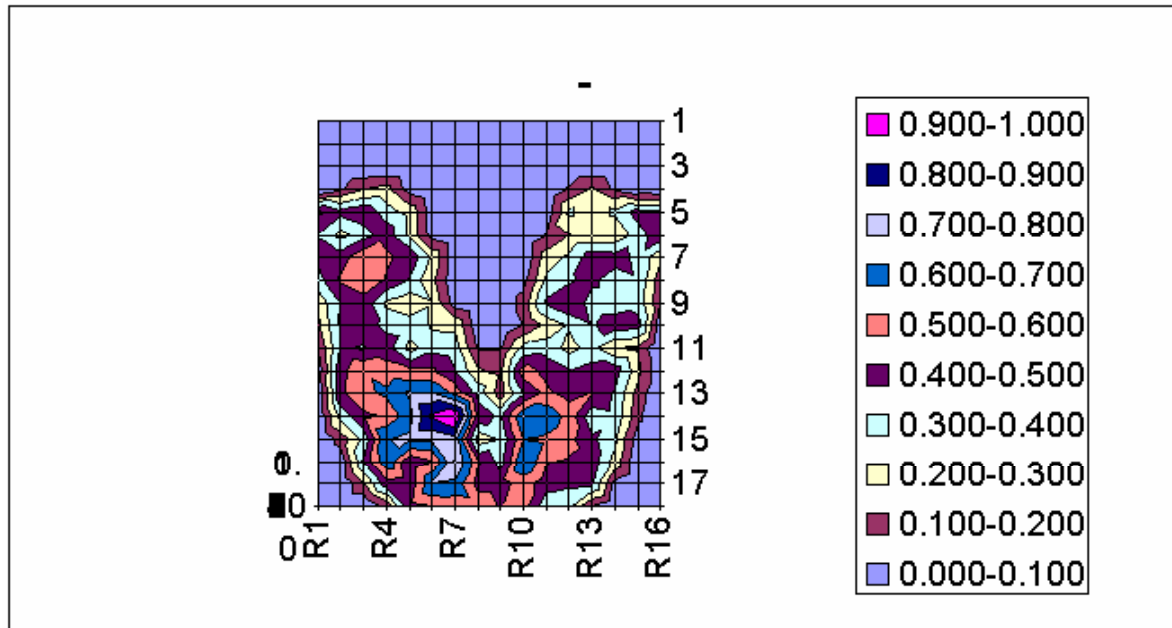


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.553	0.446	0.097	0.291	0.257	0.179	0.016	0.050	
Maximaler Druck	1.050	0.884	0.461	0.613	0.535	0.529	0.228	0.368	
Druckunterschied	1.050	0.827	0.461	0.613	0.535	0.529	0.228	0.368	
Sensoren mit Kontakt	40	42	18	31	31	27	5	8	202
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	240.002	252.002	108.001	186.002	186.002	162.001	30.000	48.000	1212.010
<b>Lastverteilung</b>	<b>31%</b>	<b>25%</b>	<b>5%</b>	<b>14%</b>	<b>12%</b>	<b>9%</b>	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>
Last [N]	139.263	112.375	22.230	62.954	55.480	40.767	3.505	10.693	447.27
Max Gradient v	0.154	0.072	0.015	0.063	0.048	0.009	-	0.056	
Max Gradient h	-0.140	-0.136	-0.007	-	-0.031	-0.009	-	-	
Index	0.676	0.252	0.062	0.208	0.137	0.031	-	0.430	
R1/R2	23.376	14.619							
Summation Reihen	44.866	44.866		26.291	26.291		3.388	3.388	
Summation Spalten			0.707			1.578			
Max Gradient ü. Reihen	0.083	0.083		-0.035	-0.035		-0.045	-0.045	
Gradient Spalten			0.085			-0.116			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-67

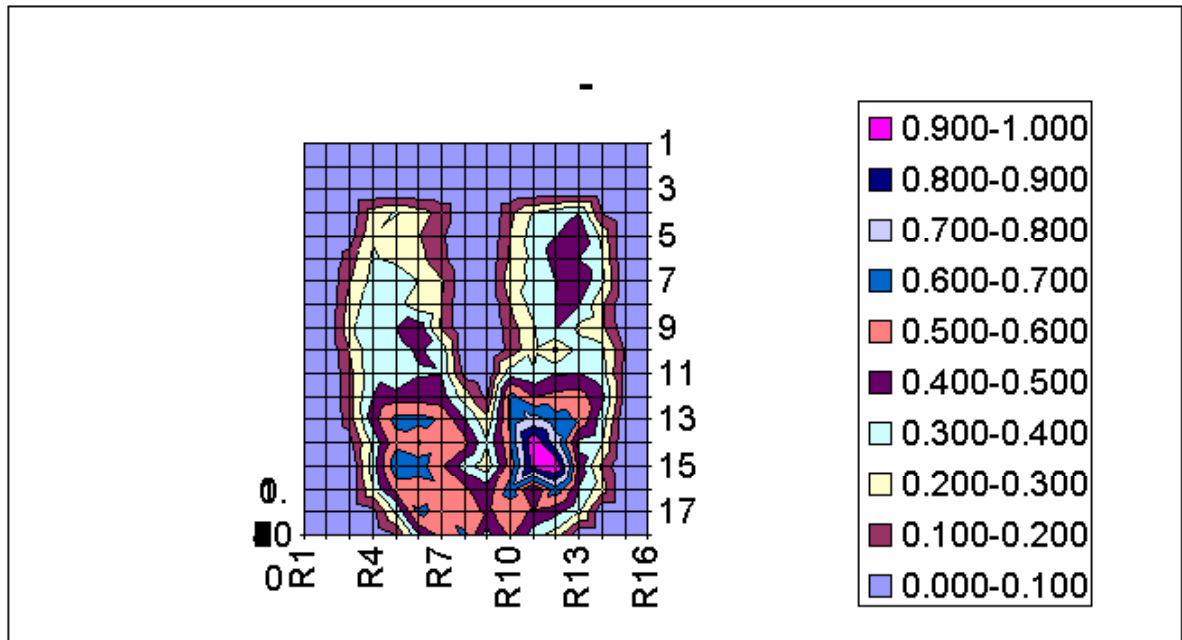


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.531	0.419	0.183	0.283	0.261	0.125	0.077	0.056	
Maximaler Druck	1.090	0.704	0.524	0.588	0.496	0.466	0.485	0.319	
Druckunterschied	1.090	0.699	0.524	0.588	0.496	0.466	0.485	0.319	
Sensoren mit Kontakt	41	42	21	28	26	18	11	11	198
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	246.002	252.002	126.001	168.001	156.001	108.001	66.001	66.001	1188.010
Lastverteilung	31%	24%	9%	12%	11%	6%	4%	3%	100%
Last [N]	133.929	105.624	39.577	51.014	47.070	26.952	16.584	12.106	432.86
Max Gradient v	0.079	0.051	0.007	0.087	0.045	0.009	0.015	0.076	
Max Gradient h	-0.084	-0.035	-0.019	-0.024	-0.069	-0.016	-	-0.045	
Indez	0.349	0.143	0.029	0.306	0.142	0.040	0.112	0.369	
R1/R2	16.293	9.391							
Summation Reihen	41.935	41.935		22.013	22.013		8.195	8.195	
Summation Spalten			2.216			2.418			
Max Gradient ü. Reihen	-0.069	-0.069		-0.054	-0.054		-0.105	-0.105	
Gradient Spalten			0.080			-0.063			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-68

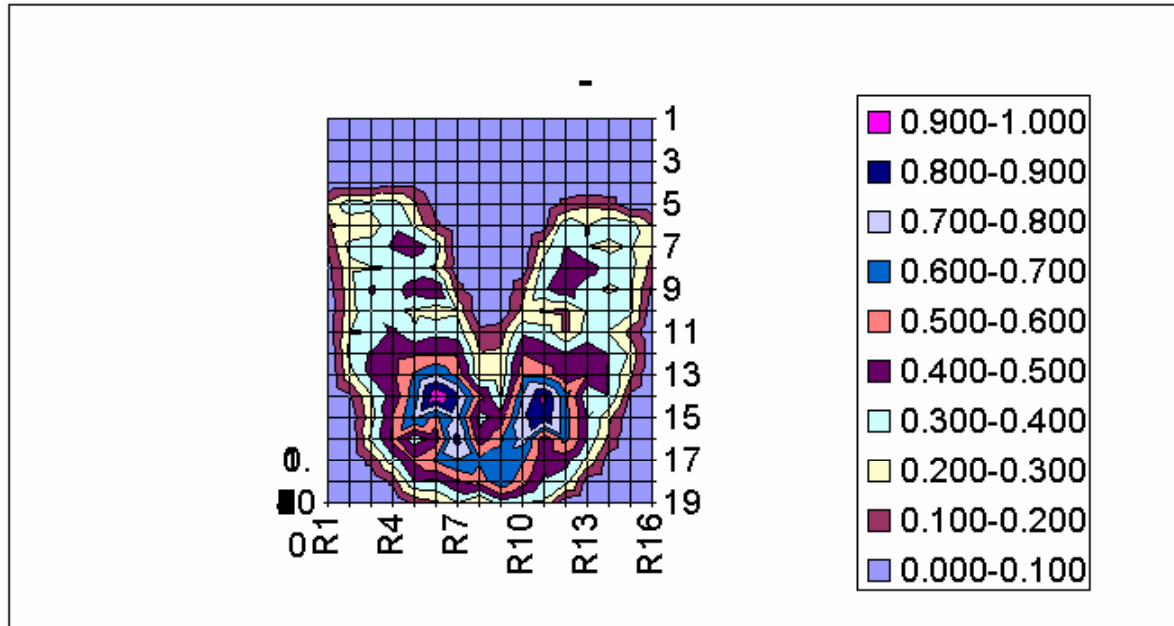


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.387	0.454	0.000	0.263	0.259	0.007	0.082	0.130	
<b>Mazimaler Druck</b>	0.678	1.002	0.000	0.452	0.491	0.093	0.309	0.467	
<b>Druckunterschied</b>	0.678	1.002	0.000	0.452	0.491	0.093	0.309	0.467	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	38	41	0	26	25	5	14	15	164
<b>Kontaktfläche [cm<sup>2</sup>]</b>	228.002	246.002	0.000	156.001	150.001	30.000	84.001	90.001	984.008
<b>Lastverteilung</b>	28%	32%	0%	13%	13%	0%	5%	8%	100%
<b>Last [N]</b>	97.576	114.388	0.000	47.309	46.579	1.574	17.651	28.125	353.20
<b>Max Gradient v</b>	0.068	0.098	-	0.081	0.077	0.002	0.090	0.128	
<b>Max Gradient h</b>	-0.089	-0.122	-	-0.024	-0.082	-0.003	-0.015	-	
<b>Index</b>	0.202	0.399	-	0.234	0.252	0.005	0.332	0.666	
<b>R1/R2</b>	12.546	19.049							
<b>Summation Reihen</b>	35.411	35.411		15.826	15.826		7.629	7.629	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			2.126			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.051	-0.051		-0.017	-0.017		-0.084	-0.084	
<b>Gradient Spalten</b>			0.060			-0.010			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

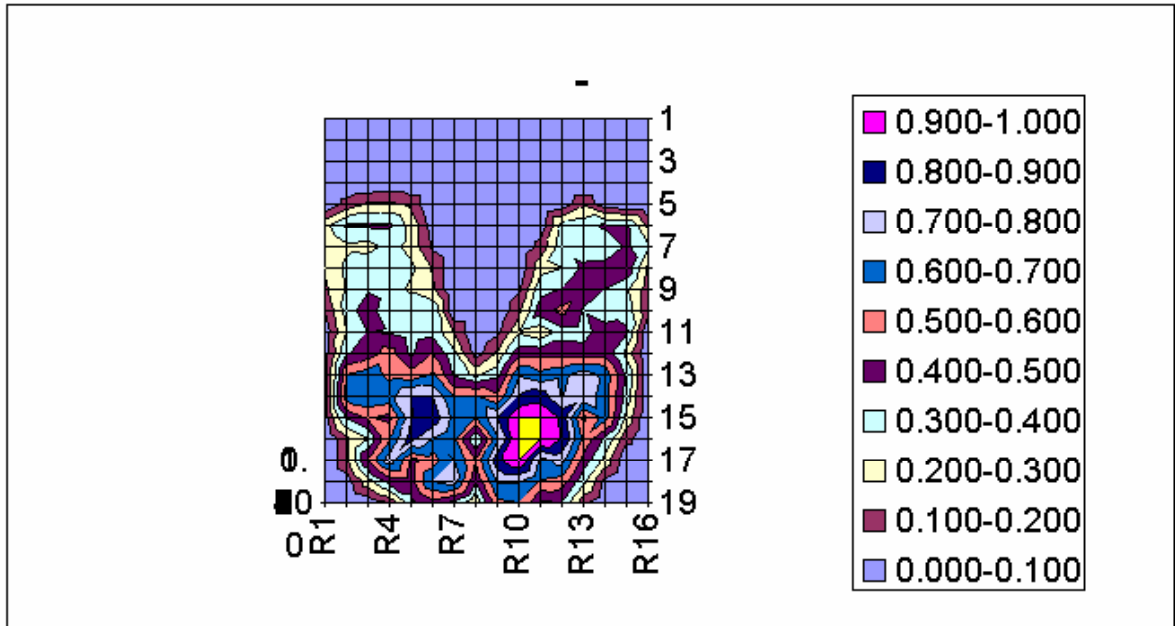
IAO-69



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
Mittlerer Druck	0.438	0.418	0.088	0.294	0.274	0.080	0.058	0.042	
Maximaler Druck	0.998	0.923	0.358	0.497	0.491	0.360	0.376	0.374	
Druckunterschied	0.998	0.923	0.358	0.497	0.491	0.360	0.376	0.374	
Sensoren mit Kontakt	41	39	18	31	32	14	11	7	193
Kontaktfläche [cm <sup>2</sup> ]	246.002	234.002	108.001	186.002	192.002	84.001	66.001	42.000	1158.010
Lastverteilung	28%	26%	5%	16%	15%	5%	3%	2%	100%
Last [N]	110.377	105.252	20.154	63.419	59.272	18.308	12.616	9.121	398.52
Max Gradient v	0.110	0.078	0.006	0.088	0.085	0.006	0.023	0.089	
Max Gradient h	-0.162	-0.072	-0.013	-0.094	-0.106	-0.013	-	-	
Index	0.447	0.308	0.021	0.236	0.217	0.025	0.132	0.795	
R/R2	20.174	3.413							
Summation Reihen	36.622	36.622		24.631	24.631		5.166	5.166	
Summation Spalten			0.644			3.569			
Max Gradient ü. Reihen	0.081	0.081		-0.053	-0.053		-0.068	-0.068	
Gradient Spalten			0.077			-0.064			

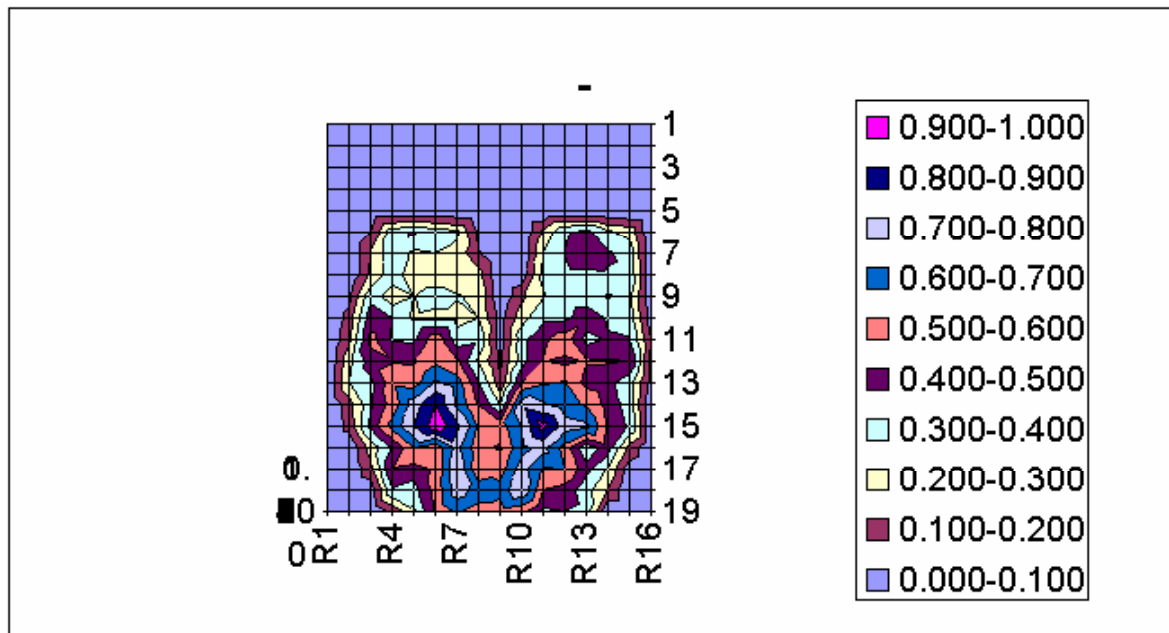
- 8. Anhang.
- 8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-70



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.534	0.648	0.150	0.246	0.289	0.124	0.049	0.038	
<b>Maximaler Druck</b>	0.873	1.417	0.654	0.544	0.533	0.479	0.412	0.412	
<b>Druckunterschied</b>	0.859	1.402	0.654	0.544	0.533	0.479	0.412	0.412	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	42	42	25	28	30	17	7	7	198
<b>Kontaktfläche [cm*2]</b>	252.002	252.002	150.001	168.001	180.002	102.001	42.000	42.000	1188.010
<b>Lastverteilung</b>	27%	33%	7%	11%	13%	6%	2%	2%	100%
<b>Last [N]</b>	134.481	163.176	34.242	53.125	62.400	28.344	10.479	8.151	494.40
<b>Max Gradient v</b>	0.069	0.082	0.009	0.062	0.048	0.006	0.017	0.111	
<b>Max Gradient h</b>	-0.066	-0.070	-0.010	-0.006	-0.064	-0.015	-	-	
<b>Index</b>	0.239	0.459	0.039	0.200	0.142	0.028	0.172	1.091	
<b>R1/R2</b>	9.350	3.610							
<b>Summation Reihen</b>	52.933	52.933		24.957	24.957		4.509	4.509	
<b>Summation Spalten</b>			1.162			4.778			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.089	-0.089		-0.045	-0.045		-0.094	-0.094	
<b>Gradient Spalten</b>			0.125			-0.106			

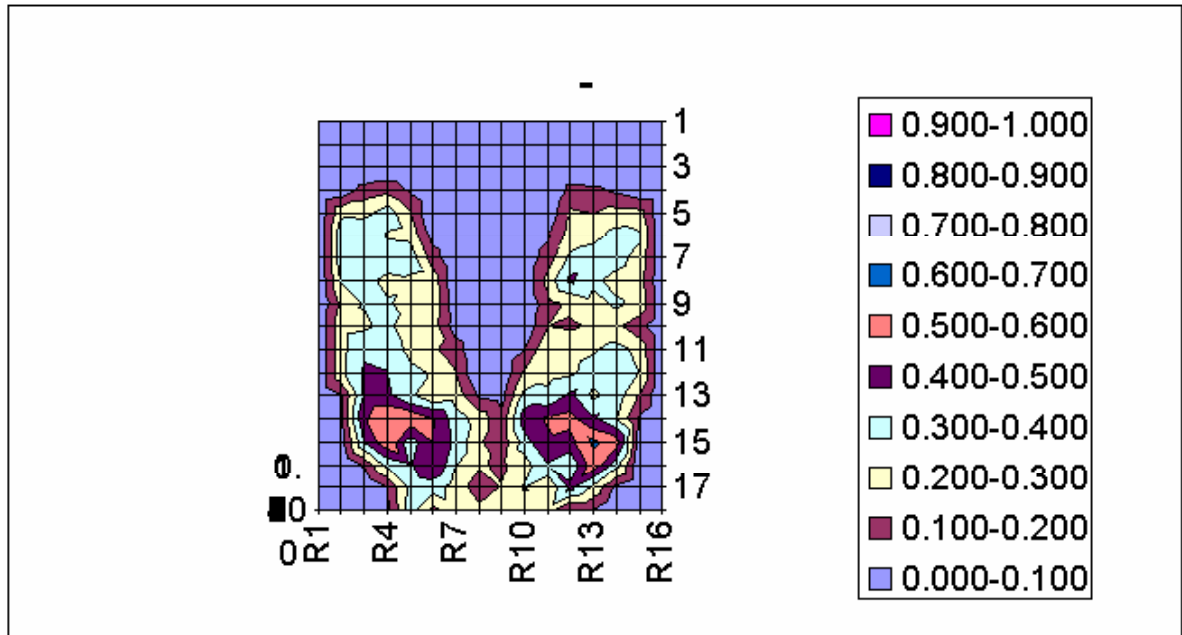
IAO-71



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.524	0.522	0.032	0.341	0.308	0.110	0.045	0.037	
<b>Maximaler Druck</b>	0.956	0.943	0.293	0.579	0.559	0.501	0.412	0.428	
<b>Druckunterschied</b>	0.956	0.930	0.293	0.472	0.559	0.501	0.412	0.428	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	41	42	8	36	34	19	6	4	190
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	246.002	252.002	48.000	216.002	204.002	114.001	36.000	24.000	1140.010
<b>Lastverteilung</b>	29%	29%	2%	16%	15%	6%	2%	2%	100%
<b>Last [N]</b>	132.134	131.541	7.253	73.630	66.501	25.015	9.728	8.049	453.85
<b>Max Gradient v</b>	0.069	0.046	0.005	0.110	0.071	0.008	0.133	0.142	
<b>Max Gradient h</b>	-0.163	-0.069	-0.003	-0.031	-0.029	-0.010	-	-	
<b>Index</b>	0.268	0.173	0.033	0.294	0.194	0.034	1.520	2.534	
<b>R/R2</b>	8.308	10.254							
<b>Summation Reihen</b>	45.865	45.865		26.548	26.548		3.229	3.229	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			3.389			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	0.092	0.092		-0.041	-0.041		-0.119	-0.119	
<b>Gradient Spalten</b>			0.101			-0.132			



IAO-72

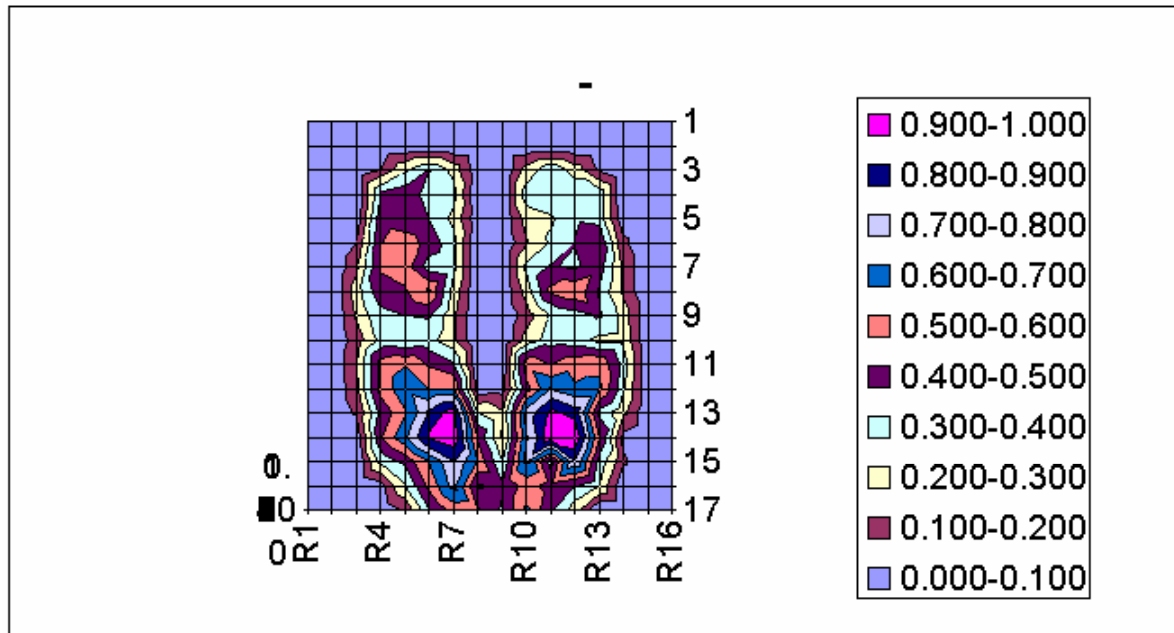


	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.300	0.301	0.072	0.203	0.182	0.066	0.061	0.054	
<b>Maximaler Druck</b>	0.597	0.618	0.364	0.389	0.421	0.317	0.392	0.341	
<b>Druckunterschied</b>	0.597	0.618	0.364	0.389	0.421	0.317	0.392	0.341	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	39	40	13	23	22	12	10	11	170
<b>Kontaktfläche [cm*2]</b>	234.002	240.002	78.001	138.001	132.001	72.001	60.001	66.001	1020.009
<b>Lastverteilung</b>	27%	28%	6%	13%	12%	5%	5%	4%	100%
<b>Last [N]</b>	75.582	75.900	15.482	36.607	32.795	14.301	13.279	11.641	275.59
<b>Max Gradient v</b>	0.108	0.052	0.007	0.043	0.039	0.005	0.020	0.047	
<b>Max Gradient h</b>	-0.066	-0.122	-0.009	-0.015	-0.075	-0.008	-	-	
<b>Index</b>	0.275	0.134	0.031	0.123	0.123	0.023	0.132	0.243	
<b>R1/R2</b>	14.248	9.179							
<b>Summation Reihen</b>	26.351	26.351		14.180	14.180		5.400	5.400	
<b>Summation Spalten</b>			0.011			0.940			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.056	-0.056		-0.031	-0.031		-0.046	-0.046	
<b>Gradient Spalten</b>			0.095			-0.088			

8. Anhang.

8.5 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Sitzdruck-Messergebnisse

IAO-75



	KT10	KT11	KT12	KT13	KT14	KT15	KT16	KT17	Test
<b>Mittlerer Druck</b>	0.427	0.444	0.000	0.295	0.270	0.000	0.141	0.124	
<b>Maximaler Druck</b>	0.979	1.124	0.000	0.608	0.593	0.000	0.460	0.398	
<b>Druckunterschied</b>	0.979	1.124	0.000	0.608	0.593	0.000	0.460	0.398	
<b>Sensoren mit Kontakt</b>	39	39	0	25	25	0	15	14	157
<b>Kontaktfläche [cm²]</b>	234.002	234.002	0.000	150.001	150.001	0.000	90.001	84.001	942.008
<b>Lastverteilung</b>	29%	30%	0%	14%	13%	0%	7%	6%	100%
<b>Last [N]</b>	107.521	111.771	0.000	53.113	48.636	0.000	25.387	22.377	368.80
<b>Max Gradient v</b>	0.078	0.098	-	0.097	0.078	-	0.149	0.097	
<b>Max Gradient h</b>	-0.117	-0.146	-	-0.074	-0.094	-	-0.016	-	
<b>Index</b>	0.325	0.473	-	0.391	0.310	-	0.761	0.458	
<b>R1/R2</b>	11.601	20.225							
<b>Summation Reihen</b>	36.548	36.548		16.958	16.958		7.961	7.961	
<b>Summation Spalten</b>			0.000			1578			
<b>Max Gradient ü. Reihen</b>	-0.074	-0.074		0.034	0.034		-0.075	-0.075	
<b>Gradient Spalten</b>			0.053			0.000			

8. Anhang.

8.6 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Fragebögen

---

## **8.6 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Fragebögen**

### **8.6.1 Fragebogen für den Versuchsleiter**

Es gibt sechs verschiedene Versionen dieses Fragebogens, für jede Stuhlpermutation eine. Das heißt, dass die Reihenfolge der Stühle im Fragebogen auch der Reihenfolge entspricht, in der die Probanden die Stühle bewertet haben.

## **Fragebogen für den Testleiter**

**Teilnehmer Nr.:**

**Datum:**

## **Sitzversuche mit Bürostühlen**

Guten Tag,

Herzlichen Dank, dass Sie bereits an unserer Voruntersuchung zur Druckverteilungsmessung teilgenommen haben.

An dem zu untersuchenden Stuhl sind verschiedene Änderungen vorgenommen worden, die zu drei verschiedenen Stuhlvarianten geführt haben. Jetzt interessiert uns Ihr Urteil zu diesen drei Varianten.

---

## 1. Angaben zur Person

### 1.1 Angaben

Alter: \_\_\_\_\_ Jahre

Geschlecht:  männlich  weiblich

### 1.2 Wie viele Stunden verbringen sie im Durchschnitt pro Tag in einem Bürostuhl?

\_\_\_\_\_ h/Tag

### 1.3 Probandendaten

Name:

Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm

Oberschenkellänge: \_\_\_\_\_ cm

Sitzhöhe: \_\_\_\_\_ cm

Sonstiges: \_\_\_\_\_

**1.4 Vorgabe der Reihenfolge beim Testsitzen**

\_1\_    \_2\_    \_3\_

**1.5 Anfängliche Diskomfort-Bewertung**

Haben Sie gegenwärtig irgendwelche körperlichen Beschwerden?

ja             nein

Wenn ja, geben Sie bitte die Art und Schwere der Beschwerden an:

---

---

---

---

---

## 2. Design-Bewertung (Erster Eindruck vor dem Sitzen)

Nehmen Sie sich einen Augenblick Zeit, um diese drei Stühle genau von allen Seiten zu betrachten.

2.1 Wie gefallen Ihnen die drei Stühle? Bitte markieren Sie auf der folgenden Kästchen-Skala Ihr Urteil mit einem Kreuz.

⇒ *Proband macht Kreuzchen bei jedem Stuhl*

2.2 Schauen Sie sich bitte die folgenden Gesichtsausdrücke an. Weisen Sie anschließend jedem Stuhl ein Bild zu (Emocard). Mehrfachnennungen einer Emocard sind möglich.



Emocard-Nr.: \_\_\_\_\_



Emocard-Nr.: \_\_\_\_\_



Emocard-Nr.: \_\_\_\_\_

### **3. Komfort-Erwartungen**

- 3.1 Wie komfortabel wirken die Stühle durch ihr Äußeres / ihre Gestaltung auf Sie?  
Bitte markieren Sie auf der folgenden Skala Ihr Urteil mit einem Kreuz.

⇒ *Proband macht Kreuzchen bei jedem Stuhl*

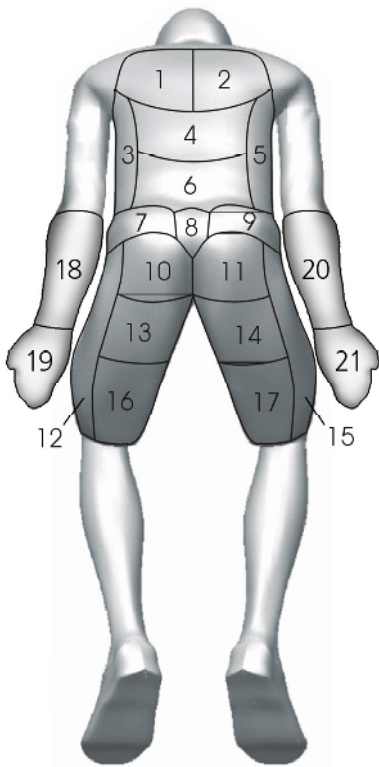


## 4. Komfort-Bewertung (Erster Eindruck nach dem Hinsetzen)

### 4.1 Stuhl \_1\_

#### 4.1.1 Diskomfort-Bewertung

Fühlen Sie sich wohl, oder gibt es etwas, das Sie stört? Drückt der Stuhl oder fühlen Sie irgendwelche Verspannungen? Wenn Sie Diskomfort verspüren, geben Sie bitte an, wie stark dieser ist.



1. Schulter links: \_\_\_\_\_
2. Schulter rechts: \_\_\_\_\_
3. Seite links: \_\_\_\_\_
4. Rücken mitte: \_\_\_\_\_
5. Seite rechts: \_\_\_\_\_
6. Rücken unten: \_\_\_\_\_
7. Hüfte links: \_\_\_\_\_
8. Steißbein: \_\_\_\_\_
9. Hüfte rechts: \_\_\_\_\_
10. Gesäß links: \_\_\_\_\_
11. Gesäß rechts: \_\_\_\_\_
12. Oberschenkel Seite links: \_\_\_\_\_
13. Oberschenkel hinten links: \_\_\_\_\_
14. Oberschenkel hinten rechts: \_\_\_\_\_
15. Oberschenkel Seite rechts: \_\_\_\_\_
16. Oberschenkel vorne links: \_\_\_\_\_
17. Oberschenkel vorne rechts: \_\_\_\_\_
18. Unterarm links: \_\_\_\_\_
19. Hand links: \_\_\_\_\_
20. Unterarm rechts: \_\_\_\_\_
21. Hand rechts: \_\_\_\_\_

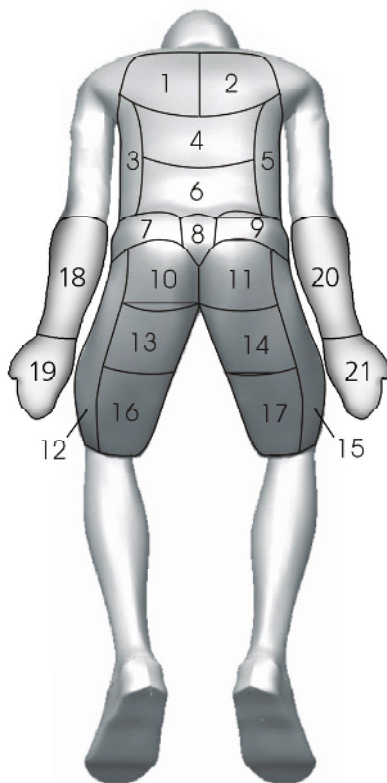
#### 4.1.2 Komfort-Bewertung

⇒ *Proband macht Kreuzchen bei den Komfortaussagen*

## 4.2 Stuhl \_2\_

### 4.21 Diskomfort-Bewertung

Fühlen Sie sich wohl, oder gibt es etwas, das Sie stört? Drückt der Stuhl oder fühlen Sie irgendwelche Verspannungen? Wenn Sie Diskomfort verspüren, geben Sie bitte an, wie stark dieser ist.



1. Schulter links: \_\_\_\_\_
2. Schulter rechts: \_\_\_\_\_
3. Seite links: \_\_\_\_\_
4. Rücken mitte: \_\_\_\_\_
5. Seite rechts: \_\_\_\_\_
6. Rücken unten: \_\_\_\_\_
7. Hüfte links: \_\_\_\_\_
8. Steißbein: \_\_\_\_\_
9. Hüfte rechts: \_\_\_\_\_
10. Gesäß links: \_\_\_\_\_
11. Gesäß rechts: \_\_\_\_\_
12. Oberschenkel Seite links: \_\_\_\_\_
13. Oberschenkel hinten links: \_\_\_\_\_
14. Oberschenkel hinten rechts: \_\_\_\_\_
15. Oberschenkel Seite rechts: \_\_\_\_\_
16. Oberschenkel vorne links: \_\_\_\_\_
17. Oberschenkel vorne rechts: \_\_\_\_\_
18. Unterarm links: \_\_\_\_\_
19. Hand links: \_\_\_\_\_
20. Unterarm rechts: \_\_\_\_\_
21. Hand rechts: \_\_\_\_\_

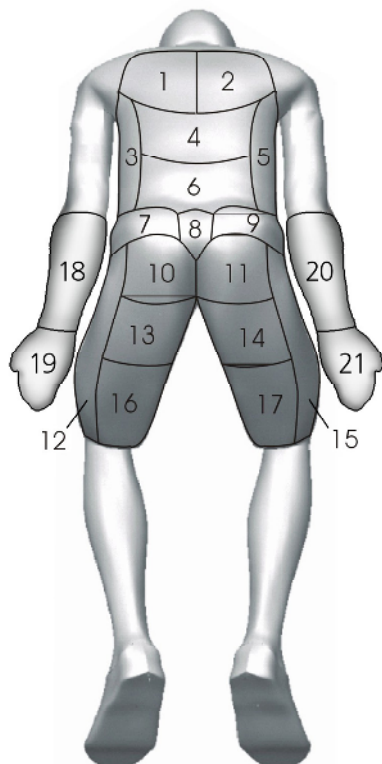
### 4.22 Komfort-Bewertung

⇒ *Proband macht Kreuzchen bei den Komfortaussagen*

### 4.3 Stuhl\_3\_

#### 4.3.1 Diskomfort-Bewertung

Fühlen Sie sich wohl, oder gibt es etwas, das Sie stört? Drückt der Stuhl oder fühlen Sie irgendwelche Verspannungen? Wenn Sie Diskomfort verspüren, geben Sie bitte an, wie stark dieser ist.



1. Schulter links: \_\_\_\_\_
2. Schulter rechts: \_\_\_\_\_
3. Seite links: \_\_\_\_\_
4. Rücken mitte: \_\_\_\_\_
5. Seite rechts: \_\_\_\_\_
6. Rücken unten: \_\_\_\_\_
7. Hüfte links: \_\_\_\_\_
8. Steißbein: \_\_\_\_\_
9. Hüfte rechts: \_\_\_\_\_
10. Gesäß links: \_\_\_\_\_
11. Gesäß rechts: \_\_\_\_\_
12. Oberschenkel Seite links: \_\_\_\_\_
13. Oberschenkel hinten links: \_\_\_\_\_
14. Oberschenkel hinten rechts: \_\_\_\_\_
15. Oberschenkel Seite rechts: \_\_\_\_\_
16. Oberschenkel vorne links: \_\_\_\_\_
17. Oberschenkel vorne rechts: \_\_\_\_\_
18. Unterarm links: \_\_\_\_\_
19. Hand links: \_\_\_\_\_
20. Unterarm rechts: \_\_\_\_\_
21. Hand rechts: \_\_\_\_\_




#### 4.3.2 Komfort-Bewertung

⇒ Proband macht Kreuzchen bei den Komfortaussagen

**4.4 Abschließendes Komforturteil**

Welcher Stuhl ist am komfortabelsten?

Bitte weisen Sie jedem Stuhl einen Rang zu, Doppel - oder Dreifachbelegung eines Rangs sind erlaubt.

 <p>1</p>	 <p>2</p>	 <p>3</p>
Rang: ____	Rang: ____	Rang: ____

Begründung: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## 5. Fragen zu den Armlehnen

- 5.1 Welche Armlehnen gefallen Ihnen am besten und warum? Bitte markieren Sie den entsprechenden Stuhl mit einem Kreuz.



Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- 5.2 Welche Eigenschaften gefallen Ihnen an den gezeigten Armlehnen besonders gut, welche besonders wenig?

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- 5.3 Haben die Armlehnen Einfluss auf die Komfortwahrnehmung beim Sitzen gehabt?

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Vielen Dank für ihre Teilnahme.**

### 8.6.2 Fragebogen für den Probanden

Es gibt sechs verschiedene Versionen dieses Fragebogens, für jede Stuhlpermutation eine. Das heißt, dass die Reihenfolge der Stühle im Fragebogen auch der Reihenfolge entspricht, in der die Probanden die Stühle bewertet haben.

#### Fragebogen für den Probanden

Teilnehmer Nr.:

Datum:

### Sitzversuche mit Bürostühlen

Guten Tag,

Herzlichen Dank, dass Sie bereits an unserer Voruntersuchung zur Druckverteilungsmessung teilgenommen haben.

An dem zu untersuchenden Stuhl sind verschiedene Änderungen vorgenommen worden, die zu drei verschiedenen Stuhlvarianten geführt haben. Jetzt interessiert uns Ihr Urteil zu diesen drei Varianten.

---

#### Erklärung

Ich bin darüber in Kenntnis gesetzt worden, dass die Sitztests eine Sitzdauer von ca. 1,5 Stunden erfordern und ich erkläre hiermit, dass ich hierzu in der Lage bin.

Ich stimme zu, dass ich alle Informationen über die Stühle und den Versuchsablauf vertraulich behandle und ich sichere zu, dass ich hierzu keinerlei Informationen an Dritte weitergebe.

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

## 2. Design-Bewertung (Erster Eindruck vor dem Sitzen)

Nehmen Sie sich einen Augenblick Zeit, um diese drei Stühle genau von allen Seiten zu betrachten.

2.1 Wie gefallen Ihnen die drei Stühle? Bitte markieren Sie auf der folgenden Kästchen-Skala Ihr Urteil mit einem Kreuz.



Gefällt mir gar nicht         Gefällt mir sehr

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Gefällt mir gar nicht         Gefällt mir sehr

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Gefällt mir gar nicht         Gefällt mir sehr

Begründung: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 3. Komfort-Erwartungen

3.1 Wie komfortabel wirken die Stühle durch ihr Äußeres / ihre Gestaltung auf Sie?

Bitte markieren Sie auf der folgenden Skala Ihr Urteil mit einem Kreuz.



Wirkt gar nicht komfortabel         Wirkt sehr komfortabel

Begründung: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Wirkt gar nicht komfortabel         Wirkt sehr komfortabel

Begründung: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Wirkt gar nicht komfortabel         Wirkt sehr komfortabel

Begründung: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 4. Komfort-Bewertung (Erster Eindruck nach dem Hinsetzen)

### 4.1 Stuhl \_1\_

#### 4.1.2 Komfort-Bewertung

Bitte geben Sie an, inwieweit die folgenden Feststellungen für Sie zutreffen

Ich fühle mich entspannt.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Ich fühle mich erfrischt.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Ich fühle mich wohl.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Der Stuhl ist geräumig.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Der Stuhl sieht gut aus .	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Der Stuhl fühlt sich weich an.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Ich mag den Stuhl.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt

Bitte bewerten Sie nun noch den Gesamtkomfort des Stuhles.

Der Stuhl ist insgesamt:	Sehr unkomfortabel	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sehr komfortabel
--------------------------	--------------------	---	------------------

## 4.2 Stuhl \_2\_

### 4.2.2 Komfort-Bewertung

**Bitte geben Sie an, inwieweit die folgenden Feststellungen für Sie zutreffen**

Ich fühle mich entspannt.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Ich fühle mich erfrischt.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Ich fühle mich wohl.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Der Stuhl ist geräumig.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Der Stuhl sieht gut aus.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Der Stuhl fühlt sich weich an.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Ich mag den Stuhl.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt

**Bitte bewerten Sie nun noch den Gesamtkomfort des Stuhles.**

Der Stuhl ist insgesamt:	Sehr unkomfortabel	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sehr komfortabel
--------------------------	--------------------	---	------------------

### 4.3 Stuhl\_3\_

#### 4.3.2 Komfort-Bewertung

Bitte geben Sie an, inwieweit die folgenden Feststellungen für Sie zutreffen.

Ich fühle mich entspannt.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	✓oll erfüllt
Ich fühle mich erfrischt.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	✓oll erfüllt
Ich fühle mich wohl.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	✓oll erfüllt
Der Stuhl ist geräumig.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	✓oll erfüllt
Der Stuhl sieht gut aus.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	✓oll erfüllt
Der Stuhl fühlt sich weich an.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	✓oll erfüllt
Ich mag den Stuhl.	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	✓oll erfüllt

Bitte bewerten Sie nun noch den Gesamtkomfort des Stuhles.

Der Stuhl ist insgesamt:	Sehr unkomfortabel	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sehr komfortabel
--------------------------	--------------------	--	------------------

## 5. Fragen zu den Armlehnen

**5.1 Stuhl 1:** Bitte geben Sie an, inwieweit die folgenden Feststellungen für Sie zutreffen.

Die Armlehne lädt mich rein visuell "zum Spielen" ein	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne schmeichelt der Hand / fühlt sich gut an	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt sehnig-gespannt	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt dynamisch	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt altbacken	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt

**5.2 Stuhl 2:** Bitte geben Sie an, inwieweit die folgenden Feststellungen für Sie zutreffen.

Die Armlehne lädt mich rein visuell "zum Spielen" ein	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne schmeichelt der Hand / fühlt sich gut an	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt sehnig-gespannt	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt dynamisch	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt altbacken	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt

**5.3 Stuhl 3:** Bitte geben Sie an, inwieweit die folgenden Feststellungen für Sie zutreffen.

Die Armlehne lädt mich rein visuell "zum Spielen" ein	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne schmeichelt der Hand / fühlt sich gut an	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt sehnig-gespannt	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt dynamisch	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt
Die Armlehne wirkt altbacken	Gar nicht erfüllt	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Voll erfüllt

### 8.7 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: Stuhlübersicht



Abbildung 8-26: Darstellung der finalen Armlehnenvarianten im montierten Zustand entsprechend der Numerierung in den Validierungsversuchen.

Erläuterung:

Links Stuhl 1 (vom Verfasser gestaltet): biomorphe Armlehnen mit vielversprechender Haptik  
Mitte Stuhl 2 (vom Verfasser gestaltet): biomorphe Armlehnen  
Rechts Stuhl 3 (Nachbau des im Korrelationsexperiment siegreichen Stuhls 4 (siehe Abbildung 5-4 auf Seite 132). In dieser Formgebung befindet sich der Stuhl auf dem Markt.

8. Anhang.  
 8.8 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: t-Test-Tabelle

### 8.8 Validierungsversuche mit Handhabungsmodellen: t-Test-Tabelle

Test bei gepaarten Stichproben

	Gepaarte Differenzen						T	df	Sig. (2-seitig)
	95% Konfidenzintervall der Differenz								
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	Untere	Obere				
Paaren 1 St1_Design - St2_Design	-1,8605	1,40163	,21375	-,61740	,24531	-8,70	42	,389	
Paaren 2 St1_Design - St3_Design	1,95349	1,90180	,29002	1,36820	2,53878	6,736	42	,000	
Paaren 3 St2_Design - St3_Design	2,13953	1,89713	,28931	1,55568	2,72339	7,395	42	,000	

Tabelle 8-1: Ergebnis des t-Tests mit gepaarten Stichproben bei der Designbewertung (zweiseitiger Test). Vergrößerte Darstellung von Tabelle 5-15.

## 9. Literatur

ABBOTT, L. (1958):

Qualität und Wettbewerb.

Beck, München und Berlin.

ADAM, H. (2005):

Universaler Anspruch.

Design Report 09/2005.

ADAMS, G. R. & CROSSMAN, S. M. (1978):

Physical Attractiveness: A cultural Perspective.

Libra, New York.

ADORNO, TH. (1973):

Ästhetische Theorie.

Suhrkamp, Frankfurt am Main.

AICHER, O. (1990):

Das Auge, visuelles Denken.

In: Form, Heft 131, Nr. III, S. 49ff.

AICHER, O. & KRAMPEN, M. (1996):

Zeichensysteme der visuellen Kommunikation. Handbuch für Designer, Architekten, Planer, Organisationen. Neuauflage des erstmals 1977 erschienenen gleichnamigen Titels.

Ernst & Sohn, Tübingen.

AIKEN, N. E. (1998):

The Biological Origins of Art.

Praeger, Westport CT.

AISSAOUI, R. et al. (2001):

Analysis of pressure distribution at the body-seat interface in able-bodied and paraplegic subjects using a deformable active contour algorithm.

Medical Engineering & Physics, Vol. 23 (6), S. 359-367.

ALTHOFF, I., BRINCKMANN, P., FROBIN, W., SANDOVER, J. & BURTON, K. (1992):

An improved method of stature measurement for quantitative determination of spinal loading. Application to sitting postures and whole body vibration.

Spine 17, S. 682-693.

ALTHOFF, I., BRINCKMANN, P., FROBIN, W., SANDOVER, J. & BURTON, K. (1993):

Die Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule mit Hilfe einer Präzisionsmessung der Körpergröße.

Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Fb 683. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven.

ANDERSSON, G. B. J. & ÖRTENGREN, R. (1974):

Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting, 1. Studies on an office chair. In: Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 3, S. 115-121.

ANDERSSON, G. B. J., (1980):

The Load on the Lumbar Spine in Sitting Postures.

In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 231-239.

ARBETARSKYDDSNÄMNDEN (Hrsg.) (1994):

Arbete - Människa - Teknik.

Schwedisches Amt für Arbeitsschutz (Swensk Arbetarskyddsnämnden), Stockholm.

ARDELL, D. H. & SELLA, G. (2004):

On the Evolution of Redundancy in Genetic Codes.

Journal of Molecular Evolution (53), 4-5, S. 269-281.

ARNHEIM, R. (1996):

Anschauliches Denken: Zur Einheit von Bild und Begriff.

Du Mont, Köln.

ARNHEIM, R. (2000):

Kunst und Sehen. Eine Psychologie des schöpferischen Auges. 3., unveränderte Auflage.

De Gruyter, Berlin.

ARNOLD, M. B. (1960):

Emotion and personality.

Columbia University Press, New York.

ASER (1998):

Arbeitsstuhl - Bequeme Arbeitshaltung. Hrsg. Vom Institut für Arbeitsmedizin, Sicherheitstechnik und Ergonomie e.V. (ASER) der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal.

<http://www.hu-berlin.de/rz/vwedv/empfehl/ergonomie/bifra/info/info-f01.htm>

Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006.

ARTAMONOW, I. D. (1998):

Optische Täuschungen (4. Auflage).

Harri Deutsch TB 8, Frankfurt a. M., Zürich.

AUSTIN, J. R. & SLEIGHT, R. B. (1951):

Aesthetic preference for isosceles triangles.

Journal of Applied Psychology, Bnd. 35, S. 430-431.

BANGERT, A. (2004):

Colani. Die Kunst Zukunft zu gestalten.

Bangert Verlag, Schopfheim.

BARCK, K. et al. (Hrsg.) (2002):

Aisthesis. Wahrnehmung heute oder Perspektiven einer anderen Ästhetik.

Reclam, Leipzig.

BAuA (2004, I):

Sitzlust statt Sitzfrust. Sitzen bei der Arbeit und anderswo. Hrsg. von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

BAuA, Dortmund.

BAuA (2004, II):

Wohlbefinden im Büro. Arbeits- und Gesundheitsschutz bei der Büroarbeit. Hrsg. von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.

BAuA, Dortmund.

BAUMGARTEN, A. G. (1750):

Aesthetica.

Olms, Hildesheim.



BAYLEY, S. (1991):

Taste: the secret meaning of things.  
Faber, London.

BELL, D. (1980):

The Winding Passage. Essays and Sociocultural Journeys 1960 to 1980.  
ABT Books, Cambridge, Mass.

BENDIX, T. et al. (1996):

What does a Backrest Actually Do to the Lumbar Spine?  
Ergonomics (39), Nr. 4, S. 533-542.

BENSE, M. (1965):

Einführung in die informationstheoretische Ästhetik.  
Rowohlt, Reinbek.

BENSE, M. (1982):

Aesthetica.  
Agis, Baden-Baden.

BERLYNE, D. E. (1971):

Aesthetics and Psychobiology.  
Appleton-Century-Crofts, New York.

BERLYNE, D. E. (1970):

The golden section and hedonic judgments of rectangles: A cross-cultural study.  
Sciences de l'art/Scientific Aesthetics, 7, S. 1-6.

BERLYNE, D. E. (1971):

Konflikt, Erregung, Neugier. Zur Psychologie der kognitiven Motivation.  
Klett, Stuttgart.

BIEDERMANN, I. (1987):

Recognition-by-Components: A Theory of Human Image Understanding.  
Psychological Review (94), S. 115-147.

BIH, H. D. (1992):

The Meaning of Objects in Environmental Transitions. Experiences of Chinese Students in the United States. Journal of Environmental Psychology, 12, S. 135-147.

BIRKHOFF, G. (1933):

Aesthetic Measure.  
Harvard University Press, Cambridge, MA.

BISHU, R. R., HALLBECK, M. S. & RILEY, M. W. (1991):

Seating comfort and its relationship to spinal profile: A pilot study.  
International Journal of Industrial Ergonomics, (8), S. 89-101.

BLANZ, V., TARR, M. J., BÜLTHOFF, H. H. & VETTER, TH. (1999):

What object attributes determine canonical views.  
Perception, 28(5), S. 575-599.

BÖHME, G. (1991):

Für eine ökologische Naturästhetik. Ein Gespräch.  
In: RÖTZER, F. (Hrsg.): Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien.  
Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 475-490.

- BÖSEL, R. M. (2003):  
Ästhetisches Empfinden: Neuropsychologische Zugänge. In: KÜPPER, J. & MENKE, C. (Hrsg.):  
Dimensionen Ästhetischer Erfahrung.  
Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 264-283.
- BOISSIÈRE, O. (1991):  
Philippe Starck.  
Taschen, Köln.
- BOKRANZ, R. & LANDAU, K. (1991):  
Einführung in die Arbeitswissenschaft. Analyse und Gestaltung von Arbeitssystemen.  
Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BOLANOWSKI, S. J. GESCHEIDER, G. A. & VERILLO; R. T. (1994):  
Hairy skin: Psychophysical channels and their physiological substrates. Somatosensory and  
Motor research, 11, 279-290.
- BOLANOWSKI, S. J., GESCHEIDER, G. A., VERILLO, R. T. & CHECKOSKY, C. M. (1988):  
Four channels mediate the mechanical aspects of touch.  
Journal of the Acoustical Society of America, 84, S. 1680-1694.
- BORTZ, J. (2005):  
Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler.  
6. Auflage, Springer, Heidelberg.
- BORTZ, J. & DÖRING, N. (2005):  
Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler.  
3. Auflage, Springer, Heidelberg.
- BOSELIE, F. (1992):  
"The golden section has no special aesthetic attractivity!"  
Empirical Studies of the Arts, 10, S. 1-18.
- BOSELIE, F., & LEEUWENBERG, E. (1985):  
Birkhoff revisited: Beauty as a function of effect and means.  
American Journal of Psychology, 98, S. 1-39.
- BOURDIEU, P. (1998):  
From Distinction. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions.  
Blackwell Publishers, Oxford, S. 150-155.
- BOYM, C. (2006):  
Chair Tales. In: Form. The Making of Design (206).  
Birkhäuser, Neu-Isenburg, S. 72-79.
- BRANDTZÆG P. B. & FØLSTAD, A. (2001):  
How to Understand Fun: Using Demands, Decision Latitude and Social Support to  
Understand Fun in Human Factors Design.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 131-139.
- BRANTON, P. (1969):  
Behaviour, body mechanics, and discomfort. In: GRANDJEAN, E. (Hrsg.): Sitting Posture.  
Taylor & Francis, London, S. 202-213.

BRAUN-FELDWEG, W. (1966):

Industrial Design.  
Rowohlt, Reinbek.

BRAUNGART, M. & McDONOUGH, W. (2003):

Einfach intelligent produzieren. Cradle to cradle: Die Natur zeigt, wie wir die Dinge besser machen können.  
Berliner Taschenbuch Verlag, Berlin.

BRINCKMANN, P. (2004):

Vergleich der Belastung der Wirbelsäule im Sitzen und Stehen. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 52 -67.

BROCK, B. & RECK, H. U. (1986):

Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode. Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin.  
Du Mont, Köln.

BRONKHORST, R. E. & KRAUSE, F. (2005):

Designing Comfortable Passenger Seats. In: Vink, P. (Hrsg.): Comfort and design: principles and good practice.  
CRC Press, Boca Raton, S. 155-176.

BRUDER, R. (Hrsg.) (2004):

Ergonomie und Design.  
Tagungsband zur GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen, Zeche Zollverein.  
Ergonomia, Stuttgart.

BUBB, H. (1993):

Informationswandel durch das System.  
In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie.  
Carl Hanser, München, Wien, S. 333-390.

BUBB, H. (1993):

Systemergonomische Gestaltung. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie.  
Carl Hanser, München, Wien, S. 333-390.

BUBB, H. (1998):

Anthropometrische Arbeitsplatzgestaltung. In: GÄRTNER, K.-P. (Hrsg.): Anthropotechnik gestern - heute - morgen. DGLR-Bericht 98-02.  
Bremen, S. 7-19.

BUBB, H. (2004):

Ergonomie und Sitzgestaltung. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung.  
Shaker, Aachen, S. 120-137.

BUBB, H. (2004, II):

Ergonomie und Design - Zwei feindliche Brüder? Vortrag zur Geschichte des Automobildesigns im Rahmen der GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen, Zeche Zollverein.  
Mitschrift des Autors.

BUBB, H. (2006):

A consideration of the nature of work and the consequences for the human-oriented design

of production and products.

Applied Ergonomics 37(4), S. 401-407.

BÜLTHOFF, H.H. & van HEEN, H. A. H. C. (1999):

Vision and action in virtual environments. Modern psychophysics in spatial cognition research. Technical Report No. 77, Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik, Tübingen.

BÜRDEK, B. E. (1969):

Bemerkungen zum Industriedesign heute.

In: form, Heft 47, Nr. III/1969, S. 36 ff.

BURCKHARDT, L. (1986):

Der gute Geschmack. In: BROCK, B. & RECK, H. U.: Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode.

Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin.

Du Mont, Köln, S. 37-52.

BURDACH, K. J. (1988):

Geschmack und Geruch. Gustatorische, olfaktorische und trigeminale Wahrnehmung.

Hans Huber, Bern.

BURKHARDT, F. (1984):

Plädoyer für ein Nebeneinander unterschiedlicher Gestaltungsformen. In: Gestaltung zwischen 'good design' und Kitsch. Hrsg. vom IDZ, Berlin.

BURTON, A. K. (2004):

Physische Belastung und psychosoziale Faktoren bei Rückenschmerzen. In: WILKE, H. -J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung.

Shaker, Aachen, S. 36-51.

CARBON, C.-C. & LEDER, H. (2005):

The Repeated Evaluation Technique (RET). A Method to Capture Dynamic effects of Innovativeness and Attractiveness.

Applied Cognitive Psychology 19, S. 587-601.

CASPARY, R. (2006):

“Die Welt als Lotteriespiel? - Neue Erkenntnisse über den Zufall“.

Manuskript einer Radiosendung des SWR 2 am 23.8.2006, 8.30 Uhr. Redaktion: Sonja Striegl.

Verfügbar über den Manuskriptdienst des Südwestrundfunks und online auf

[http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/wissen/wi20050302\\_3010.rtf](http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/wissen/wi20050302_3010.rtf)

CASTRO, W. H. M. & SCHILGEN, M. (1995):

Kreuzschmerzen: Ursachen, Behandlung, Vorbeugung.

Springer, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris.

CAYOL, A. & BONHOURE, P. (2001):

Future Design: A Search for the User's Pleasure.

In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):

Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 401-406.

CHAFFIN, D. B., ANDERSSON, G. B. J. & MARTIN, B. J. (1999):

Occupational Biomechanics. 3. Auflage.

Wiley, New York.

- CHAN, F. Y. & KHALID, H. M. (2001):  
Is Talking to an Automatic Teller Machine Natural and Fun?  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 356-362.
- CHEN, Y. (2003):  
Effectiveness of a new back belt in the maintenance of lumbar lordosis while sitting: a pilot  
study.  
International Journal of Industrial Ergonomics 32 (4), S. 299-303.
- CHIN, J. P., DIEHL, A. D. & NORMAN, K. L. (1988):  
Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface.  
In: Proceedings of the CHI'88 Conference on Human Factors in Computing ACM, New York.
- CHOI, M. Y., LEE, H. Y., KIM, D. & PARK, S. H. (1997):  
Entropic sampling and natural selection in biological evolution.  
Journal of Physics A: Mathematical and General (30), S. 749-755.
- CHUNG, J.-H. (2004):  
Kulturelle Identität zwischen aufgehender und untergehender Sonne.  
Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal.
- CELA-CONDE, C. J. , MARTY, G., MAESTÚ, F., ORTIZ, T., MUNAR, E., FERNÁNDEZ, A., ROCA,  
M., ROSSELLÓ, J. & QUESNEY, F. (2004):  
Activation of the prefrontal cortex in the human visual aesthetic perception. Proceedings of  
the National Academy of Sciences USA, vorab Online veröffentlicht unter [www.pnas.org](http://www.pnas.org), Nr.:  
10.1073/pnas.0401427101, zur Zeit im Druck.
- COHEN, T. (1998):  
High and Low Thinking about High and Low Art.  
In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions.  
Blackwell Publishers, Oxford, S. 171-178.
- CONGLETON, J. J. , AYOUB, M. M. & SMITH, J. L. (1985):  
The design and evaluation of the neutral posture chair for surgeons.  
Human Factors (27), S. 589-600.
- CONRAD, K. (1978):  
Gestaltqualität und Archetypus. In: WEINHANDL, F. (Hrsg.):  
Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von  
Ehrenfels (2. Auflage).  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- CONRAN, T. (1996):  
Design.  
Du Mont, Köln.
- CORLETT, E. N. & BISHOP, R. P. (1983):  
The Measurement of Spinal Loads Arising from Working Seats. Proceedings of the Human  
Factors Society 27th Annual Meeting (Santa Monica, CA), S. 786-789.
- COURNOT, A. A. (1982):  
Traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les sciences et dans l'histoire.  
In: Euvres complètes, t. III, hrsg. v. Bruyère, N. Paris, S. 302 ff.

- CRANZ, G. (2000):  
The Chair. Rethinking Culture, Body, and Design.  
Norton & Company, New York.
- CREED, A. (2001):  
Designing Fun the Human Factors Way.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 140-147.
- CROZIER, R. (1994):  
Manufactured Pleasures. Psychological Responses to Design.  
Manchester University Press, Manchester.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & ROCHBERG-HALTON, E. (1989):  
Der Sinn der Dinge. Das Selbst und die Symbole des Wohnbereichs.  
Psychologie Verlags Union, München, Weinheim.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. & ROCHBERG-HALTON, E. (1981):  
The Meaning of Things.  
Cambridge University Press, Cambridge.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1991):  
Design and Order in Everyday Life.  
Design Issues, 8, S. 26-34.
- DAMASIO, A. (1999):  
The feeling of what happens. Body and emotion in the making of consciousness.  
Times, New York.
- DANKWORT, C. W. & FAISST, K. -G. (2003):  
Engineering in Reverse - A Holistic Extension of CAD.  
Workshop on "New Trends in Engineering Design", Balatonfüred, Ungarn.
- DANKWORT, C. W. & FAISST, K. -G. (2003, II):  
Neue Methodik für ein ästhetisches Design.  
In: CAD-CAM-Report Nr. 10, Oktober 2003.
- DANT, T. (1999):  
Material Culture in the Social World.  
Open University Press, Buckingham, UK.
- DAS HAUS. BURDA GMBH (Hrsg.) (1991):  
Wohnwelten in Deutschland II. Denkanstöße für zielgruppenorientiertes Marketing im  
Einrichtungssektor.  
Burda, Offenburg.
- DEMIRBILEK, O. & SENER, B. (2001):  
A Design language for products: designing for happiness.  
In: Helander, M. G., Khalid, H. M. & Tham, M. P. (Hrsg.): Proceedings of the International  
Conference on Affective Human Factors Design. Asean Academic Press, London, S. 19-24.
- DEMIRBILEK, O. & SENER, B. (2003):  
Product design, semantics and emotional response.  
Ergonomics 46 (13-14), S. 1346-1360.

- DEMONTIS, S. & GIACOLETTO, M. (2001):  
Prediction of car seat comfort from human-seat interface pressure distribution.  
Society of Automotive Engineers, Paper 2002-01-0781.
- DePUKY, P. (1935):  
The Physiological oscillation of the length of the body.  
Acta Orthopaedica Scandinavica (6), S. 338-348.
- DESMET, P. (2000):  
Emotion through expression; designing mobile telephones with an emotional fit.  
Report of modeling the Evaluation Structure of KANSEI, 3, S. 103-110.  
University of Tsukuba.
- DESMET, P. M. A., HEKKERT, P., & JACOBS, J. J. (2001):  
When a car makes you smile: Development and application  
of an instrument to measure product emotions. In: HOCH, S. J. & MEYER, R. J. (Hrsg.):  
Advances in Consumer Research, Band 27.
- DESMET, P. & HEKKERT, P. (2002):  
The basis of product emotions.  
In: GREEN, W. & JORDAN, P. (Hrsg.): Pleasure with Products, beyond usability.  
Taylor & Francis, London, S. 60-68.
- DESMET, P. & OVERBEEKE, C.J. (2001):  
Designing Products with added emotional value: development and application of an  
approach for research through design.  
The Design Journal, 4(1), S. 32-47.
- DESMET, P. (2004):  
Emotional Experience. In: BRUDER, R. (Hrsg.): Ergonomie und Design. Tagungsband zur GfA  
Herbstkonferenz 2004 in Essen, Zeche Zollverein. Ergonomia, Stuttgart, S. 107-110.
- DETENBER, B. H. (2001):  
Measuring Emotional Responses in Human Factors Research: Some Theoretical and Practical  
Considerations. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design.  
ASEAN Academic Press, London, S. 124-130.
- DETJEN, D. (2002):  
Den Alltag ohne Rückenschmerzen bewältigen - VW bekommt das AGR-Gütesiegel.  
Pressemitteilung 12/2002 der Aktion Gesunder Rücken e.V. (AGR), Selsingen.
- DEUBZER, E. M. (2004):  
Zur Psychologie des Sitzens. Welche Funktionen stellen sich Nutzer am Sitz ein und welche  
Konsequenzen sollte dies für die Gestaltung der Funktionen haben?  
In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung.  
Shaker, Aachen, S. 156-168.
- DEWIEL, L. L. (1999):  
Stühle und Sessel. Stuhl-Design vom Barock bis zur Moderne.  
Wilhelm Heyne, München.
- DEVEREAUX, M. (1997):  
The philosophical status of aesthetics. Speech at the 1997 Annual Meeting of the American  
Society of Aesthetics, Santa Fe, New Mexico. <http://www.aesthetics-online.org/ideas/deveraux.html> gemäß Internetfassung vom 25.3.2004

DIEBSCHLAG, W. & MÜLLER-LIMMROTH, W. (1980):  
Physiological Requirements on Car Seats: Some Results of Experimental Studies. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 223-230.

DIEBSCHLAG, W., HEIDINGER, F. & DUPUIS, H. (1992):  
Ergonomie des Sitzens. Die Bibliothek der Technik, Bd.68.  
Moderne Industrie

DISSANAYAKE, E. (1999):  
"Making special": An undescribed human universal and the core of a behavior of art.  
In: COOKE, B. & TURNER, F. (Hrsg.): Biopoetics. Evolutionary explorations in the arts.  
ICUS, Lexington, S. 27-46.

DOCZI, G. (1994):  
The Power of Limits. Proportional Harmonies in Nature, Art, and Architecture.  
Shambhala, Boston & London.

DORSCHER, A. (2003):  
Gestaltung - Zur Ästhetik des Brauchbaren, 2. Auflage.  
Winter, Heidelberg.

DREYFUSS, H. (1967):  
The Measure of Man. Human Factors in Design.  
Whitney Library of Design, New York.

DRURY, C. G. & COURRY, B. G. (1982):  
A methodology for chair evaluation.  
Applied Ergonomics (13), S.195-202.

DUECK, G. (2002):  
Omnisophie. Über richtige, wahre und natürliche Menschen.  
Springer, Berlin.

DWORSCHAK, M. (2006):  
Das Farbkartell.  
In: Der Spiegel Nr. 25 vom 19.6.2006, S. 126-128.

ECKSTEIN, H. (1985):  
Formgebung des Nützlichen. Marginalien zur Geschichte und Theorie des Design.  
Ed. Marzona, Düsseldorf.

ECO, U. (2002):  
Einführung in die Semiotik (9., unveränderte Auflage).  
Wilhelm Fink, München.

ECO, U. (2004):  
Rubens hätte einen Picasso häßlich gefunden. Umberto Eco über die Vergänglichkeit von Schönheit - und die von Schönheitsidealen.  
Interview im Süddeutsche-Zeitung Magazin Nr. 16 vom 16.4.2004.

EDELMAN, S. (1997):  
Computational theories of object recognition.  
Trends in Cognitive Sciences, 1, S. 296-304

EGGER, F. N. (2001):  
Affective Design of E-Commerce User Interfaces: How to Maximise Perceived



Trustworthiness.

In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):

Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 317-324.

EHMER, F. (2003):

Sitzergonomie am Beispiel "Flugzeugsitz". Studienarbeit am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart.

EHMER, F. (2004):

Geschmacksurteil und Komforterlebnis - Einflüsse des Designs auf die Ergonomische Qualität von Bürodrehstühlen.

Diplomarbeit D0711 an der Universität Stuttgart, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement.

EHRENSTEIN, W. (1978):

Christian von Ehrenfels' Kriterium der Gestalthöhe.

In: WEINHANDL, F. (Hrsg.): Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von Ehrenfels (2. Auflage).

Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

EICKHOFF, H. (1993):

Himmelsthron und Schaukelstuhl. Die Geschichte des Sitzens.

Carl Hanser, München.

EISELE, P. (2005):

Neues Organisches Design.

Design Report 10/05, S. 64-66.

EISENSCHINK, A. (1998):

Zweckform, Reißform, Quatschform. Sehen - Erkennen - Gestalten nach der Visuellen Ästhetik des Günter Fuchs.

Ernst Wasmuth, Tübingen, Berlin.

ERDFELDER, E. (Hrsg.), (1996):

Handbuch quantitative Methoden.

Psychologie Verlags Union, Weinheim.

ERICSON, M. & ODENRICK, P. (1994):

Arbeitsphysiologi och Belastningsergonomi.

In: Arbetarskyddsnämnden (Hrsg.): Arbete - Människa - Teknik.

Schwedisches Amt für Arbeitsschutz (Swensk Arbetarskyddsnämnden), Stockholm.

ERISMANN, TH. (1978):

Die Unumgänglichkeit der Gestaltauffassung und ihr Scheinbares Umgangensein durch die Assoziationspsychologie. In: WEINHANDL, F. (Hrsg.): Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von Ehrenfels (2. Auflage).

Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

ERNST, E. (1992):

Medizinisch richtiges Sitzen, gibt es das?

Wiener Medizinische Wochenschrift 22, S. 513-516.

ESCHERLE, H.-J. (1986):

Industriedesign für ausländische Märkte.

Dissertation, München.

- ESNOUF, A. & PORTER, M. (1998):  
Old methods new chairs. Evaluating six of the latest ergonomics chairs for the modern office.  
In: HANSON (Hrsg.): Contemporary Ergonomics 1998.  
Taylor & Francis, London, S. 140-144.
- ESTERMANN, S. (1999):  
Komfortprognose für ein CAD-Menschmodell auf der Basis realer Fahrversuche.  
Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität München.
- FAISST, K.-G. & DANKWORT, C. W. (2004):  
Aesthetics in a Formalised Reverse Design Process.  
International Design Conference Design 2004, vom 18. -21. Mai 2004, Dubrovnik.
- FARBER, P. L. (2000):  
Finding Order in Nature. The Naturalist Tradition from Linnaeus to E. O. Wilson.  
The Johns Hopking University Press, Baltimore, London.
- FECHNER, G. T. (1860):  
Elemente der Psychophysik.  
Breitkopf und Härtel, Leipzig.
- FECHNER, G. T. (1876):  
Vorschule der Ästhetik.  
Breitkopf und Härtel, Leipzig.
- FERNANDEZ, J. E. & POONWALA, M. F. (1998):  
How long should it take to evaluate seats subjectively?  
International Journal of Industrial Ergonomics 22 (6), S. 483-487.
- FIELL, C. & P. (2000):  
1000 Chairs.  
Taschen, Köln.
- FIELL, C. & P. (2002):  
Chairs.  
Taschen, Köln.
- FISCHER, A. R. H. & BLOMMAERT, F. J. J. (2003):  
Effects of Time Delay on User Satisfaction.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 407-414.
- FISCHER, R. & MIKOSCH, G. (1984):  
Grundlagen einer Theorie der Formensprache. Anzeichenfunktionen.  
Hrsg. von der Hochschule für Gestaltung, Offenbach.
- FÖSKEN, S. (2004):  
Gestaltung als Verkaufsargument. In: Absatzwirtschaft 8/2004. Verlagsgruppe Handelsblatt,  
Düsseldorf, S. 92-94.
- FONTANA, D. (1993):  
The Secret Language of Symbols: A Visual Key to Symbols and their Meanings.  
Duncan Baird Publishers, London.

- FRANK, H. (1964):  
Kybernetik und Ästhetik. Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte.  
Maurischat & Bevensee, Hamburg.
- FRANK, A. (2004):  
Wissen und Forschung zum Gesunden Sitzen. Eine Übersicht von Dr. med. Andreas Frank,  
Münster. <http://www.orthopedics.de/projekte/sitzergonomie/uebersichtsitzen.htm>  
Gemäß Internetfassung vom 7.1.2004
- FRIEDRICH-LIEBENBERG, A. (1976):  
Anmutungsleistungen von Produkten.  
Hanstein, Köln.
- FRIJDA, N. H. (1986):  
The emotions.  
Cambridge University Press, Cambridge.
- FUCHS, M. (2002):  
Kunst und Ästhetik. Neuere Entwicklungen. Aufsatz von Prof. Dr. phil. Max Fuchs, Direktor  
der Akademie Remscheid. Gemäß Internetfassung vom 9. Februar 2004. Siehe  
<http://www.akademieremscheid.de/ars/publikationen/aufsaeetze/fuchskunstundaesthetik.pdf>
- GADAMER, H.-G. (1998):  
From Truth and Method. In: Korsmeyer, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions.  
Blackwell Publishers, Oxford.
- GARNICH, R. (1968):  
Konstruktion, Design und Ästhetik. Allgemeine mathematische Methode zur objektiven  
Beschreibung ästhetischer Zustände im analytischen Prozeß und zur generativen Gestaltung  
im synthetischen Prozeß von Design-Objekten. Esslingen, 2. Aufl., Selbstverlag.
- GAVER, W., DUNNE, T. & PACENTI, E. (1999):  
Cultural Probes.  
Interactions Jan/Feb. 99, S. 21-29.
- GESCHIEDER, G. A. (1985):  
Psychophysics: Method, Theory and Application.  
Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- GHYKA, M. (1977):  
The geometry of art and life.(Original veröffentlicht 1946).  
Dover, New York.
- GIACOMIN, J. & QUATTROCOLO, S. (1997):  
An analysis of human comfort when entering and exiting the rear seat of an automobile.  
Applied Ergonomics 28 (5-6), S. 397-406.
- GIBSON, J. J. (1973):  
Die Wahrnehmung der visuellen Welt.  
Aus dem Amerikanischen übertragen von Vera Schumann.  
Beltz, Weinheim / Basel.
- GIBSON, J. J. (1977):  
The theory of affordances. In: R. E. Shaw & J. Bransford (Hrsg.): Perceiving, Acting, and  
Knowing: Toward an Ecological Psychology.  
Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, S. 67-82.

- GIBSON, J. J. (1982):  
Wahrnehmung und Umwelt. Der ökologische Ansatz in der visuellen Wahrnehmung.  
Urban/Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore.
- GLADWELL, M. (2005):  
Blink! Die Macht des Moments.  
Campus, Frankfurt a. Main.
- GÖLLER, A. (1888):  
Entstehung der architektonischen Stilformen: Eine Geschichte der Baukunst nach dem  
Werden und Wandern der Formgedanken.  
Wittwer, Stuttgart.
- GOLDSTEIN, E. B. (2002):  
Wahrnehmungspsychologie.  
2. deutsche Ausgabe, hrsg. v. RITTER, M.  
Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford.
- GOONETILLEKE, R. S. (2002):  
Do we know enough to design comfortable products?  
In: Proceedings of 2002 International CIRP Design Seminar, 16-18 May 2002 in Hong Kong.
- GOONETILLEKE, R. S. (1998):  
Designing to Minimize Discomfort. Ergonomics in Design.  
Human Factors Society, Santa Monica, CA, S. 12-19.
- GOONETILLEKE, R. S. & ENG, T. J. (1994):  
Contact area effects on discomfort. In: Proceedings of the  
Human Factors and Ergonomics Society 38th Annual Meeting.  
Human Factors Society, Santa Monica, CA, S. 688-690.
- GRANDJEAN, E. (Hrsg., 1969):  
Sitting Posture. Sitzhaltung. Posture Assise.  
Taylor & Francis, London.
- GRANDJEAN, E. (1980):  
Sitting Posture of Car Drivers from the Point of View of Ergonomics.  
In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User  
Factors: Comfort, the Environment and Behaviour.  
Academic Press, London, S. 205-213.
- GRANDJEAN, E. (1980, II):  
Fitting the Task to the Man.  
International Publications Service, New York.
- GRANDJEAN, E. & HÜNTING, W. (1978):  
Sitzen Sie richtig? Sitzhaltung und Sitzgestaltung am Arbeitsplatz.  
Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung (Hrsg.).  
Max Schick GmbH, München
- GRASSI, E. (1962):  
Die Theorie des Schönen in der Antike.  
Du Mont, Köln.

GRAVETTER, F. J. & WALLNAU, L. B. (2000):  
Statistics for the Behavioral Sciences. 5th ed.  
Wadsworth, USA.

GREEN, W. S. & JORDAN P. W. (1999):  
Human Factors in Product Design. Current Practice and Future Trends.  
Taylor & Francis, London.

GREEN, W. & KORDAN, P. (Hrsg.) (2002):  
Pleasure with Products, beyond Usability.  
Taylor & Francis, London.

GREEN, C. D. (1995):  
All that Glitters: A Review of Psychological Research on the Aesthetics of the Golden Section.  
Perception 24, S. 937-968.

GREEN, C. D. (1995, 2):  
Mathematical and Historical Background to: "All that Glitters: A Review of Psychological  
Research on the Aesthetics of the Golden Section."  
In: Perception 24, S. 937-968.  
Gemäß Internetfassung <http://www.yorku.ca/christo/papers/goldhist.htm> vom 25.3.2004.

GRINYER, C. (2001):  
Smart Design. The Products of Lateral Thinking.  
Rotovision, Hove, UK.

GROS, J. (1971):  
Dialektik der Gestaltung. Diskussionspapier.  
Institut für Umweltplanung, Ulm.

GROS, J. (1983):  
Grundlagen einer Theorie der Formensprache. Einführung.  
Hochschule für Gestaltung (Hrsg.), Offenbach.

GROS, J. (1987):  
Grundlagen einer Theorie der Formensprache. Symbolfunktionen.  
Hochschule für Gestaltung (Hrsg.), Offenbach.

GROSS, S. & MÜLLER, R. (2002):  
Bewertung von Designobjekten unter Einbezug der Funktionalität und Abriss der  
Designgeschichte. Arbeit im Rahmen des Proseminars / Seminars "Wahrnehmung und  
künstlerisches Design" am Institut für Psychologie der Universität Bern.

GROSSE, H. (2000):  
Wer was erleben will, muss spielen. In: Reese, J. (Hrsg.):  
Der Ingenieur und seine Designer. Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen  
Konstruktion und Design.  
Springer, Berlin und Heidelberg, S. 151-164.

GSÖLLPOINTNER, H. (Hrsg.) (1981):  
Design ist unsichtbar.  
Löcker, Wien.

GUNZENHÄUSER, R. (1962):  
Ästhetisches Maß und ästhetische Information.  
Schnelle, Quickborn.

- HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1977):  
What really connecting seating comfort? Studies of correlates of static seat comfort. Society of Automotive Engineers, Paper 770247, S. 1115 - 1166.
- HABSBURG, S. & MIDDENDORF, L. (1980):  
Calibrating Comfort: Systematic Studies of Human Responses to Seating. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 214-222.
- HAGENMAIER, O. (1949):  
Der goldene Schnitt.  
Tapper, Ulm.
- HAGENMAIER, O. (1990):  
Der goldene Schnitt. Ein Harmoniegesetz und seine Anwendung.  
Augustus, Augsburg.
- HÄBERLE, C. (1999):  
Farben in Europa. Zur Entwicklung individueller und kollektiver Farbpräferenzen.  
Dissertation an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal.
- HAJOS, A. (1980):  
Einführung in die Wahrnehmungspsychologie.  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- HAN, S.-H. & LEE, M.-W. (2001):  
Models for Evaluating and Predicting the User Satisfaction of Product Designs: Similarities and Differences between Korean and American Consumers.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 415-422.
- HAN, S.-H. & HONG, S.-W. (2003):  
A systematic approach for coupling user satisfaction with product design.  
Ergonomics 46(13/14), S. 1441-1461.
- HANSON, M. A. (Hrsg.) (1998):  
Contemporary Ergonomics.  
Proceedings of the Annual Conference of the Ergonomics Society.  
Taylor & Francis, London.
- HART NIBBRIG, C. L. (1978):  
Ästhetik. Materialien zu ihrer Geschichte. Ein Lesebuch. 1. Auflage.  
Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- HARTMANN, B. (2000):  
Prävention arbeitsbedingter Rücken- und Gelenkerkrankungen. Ergonomie und arbeitsmedizinische Praxis.  
EcoMed, Landsberg.
- HARTMANN, N. (1998):  
Ästhetik.  
De Gruyter, Berlin.

- HARTUNG, J. (2005):  
Darstellung des Schwingungsverhaltens von Fahrzeuginsassen - Symbiose aus Experiment und Simulation. FAT-Schriftenreihe 189.  
Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V., Frankfurt am Main.
- HARTUNG, J. (2005):  
Objektivierung des statischen Sitzkomforts auf Fahrzeugsitzen durch die Kontaktkräfte zwischen Mensch und Sitz.  
Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie. Technische Universität München.
- HAUG, W. F. (1972):  
Kritik der Warenästhetik.  
Suhrkamp, Frankfurt/M.
- HEGEMANN, M. (1992):  
Ästhetik und Industriedesign.  
Dissertation an der Fakultät für Betriebswirtschaftslehre der Ludwig-Maximilians-Universität München, Schriftenreihe Produktentwicklung und Industriedesign, Band 3.  
Akademischer Verlag, München.
- HEIDER, T., STEGMANN, M. & ZEY, R. (1994):  
Lexikon internationales Design: Designer, Produkte, Firmen.  
Rowohlt, Reinbek.
- HEIDINGER, F. (2003):  
Ergonomische Bedeutung der zurückgeneigten Arbeitshaltung.  
Waldshuter Arbeitsmedizinische Gespräche am 27.03. und 28.03.2003.  
[http://www.sedus.de/se/ger/informationsservice/waldshut03/Geneigte\\_Arbeitshaltung.pdf](http://www.sedus.de/se/ger/informationsservice/waldshut03/Geneigte_Arbeitshaltung.pdf)  
Gemäß Internetfassung vom 20.7.2006.
- HEINE, C. (1968):  
Die psychische Veralterung von Gütern. Wesen, Ursachen, absatzwissenschaftliche Konsequenzen.  
Lorenz Spindler, Nürnberg.
- HEINLEIN, S. (2005):  
Design und Ergonomie von Bürostühlen - Geschichtliche Entwicklung und wechselseitige Abhängigkeit von Design und Ergonomie.  
Studienarbeit am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement der Universität Stuttgart.
- HEKKERT, P. & van WIERINGEN, P. C. W. (1996):  
The impact of level of expertise on the evaluation of original and altered versions of post-impressionistic paintings.  
Acta Psychologica 109(3), S. 117-131.
- HEKKERT, P., SNELDERS, D. & VAN WIERINGEN, P. C. W. (2000):  
'Most advanced, yet acceptable': Typicality and novelty as joint predictors of aesthetic preference in industrial design. British Journal of Psychology, Bnd. 94, (1), S. 111- 124 (14).
- HEKKERT, P. (2006):  
Design Aesthetics: Principles of Pleasure in Design.  
<http://studiolab.io.tudelft.nl/static/gems/hekkert/DesignAesthetics.pdf>  
Im Druck. Gemäß Internetfassung vom 26.5.2006).

- HELANDER, M. & THAM, M. P. (2003):  
Hedonomics - affective human factors design (editorial).  
*Ergonomics* 46(14), S. 1269-1272.
- HELANDER, M. (2003):  
Forget about Ergonomics in Chair Design? Focus on Aesthetics and Comfort!  
*Ergonomics* 46 (14), S. 1306-1319.
- HELANDER, M. G. & ZHANG, L. (1997):  
Field studies of comfort and discomfort in sitting.  
*Ergonomics* (40), S. 895-915.
- HELANDER, M. G., CZAJA, S. J., DRURY, C. G., CARA, J. M. &  
BURRI, G. (1987):  
An ergonomic evaluation of office chairs.  
*Office: Technology and People*, 3, S. 247-262.
- HELANDER, M. G. & QUANCE, L. (1990):  
The Effect of work-rest schedules on Spinal Shrinkage in the Sedentary Worker.  
*Applied Ergonomics* (21), S. 279-284.
- HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg., 2001):  
Proceedings of the International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London.
- HELANDER, M. G., LITTLE, S. E. & DRURY, C. G. (2000):  
Sensitivity and Adaptivity to Postural Change in Sitting.  
*Human Factors* (43) S. 617-629.
- HELANDER, M. G., ZHANG, L. & MICHEL, D. (1995):  
Ergonomics of Ergonomic Furniture. A Study of Adjustability Features.  
*Ergonomics* (38) S. 2007-2029.
- HELBIG, K. (2004):  
Bewegungsverhalten des sitzenden Menschen - Erfassung von Formen und Typen. In: Wilke,  
H.-J. (Hrsg.): *Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung*.  
Shaker, Aachen, S. 114-119.
- HELMCKE, J.-G. (1976):  
Ist das Empfinden von ästhetisch schönen Formen anerzogen oder angeboren?  
In: SFB 64, Berichtsheft 3 Report. Hrsg. von der Universität Stuttgart, S. 59-67.
- HENCKMANN, W. (Hrsg.) (1979):  
Ästhetik.  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- HENDRICK, H. (1995):  
Good Ergonomics is Good Economics.  
Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, CA.  
[http://www.eurekalert.org/pub\\_releases/1998-02/HFaE-GEIG-020298.php](http://www.eurekalert.org/pub_releases/1998-02/HFaE-GEIG-020298.php)  
Gemäß Internetfassung vom 25.3.2004
- HERTEL, H. (1963):  
Struktur, Form, Bewegung.  
Krausskopf, Mainz.



- HERZBERG, H. T. E. (1972):  
The Human buttocks in sitting: Pressure patterns and palliatives.  
Society of Automotive Engineers, Paper 720005.
- HERZBERG, H. T. E. (1958):  
Seat Comfort. In: HANSEN, R. (Hrsg.): Annotated Bibliography of Applied Physical Anthropology in Human engineering.  
Wright Air Development Center, Dayton, Ohio, S. 297-300.
- HILDEBRAND, G. (1999):  
Origins of architectural pleasure.  
University of California Press, Berkeley.
- HILKE, A. (1986):  
Stilwandel in der Mode. In: BROCK, B. & RECK, H. U. (Hrsg.): Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode.  
Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin.  
Du Mont, Köln, S. 290-293.
- HOGARTH, W. (1974):  
The Analysis of Beauty.  
Georg Olms, Hildesheim.
- HOLLINS, B. & PUGH, S. (1990):  
Successful Product Design.  
Butterworths, London.
- HOLST, E. v. (1970):  
Zur Verhaltensphysiologie bei Tieren und Menschen.  
Gesammelte Abhandlungen, Band I.  
Piper & Co., München.
- HOLST, E. v. (1970):  
Zur Verhaltensphysiologie bei Tieren und Menschen.  
Gesammelte Abhandlungen, Band II.  
Piper & Co., München.
- HOLZKAMP, K. (1973):  
Sinnliche Erkenntnis - Historischer Ursprung und gesellschaftliche Funktion der Wahrnehmung.  
Athenäum, Frankfurt.
- HRACHOVEC, H. (2004):  
Technik: Erfolgsgeschichte, Schreckbild, Spielraum.  
Philosophische Rundschau 51(1), S. 27-52.  
[http://sammelpunkt.philo.at:8080/archive/00000946/01/techphil\\_review\\_koma.pdf](http://sammelpunkt.philo.at:8080/archive/00000946/01/techphil_review_koma.pdf)  
Gemäß Internetfassung vom 4.6.2006
- HUME, D. (1998):  
Of the Standard of Taste.  
In: Korsmeyer, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions.  
Blackwell Publishers, Oxford.
- ISEN, A. M. (2000):  
Positive Affect and Decision Making.

In: Lewis, M. and Haviland-Jones, J. M. (Hrsg.): Handbook of Emotions. 2. Ausgabe. Guilford Press, New York, S. 417-434.

ITTEN, J. (1979):  
Kunst der Farbe. Subjektives Erleben und Objektives Erkennen als Weg zur Kunst. 6. Aufl., Ravensburger Buchverlag, Ravensburg.

IZARD, C. E. (1994):  
Die Emotionen des Menschen.  
Eine Einführung in die Grundlagen der Emotionspsychologie. 3. Auflage.  
Beltz, Weinheim und Basel.

JACOBSON, I. D., RICHARDS, L. G. & KUHLTHAU, A. R. (1980):  
Models of Human Comfort in Vehicle Environments.  
In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour.  
Academic Press, London, S. 24-32.

JAHN, A. (Hrsg.) (1999):  
Top-Design des 20. Jahrhunderts: Form, Funktion, Faszination. 100 Jahre Lebenskultur.  
Naumann und Göbel, Köln.

JANLERT, L. E. & STOLTERMAN, E. (1997):  
The Character of Things.  
Design Studies, 18, S. 297-314.

JOHNSON, S. P. et al. (2000):  
The Role of Good Form in Young Infants' Perception of Partly Occluded Objects.  
Journal of Experimental Child Psychology 76, S. 1-25.

JORDAN, P. W. (1996):  
Displeasure and how to avoid it. In: ROBERTSON, S. A. (Hrsg.): Contemporary Ergonomics.  
Taylor & Francis, London.

JORDAN, P. W. (1998):  
Human factors for pleasure in product use.  
Applied Ergonomics 29 (1), S. 25-33.

JORDAN, P. W. (1999):  
Inclusive Design. In: GREEN, W. S. & JORDAN, P. W.: Human Factors in Product Design.  
Taylor & Francis, London, S. 171-181.

JORDAN, P. W. (1999\_II):  
Pleasure with Products. Human Factors for Body, Mind and Soul.  
In: GREEN, W. S. & JORDAN, P. W.: Human Factors in Product Design.  
Taylor & Francis, London, S. 206-217.

JORDAN, P. W. (1999\_III):  
Kansei Engineering and Design. In: GREEN, W. S. & JORDAN, P. W.: Human Factors in Product Design.  
Taylor & Francis, London, S. 229-233.

JORDAN, P. W. (2000\_II):  
Designing Pleasurable Products.  
Taylor & Francis, London.

- JORDAN, P. W. (2001):  
New century supertrends: Designing a pleasurable future.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design.  
ASEAN Academic Press, London, S. 3-8.
- JORDAN, P. W. & MACDONALD, A. S. (1998):  
Pleasure and Product Semantics. In: HANSON (Hrsg.): Contemporary Ergonomics.  
Taylor & Francis, London, S. 264-268
- JORDAN, P. W. & THOMAS, B. (1995):  
...But how much extra would you pay for it? An informal technique for setting priorities in  
requirements capture. In: ROBERTSON, S. (Hrsg.): Contemporary Ergonomics.  
Taylor & Francis, London, S. 145-148.
- JÜRGENS, H. W. (1993):  
Anthropometrische Grundlagen der Arbeitsgestaltung.  
In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie.  
Carl Hanser, München, Wien, S. 459-468.
- JULESZ, B. (1981):  
Textons, the elements of texture perception, and their interactions.  
Nature, 290, S. 91-97.
- KALMAN, T. (1999):  
Chairman Rolf Fehlbaum. Festschrift anlässlich der Verleihung des Designpreises der  
Bundesrepublik Deutschland an Rolf Fehlbaum.  
Lars Müller, Baden (CH).
- KANT, I. (1790/1956):  
Kritik der Reinen Vernunft.  
Insel Verlag, Wiesbaden.
- KANT, I. (1790/1968):  
Kritik der Urteilkraft. Hrsg. von K. Vorländer.  
Unveränderter Nachdruck der sechsten Auflage von 1924.  
Felix Meiner, Hamburg.
- KAPPRAFF, J. (1991):  
Connections: The geometric bridge between art and science.  
McGraw-Hill, New York.
- KARLSSON, B. S. A., ARONSSON, N. & SVENSSON, K. A. (2003):  
Using semantic environment descriptions as a tool to evaluate car interiors.  
Ergonomics 46 (13/14), S. 1408-1422.
- KAYSER, H. (1947):  
Akroasis.  
Hatje, Stuttgart.
- KEE, D. (2002):  
A method for analytically generating three-dimensional isocomfort workspace based on  
perceived discomfort.  
In: Applied Ergonomics 33 (1), S. 51-62.

- KHALID, H. M. (2001):  
Can Customer Needs Express Affective Design?  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 190-198.
- KIEMLE, M. (1967):  
Ästhetische Probleme der Architektur unter dem Aspekt der Informationsästhetik.  
Schnell, Quickborn.
- KIRAKOWSKI, J. & CORBETT, M. (1988):  
Measuring User Satisfaction.  
In: JONES, D. M. & WINDER, R. (Hrsg.): People and Computers IV.  
Cambridge University Press, Cambridge, S. 329-338.
- KNOLL, C. M. (2000):  
Komfort - Die vergessene seelische Komponente.  
Diplomarbeit im Studiengang Investitionsgüterdesign.  
Staatliche Akademie der bildenden Künste, Stuttgart.
- KNOLL, C. M. (2004):  
Sitzkomfort von Flugzeugsitzen - Ergebnisse von Probandenversuchen. In: BRUDER, R. (Hrsg.):  
Ergonomie und Design. Tagungsband zur GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen.  
Ergonomia, Stuttgart, S. 195 - 198.
- KÖSTER, R. (1969):  
DBG Lexikon der deutschen Sprache: Wörterbuch für Rechtschreibung, Aussprache,  
Bedeutungen, Synonyme, Phraseologie, Etymologie.  
Deutsche Buch-Gemeinschaft, Darmstadt.
- KOLICH, M. (1999):  
Reliability and Validity of an Automobile Seat Comfort Survey.  
Society of Automotive Engineers, Paper 1999-01-3232, Warrendale, PA.
- KOLICH, M. (2003):  
Automobile seat comfort: occupant preferences vs. anthropometric accommodation.  
Applied Ergonomics 34 (2), S. 177-184.
- KOLICH, M. (2003,2):  
Predicting automobile seat comfort using a neural network.  
International Journal of Industrial Ergonomics 33 (4), S. 285-293.
- KOLICH, M. & TABOUN, S. M. (2004):  
Ergonomics modelling and evaluation of automobile seat comfort.  
Ergonomics 47 (8), S. 841-863.
- KONRAD, C. (2001):  
Designing a Good Looking Office.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 268-272.
- KOPPELMANN, U. (1976):  
Produktmarketing und Warenverkaufskunde.  
E. Schmidt, Berlin, Bielefeld, München.

KOPPELMANN, U. (1978):

Der Wandel im Design-Verständnis: Grandiose Ingenieursleistungen machen nicht die Design-Qualität aus. In: Form, Heft 81, Nr. I/1978, S. 6-10.

KOPPELMANN, U. (1987):

Vorsprung durch Produktdesign.

In: Handelsblatt Nr. 102 von 21.10.1987, S. 20.

KOPPELMANN; U. (1989):

Produktmarketing.

Kohlhammer, Stuttgart.

KORSMEYER, C. (Hrsg.) (1998):

Aesthetics: The Big Questions.

Blackwell Publishers, Oxford.

KREIFELDT, J. G. (2001):

Designing "Feel" into a Product.

In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):

Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 25-30.

KREIFELDT, J. G. & CHUANG, M. (1979):

Moment of Inertia - Psychophysical Study of an Overlooked Sensation.

Science, S. 588-590.

KREITLER; H. & KREITLER, S. (1980):

Psychologie der Kunst.

Kohlhammer, Stuttgart.

KRIPPENDORFF, K. & BUTTER, R. (1984):

Product Semantics: Exploring the symbolic qualities of form in Innovation.

The Journal of the Industrial Designers Society of America, 3 (2), S. 4-9.

KRIST, R. (1994):

Modellierung des Sitzkomforts: Eine experimentelle Studie.

Schuch, Weiden.

KROEBER-RIEL, W. (2004):

Strategie und Technik der Werbung. Verhaltenswissenschaftliche Ansätze.

Kohlhammer, Stuttgart.

KUHLTHAU, A. R., RICHARDS, L. G. & JACOBSON, I. D. (1980):

Future Problems and Research Needs Related to Passenger Comfort. In: OBORNE, D. J. &

LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research, Band 2: User Factors: Comfort, the Environment and Behaviour. Academic Press, London, S. 76-84.

KÜKELHAUS, H. (1991):

Fassen, Fühlen, Bilden. Organerfahrungen im Umgang mit Phänomenen. 6. Auflage.

Gaia, Köln.

KÜPPER, J. & MENKE, C. (Hrsg.) (2003):

Dimensionen Ästhetischer Erfahrung.

Suhrkamp, Frankfurt a. Main.

KÜTHER, E. & VENN, A. (1996):

Marketing mit Farben.

Du Mont, Köln.

LANGLOIS, J. H. & ROGGMAN, L. A. (1990):

Attractive Faces are only average.

Psychological Science 1, S. 115-121.

LAKOFF, G. & JOHNSON, M. (1999):

Philosophy in the Flesh: the embodied mind and its challenge to western thought.

Basic Books, New York.

LAKOFF, G. & JOHNSON, M. (1980):

Metaphors we Live by.

Chicago University Press, Chicago.

LAUGWITZ, B. (2001):

Experimentelle Untersuchung von Regeln der Ästhetik von Farbkombinationen und von Effekten auf den Benutzer bei ihrer Anwendung im Benutzeroberflächendesign.

Dissertation an der Universität Mannheim.

LE CORBUSIER (2003):

Der Modulor. 8. Auflage (Faksimile-Wiedergabe der 2. Auflage 1956).

Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.

LEDER, H. (2003):

Ein psychologischer Ansatz zur Ästhetik: Gefallen und Vertrautheit.

In: KÜPPER, J. & MENKE, C. (Hrsg.): Dimensionen Ästhetischer Erfahrung.

Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 284-307.

LEDER, H., BELKE, B., OEBERST, A. & AUGUSTIN, D. (2004):

A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments.

British Journal of Psychology, 95, S. 489-508.

LEE, K. S., FERRAIUOLO, P. & TEMMING, J. (1993):

Measuring Seat Comfort.

SAE Technical Papers Series 930105, S. 25-30.

LEFEBVRE, V. A. (1985):

The golden section and an algebraic model of ethical cognition.

Journal of Mathematical Psychology, 29, S. 289-310.

LEHNARTZ, S. (2004):

Die neue Oberschicht. Den Schönen fliegt alles zu - Erfolg, Geld, Sympathie.

In: Süddeutsche-Zeitung Magazin Nr. 16 vom 16.4.2004.

LEHNHARDT, J.-M. (1991):

Die ästhetische Dimension als Suchfeld des Industrie-Designs. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Absatzwirtschaft der Universität München).

LEINENBACH, H. (1990):

Die Körperlichkeit der Technik. Zur Organprojektionstheorie Ernst Kapps.

Die Blaue Eule, Essen.

LEITHERER, E. (1989):

Betriebliche Marktlehre.

Poeschel, Stuttgart.

- LEITHERER, E. (1991):  
Industrie-Design. Entwicklung -Produktion -Ökonomie.  
Poeschel, Stuttgart.
- LEVINE, R. (2005):  
Eine Landkarte der Zeit. Wie Kulturen mit Zeit umgehen.  
Piper, München.
- LEVINE, R. (2006):  
Die Große Verführung. Psychologie der Manipulation.  
Piper, München.
- LEWIS, M. & HAVILAND-JONES, J. M. (Hrsg.) (2000):  
Handbook of Emotions.  
2. Ausgabe, Guilford Press, New York.
- LIDWELL, W., HOLDEN, K. & BUTLER, J. (2003):  
Universal Principles of Design. 100 Ways to Enhance Usability, Influence Perception, Increase Appeal, Make Better Design Decisions, and Teach through Design.  
Rockport, Gloucester.
- LINDGAARD, G. & WHITFIELD, T. W. A. (2001):  
Usability, Aesthetics, and the User Experience: A Theoretical Proposal.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 373-378.
- LINDINGER, H. & HUCHTHAUSEN, C.-H. (1978):  
Design-Materialien. Geschichte des Industrial Design. Hrsg. V. IDZ Berlin e.V.  
TU Hannover, Hannover.
- LIPP, W. (1981):  
Design und Kunst - Realität und Schein. In: GSÖLLPOINTNER, H. (Hrsg.):  
Design ist unsichtbar.  
Löcker, Wien, S. 75-84.
- LIPPE, R. ZUR (1987):  
SinnenBewusstsein. Grundlegung einer anthropologischen Ästhetik.  
Rowohlt, Reinbek.
- LIU, Y. (2000):  
Engineering aesthetics and ergo-aesthetics. Theoretical and methodological foundations. In:  
Proceedings of the 5th IE Conference on Industrial Engineering-Theory, Applications, and Practice (CD ROM), Taiwan.
- LIU, Y. (2001):  
Engineering aesthetics and aesthetic ergonomics: A dual-process methodology and its applications. In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.): Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London. S. 248-255.
- LIU, Y. (2003):  
Engineering Aesthetics and Aesthetic Ergonomics:  
Theoretical Foundations and A Dual-Process Research Methodology.  
Ergonomics 46 (13-14), S. 1273-1292.

- LIU, Y. (2003,II):  
The aesthetic and the ethic dimensions of human factors and design.  
*Ergonomics* 46 (13-14), S. 1293-1305.
- LÖBACH, B. (1976):  
Industrial Design.  
Karl Thiemig, München.
- LOEWY, R. (1946):  
Selling through Design.  
In: *Industrial Art Explained*, London.
- LOOZE, M. P. de, KRAUSE, F., REIJNEVELDT, K., DESMET, P. M. A. & VINK, P. (2003):  
Seat appearance and sitting comfort. In: *Proceedings of the XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7th Joint Conference of Ergonomics Society of Korea / Japan Ergonomics Society*, Seoul, S. 1-4.
- LOOZE, M. P. de, KUIJT-EVERS, L. & DIEËN, J. H. van. (2003):  
Sitting comfort and discomfort and its relationships with objective measures.  
*Ergonomics* 46 (10), S. 985-997.
- MAJOR, B. S. (1895):  
On the Affective Tone of Simple Sense-Impressions.  
*American Journal of Psychology*, 7 (1), S. 57-77.
- MÄKELÄ, A. & FULTON SURI, J. (2001):  
Supporting User's Creativity: Design to Induce Pleasurable Experiences.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
*Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design*. ASEAN Academic Press, London, S. 387-394.
- MANDELBROT, B. B. (1991):  
Die fraktale Geometrie der Natur.  
Birkhäuser, Berlin.
- MANDLER, G. (1979):  
Denken und Fühlen. Zur Psychologie emotionaler und kognitiver Prozesse.  
Junfermann, Paderborn.
- MANNION, A. (2004):  
Die Bedeutung von Bewegung und körperlicher Aktivität für die Prävention und Linderung von Rückenschmerzen. In: WILKE, H. -J. (Hrsg.): *Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung*. Shaker, Aachen, S. 138-155.
- MARGOLIN, V. & BUCHANAN, R. (1995):  
The Idea of Design.  
MIT Press, Cambridge, MA.
- MARR, D. (1982):  
Vision.  
W. H. Freeman, San Francisco.
- MARRAS, W. S., LAVENDER, S. A., LEURGANS, S. E. et al. (1995):  
Biomechanical risk factors for occupationally related low back disorders.  
*Ergonomics* 38 (2), S. 377-410.



MARTINDALE, C. & UEMURA, A. (1983):  
Stylistic Change in European Music.  
Leonardo, 16, S. 225-228.

MASER, S. (1971):  
Numerische Ästhetik. Neue mathematische Verfahren zur quantitativen Beschreibung und  
Bewertung ästhetischer Zustände. 2. Auflage.  
Krämer, Stuttgart.

MASER, S. (1976):  
Theorie ohne Praxis ist leer, Praxis ohne Theorie ist blind.  
In: Form, Heft 73, Nr. I/1976, S. 40-42.

MASER, S. (2001):  
Zur Planung gestalterischer Projekte. Beiträge zur Designtheorie, Band 2.  
4. überarbeitete Auflage.  
Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal.

MASER, S. (2002):  
Zur Ästhetik gestalteter Produkte. Beiträge zur Designtheorie (4). 6. Auflage.  
Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal.

MASLOW, A. H. (1954/2002):  
Motivation und Persönlichkeit.  
Rowohlt, Reinbek.

MATTHECK, C. (2006):  
Verborgene Gestaltgesetze der Natur. Optimalformen ohne Computer.  
Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe.

McDOUGALL, W. (1923):  
An Introduction to Social Psychology.  
Methuen, London.

McLOONE, H. (2001):  
Touchable Objects.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 235-241.

McMANUS, I. C., JONES, A. L. & COTTRELL, J. (1981):  
The aesthetics of colour.  
Perception, 10, S. 651-666.

MERGL, C. (2006):  
Entwicklung eines Verfahrens zur Optimierung des Sitzkomforts auf Automobilsitzen.  
Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie.  
Technische Universität München.

METZGER, W. (1978):  
Ist die Gestalttheorie überholt? Fortsetzung eines Gesprächs mit P. R. Hofstätter. In:  
WEINHANDL, F. (Hrsg.): Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie.  
Festschrift für Christian von Ehrenfels (2. Auflage).  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

- METZGER, W. (1975):  
Gesetze des Sehens. Die Lehre vom Sehen der Formen und Dinge des Raumes und der Bewegung.  
Kramer, Frankfurt a. M.
- MEYER, K. (2005):  
Besuch bei Rido Busse.  
Design Report 2/05, S. 38-41.
- MICHEL, D. D. & HELANDER, M. G. (1994):  
Effects of Two Types of Chairs on Structure Change and Comfort for Individuals with Healthy Herinated Discs.  
Ergonomics (37) S. 1231-1245.
- MILLER, H. & KÄLVIÄINEN, M. (2001):  
Objects for an Enjoyable Life: Social and Design Aspects.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN Academic Press, London, S. 487-494.
- MILLER, H. (1995):  
The Social Psychology of Objects. Paper presented at Understanding the social world conference, Huddersfield, UK.  
<http://ess.ntu.ac.uk/miller/objects.htm> gemäß Internetfassung vom 4.8.2004
- MOLES, A. A. (1979):  
Kybernetik und Kunstwerk. In: HENCKMANN, W. (Hrsg.): Ästhetik.  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 310-331.
- MORRIS, W. (1979):  
Ästhetik und Zeichentheorie. In: HENCKMANN, W. (Hrsg.): Ästhetik.  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 269-293.
- MUELDER EATON, M. (1998):  
Locating the Aesthetic. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions.  
Blackwell Publishers, Oxford.
- MÜHLMANN, H. (1975):  
Luxus und Komfort. Wortgeschichte und Wortvergleich. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Philosophischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.
- MÜLLER-LIMMROTH, W. et al. (1983):  
Arbeitssitze - Wie sie sein sollten. Ein Anforderungskatalog für die Praxis. Schriftenreihe "Humanisierung des Arbeitslebens" Band 51.  
VDI-Verlag, Düsseldorf.
- MUKAROVSKY, J. (1974):  
Kapitel aus der Ästhetik.  
Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- MULLER, W. (2001):  
Order and meaning in design.  
Lemma Publishers, Utrecht.

- NACHEMSON, A. (1960):  
Lumbar intradiscal pressure. Experimental studies on post mortem material.  
Acta Orthopaedica Scandinavica, Supplement 43, S. 1-104.
- NACHEMSON, A. (1963):  
The influence of spinal movements on the lumbar intradiscal pressure and on the tensile stresses in the annulus fibrosus.  
Acta Orthopaedica Scandinavica, Supplement 33, S. 183-207.
- NACHEMSON, A. (1966):  
The Load on Lumbar Disks in Different Positions of the Body.  
Clinical Orthopaedics and Related Research (45), S. 107-122.
- NACHEMSON, A. & ELFSTRÖM, G. (1970):  
Intravital dynamic pressure measurements in lumbar discs. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, Supplement 1.
- NACHEMSON, A. (2006):  
Rückenschmerzen – Ein von Patienten, Ärzten und Kliniken überschätztes Problem.  
In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 8-25.
- NACHTIGALL, W. & BLÜCHEL, K. G. (2000):  
Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur.  
Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, München.
- NAGAMACHI, M. (2001):  
Kansei engineering: A powerful ergonomic technology for product development.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.), Proceedings of International Conference on Affective Design. ASEAN Academic Press, London.
- NAQVI, S.A. (1994):  
Study of Forward Sloping Seats for VDT Workstations.  
In: Journal of Human Ergology 23 (1), S. 41-49.
- NELL-Bräuning, O. v. (1965):  
Armutsidee und Entwicklungshilfe.  
In: Stimmen der Zeit, 176, Band 90 (11), S. 331-342.
- NORDIN, M. (2004):  
Zusammenhang zwischen Sitzen und arbeitsbedingten Rückenschmerzen. In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 10-35.
- NORMAN, D. A. (1989):  
Dinge des Alltags. Gutes Design und Psychologie für Gebrauchsgegenstände.  
Campus-Verlag, Frankfurt/M.
- NORMAN, D. A. (1998):  
The Design of Everyday Things.  
The MIT Press, London.
- NORMAN, D. A. (2005):  
Emotional Design: Why we love (or hate) everyday things.  
Basic Books, New York.

- OBORNE, D. J. (1978):  
Techniques available for the assessment of passenger comfort.  
*Applied Ergonomics* 9 (1), S. 45-49.
- OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.) (1980):  
Human Factors in Transport Research (Vol. 2).  
Academic Press, London, New York.
- OEHLKE, H. (1988):  
Zur zeichentheoretischen Beschreibung von Designobjekten. Möglichkeiten und Grenzen  
semiotischer Behandlung von Designobjekten. II. Designtheoretisches Kolloquium.  
Hf Burg Giebichenstein, Halle.
- ORIAN, G., & HEERWAGEN, J. (1992):  
Evolved responses to landscapes. In: BARKOW, J., COSMIDES, L. & TOOBY, J. (Hrsg.): The  
adapted mind.  
Oxford University Press, New York.
- ORTHONY, A., CLORE, G.L. & COLLINS, A. (1988):  
The cognitive structure of emotions.  
Cambridge University Press, Cambridge.
- OTTO, M. (1993):  
Ästhetische Wertschätzung. Bausteine zu einer Theorie des Ästhetischen.  
Akademie, Berlin.
- OVERBEEKE, K. J., VINK, P. & CHEUNG, F.-K. (2001):  
The Emotion-Aware Office Chair. An exploratory study.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 262-267.
- PAAL, G. (2005):  
Was ist Schön? Ästhetik und Erkenntnis.  
Königshausen & Neumann, Würzburg.
- PACKARD, V. (1962):  
Die große Verschwendung.  
Deutsche Buch-Gemeinschaft, Düsseldorf, Wien.
- PACKARD, V. (1969):  
Fünf bedenkliche Aspekte des Verhaltens wirtschaftlicher Unternehmen. In: Bericht eines  
interdisziplinären Symposiums des Gottlieb-Duttweiler-Instituts.  
Rüschlikon, Zürich, S. 13-30.
- PALMER, S. E. (1992):  
Common region: A new principle of perceptual grouping.  
*Cognitive Psychology*, 24, S. 436-447.
- PALMER, S. E. (1999):  
Vision Science.  
Cambridge, MA. MIT Press.
- PANOFSKY, E. (1921):  
Die Entwicklung der Proportionslehre. In: Monatsheft für Kunstwissenschaft (4), Wien.

- PAPANЕК, V. (1972):  
Das Papanek-Konzept.  
Nymphenburger Verlagshandlung, München.
- PAPANЕК, V. (1995):  
The Green Imperative. Ecology and Ethics in Design and Architecture.  
Thames and Hudson, London.
- PERL, E. (1985):  
Pain and pain management. In: Research Briefings, National Academy of Sciences.  
National Academy Press, Washington D.C., S. 19-32.
- PERPEET, W. (1988):  
Antike Ästhetik.  
Karl Alber, Freiburg, München.
- PEVSNER, N. (1983):  
Wegbereiter moderner Formgebung.  
Du Mont, Köln.
- PFEFFER, K. (1982):  
Geschichte der Proportionslehren. In: Untersuchungen zur Architektur.  
FH Düsseldorf (Hrsg.), S. 41-46.
- PICARD, R. (1997):  
Affective Computing.  
MIT Press, Cambridge.
- PICARD, R. (2002):  
Affective Computing & HCI. Basierend auf <http://www.idbook.com/>; Reeves & Nass –  
Stanford University; Picard - Affective Computing at MIT  
MIT Press, Cambridge.  
[www.iis.ee.ic.ac.uk/~j.pitt/teaching/HCI\\_AffectiveComputing\\_2002.ppt](http://www.iis.ee.ic.ac.uk/~j.pitt/teaching/HCI_AffectiveComputing_2002.ppt)  
Gemäß Internetfassung vom 11.3.2005.
- PIERCE, E. (1896):  
Aesthetics of simple forms. II. The functions of the elements.  
Psychological Review 3, S. 270-282.
- PINKER, S. (1997):  
How the mind works.  
Norton, New York.
- PINKER, S. (2002):  
The blank slate.  
Viking Penguin, New York.
- PLEBE, A. (1958):  
Die Begriffe des Schönen und der Kunst bei Platon und in den Quellen von Platon.  
In: Wiener Zeitschrift für Philosophie, Wien.
- PLUTCHIK, R. & KELLERMAN, H. (Hrsg., 1989):  
The Measurement of Emotions, Bnd. 4.  
Academic Press, London.

- PLUTCHIK, R. (2003):  
Emotions and Life. Perspectives from Psychology, Biology, and Evolution.  
American Psychological Association, Washington, DC.
- PLUTCHIK, R. (1994):  
The Psychology and Biology of Emotions.  
Harper-Collins, London.
- POCHAT, G. (1983):  
Der Symbolbegriff der Ästhetik und Kunsttheorie.  
Du Mont, Köln.
- POSTMAN, N. (1992):  
Das Technopol. Die Macht der Technologien und die Entmündigung der Gesellschaft.  
Fischer, Frankfurt a. Main.
- POWER, C. (1999):  
Beauty magic: the origins of art.  
In: DUNBAR, R., KNIGHT, C. & POWER, C. (Hrsg.): The evolution of Culture.  
Rutgers University Press, New Jersey.
- PURCELL, A. T. (1986):  
Environmental perception and affect: a schema discrepancy model.  
Environment and Behavior, 18, S. 3-30.
- RAMACHANDRAN, V. S.(2004):  
A brief tour of human consciousness.  
PI Press, New York.
- RAMACHANDRAN, V. S., & HIRSTEIN, W. (1999):  
The science of art: A neurological theory of aesthetic experience.  
Journal of Consciousness Studies, 6, S. 15-51.
- RATHUS, S. A. (1990):  
Psychology.  
4. Auflage, Holt, Rinehart and Winston, Fort Worth.
- REBIFFÉ, R. (1980):  
General Reflections on the Postural Comfort of the Driver and Passengers; Consequences on  
Seat Design. In: OBORNE, D. J. & LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research,  
Band 2: User Factors: Comfort, The Environment and Behaviour.  
Academic Press, London, S. 239-248.
- RECK, H. U. (1985):  
Stilnotate zwischen Lebensform, Subversion und Funktionsbegriff.  
In: BROCK, B. & RECK, H. U. (Hrsg.): Stilwandel als Kulturtechnik, Kampfprinzip, Lebensform  
oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode. Hrsg. vom Internationalen  
Design Zentrum Berlin.  
Du Mont, Köln.S. 100-152.
- REDDER, V. (2002):  
Medienergonomische Gestaltung von Online-Informationssystemen des Typs Register.  
Dissertation im Fachbereich 3 (Mathematik und Informatik) der Universität Bremen.

REDHEAD, D. (2000):  
Products of Our Time.  
Birkhäuser, Berlin.

REESE, J. (Hrsg.) (2005):  
Der Ingenieur und seine Designer. Entwurf technischer Produkte im Spannungsfeld zwischen  
Konstruktion und Design.  
Springer, Berlin und Heidelberg.

REINECKE, S. M., HAZARD, R. G. COLEMAN, K. & POPE, M. H. (1992):  
A continuous passive lumbar motion device to relieve back pain in prolonged sitting. In:  
KUMAR S. (Hrsg.): Advances in Industrial Ergonomics and Safety IV.  
Taylor & Francis, London, S. 971-976.

REINHARDT, F. A. (2006):  
Buntes, Barockes und Bewährtes.  
Design Report 4/2006.

REINHARDT, F. A. (2006):  
Glitzer, Glamour und Gewächse.  
Design Report 6/06, S. 10-15.

REISER, R. (1985):  
Was die Vergangenheit die Zukunft lehrt. Rückblick, Bestandsaufnahme, Ausblick. In:  
Möbeldesign. Made in Germany. Hrsg. v. Design Center Stuttgart.

RICHARDS, L. G. (1980):  
On the psychology of Passenger Comfort.  
In: D. J. OBORNE, & J. A. LEVIS, J. A. (Hrsg.): Human Factors in Transport Research (Vol. 2).  
Academic Press, London, New York, S. 15-23.

RICHARDS, L. G., JACOBSON, I. D. & KUHLTHAU, A. R. (1978):  
What the passenger contributes to passenger comfort.  
Applied Ergonomics (9), S. 137-142.

RIEDEL, M. (1991):  
Rehabilitierung des Naturschönen. Ein Gespräch.  
In: RÖTZER, F. (Hrsg.): Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien.  
Suhrkamp, Frankfurt a. Main, S. 455-474.

ROBERTSON, S. A. (Hrsg.) (1996):  
Contemporary Ergonomics.  
Proceedings of the Annual Conference of the Ergonomics Society.  
Taylor & Francis, London.

ROBERTSON, S. A. (Hrsg.) (1995):  
Contemporary Ergonomics.  
Proceedings of the Annual Conference of the Ergonomics Society.  
Taylor & Francis, London.

RÖTZER, F. (Hrsg.) (1991):  
Digitaler Schein. Ästhetik der elektronischen Medien.  
Suhrkamp, Frankfurt a. Main.

ROHLMANN, A. (2004):  
Belastungsmessungen an Implantaten zur Stabilisierung der Wirbelsäule.

In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung. Shaker, Aachen, S. 104-113.

ROMPAY, T. van & HECKERT, P. (2001):  
Embodied Design: The Role of Bodily Experiences in Product Design.

In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design. ASEAN  
Academic Press, London, S. 61-67.

ROSENKRANZ, K. (1853/1996):  
Ästhetik des Häßlichen.  
Reclam, Leipzig.

ROSS, S. D. (Hrsg.) (1994):  
Art and its Significance: An Anthology of Aesthetic Theory.  
State University of New York Press, Albany.

ROSS, S. D. (1994): A Theory of Art: Inexhaustibility by Contrast. In: ROSS, S. D. (Hrsg.): Art  
and its Significance: An Anthology of Aesthetic Theory.  
State University of New York Press, Albany, S. 299-322.

ROSTEK, U.K. (2004):  
Erarbeitung eines Fondsbankkonzepts für einen PKW der Premiumklasse. Diplomarbeit am  
Institut für Arbeitswissenschaft und tedhnologiemanagement der Universität Stuttgart.

ROTH, G. (2006):  
Mehr Motivation - Wege aus der Sackgasse.  
Manuskript einer Radiosendung des SWR 2 am Sonntag, 13. August 2006, 8.30 Uhr. Autor  
und Sprecher: Prof. Gerhard Roth. Redaktion: Ralf Caspary. Verfügbar über den  
Manuskriptdienst des Südwestrundfunks und online auf  
[http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/aula/au20060807\\_3837.rtf](http://db.swr.de/upload/manuskriptdienst/aula/au20060807_3837.rtf)

ROTH, S. (2004):  
Ergonomische Formen - zum Sitzen schön.  
<http://www.flexicad.com/service/fachartikel/artikel.php?id=8>  
Gemäß Internetfassung vom 4.6.2006.

RUSSELL, J. A. (1989):  
Measures of Emotion. In: PLUTCHIK, R. & KELLERMAN, H. (Hrsg.): The Measurement of  
Emotions, Bnd. 4, S. 83.  
Academic Press, London.

RYBCZYNSKI, W. (1986):  
Home: the Short History of an Idea.  
Viking, New York.

SACHSSE, H. (1971):  
Einführung in die Kybernetik.  
Uni-Text, Vieweg, Braunschweig.

SANDER, F. & VOLKELT, H. (1962):  
Ganzheitspsychologie.  
Beck, München



- SCHÄFER, E. (1966):  
Grundlagen der Marktforschung.  
4. Auflage, Opladen, Köln.
- SCHENK, A. & TSCHINAG, G.(1999):  
Im Land der zornigen Winde.  
Unionsverlag, Zürich.
- SCHIFFMAN, H. R. (1966):  
Golden Section: Preferred figural orientation.  
Perception and Psychophysics, Bnd. 1, S. 193-194.
- SCHIFFMAN, H. R. (1969):  
Figural preference and the visual field.  
Perception and Psychophysics, 6, S. 92-94.
- SCHIRNER, M. (1986):  
Was Stil ist, bestimme ich. In: BROCK, B. & RECK, H. U.: Stilwandel als Kulturtechnik,  
Kampfprinzip, Lebensform oder Systemstrategie in Werbung, Design, Architektur, Mode.  
Hrsg. vom Internationalen Design Zentrum Berlin.  
Du Mont, Köln, S. 206-228.
- SCHLOSBERG, H. (1952):  
The description of facial expression in terms of two dimensions.  
Journal of Experimental Psychology, 44, S. 229-237.
- SCHMIDTKE, H. (Hrsg.) (1993):  
Ergonomie.  
Carl Hanser, München, Wien.
- SCHMIDTKE, H. (1993\_II):  
Arbeitsplatzgestaltung. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie.  
Carl Hanser, München, Wien.
- SCHMIDTKE, H. (1993\_III):  
Belastung und Beanspruchung. In: SCHMIDTKE, H. (Hrsg.): Ergonomie.  
Carl Hanser, München, Wien.
- SCHOBERTH, H. (1962):  
Sitzhaltung, Sitzschaden, Sitzmöbel.  
Springer, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- SCHÜTTE, S. & EKL&, J. (2001):  
An Approach to Kansei Engineering - Methods and a Case Study on Design Identity.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design.  
ASEAN Academic Press, London, S. 86-93.
- SCHULZE, G. (1988):  
Alltagsästhetik und Lebenssituation. Eine Analyse kultureller Segmentierungen in der  
Bundesrepublik Deutschland. In: SOEFFNER, H. G. (Hrsg.): Kultur und Alltag.  
Schwartz, Göttingen, S. 71-92.
- SCHURIAN, W. (1986):  
Psychologie ästhetischer Wahrnehmungen.  
Westdeutscher Verlag, Opladen.

- SCRUTON, R. (1983):  
The aesthetic understanding. Essays in the philosophy of art and culture.  
St. Augustine's Press, South Bend, Indiana.
- SEEGER, H. (1969):  
Syntaktik und Semantik.  
In: Form, Heft 46, Nr. II/1969, S. 34-36.
- SEEGER, H. (1989):  
Export Design. Grundlagen und Beispiele für die Konzeption und Gestaltung technischer  
Produkte für Auslandskunden.
- SEITZ, F. (1988):  
Farbirritationen.  
K+E Druckfarben, Stuttgart.
- SEITZ, M. (2003):  
Farbenlehre. In: BMW Magazin 4/2003 (67).  
Bayerische Motorenwerke (Hrsg.), Hoffmann und Campe, München.
- SEITZ, T. BALZULAT, J. & BUBB, H. (2000):  
Anthropometry and measurement of posture and motion.  
International Journal of Industrial Ergonomics 25 (4), S. 447-453.
- SELLE, G. (1994):  
Design-Geschichte in Deutschland.  
Campus, Frankfurt a. Main.
- SEWALL, M. (1978):  
Market segmentation based on consumer ratings of proposed product designs.  
Journal of Marketing Research, 15, S. 557-564.
- SHACKEL, B. CHIDSEY, K. D. & SHIPLEY, P. (1969):  
The assessment of chair comfort.  
Ergonomics (12), S. 269-306.
- SHACKLETON, J. P. (1996):  
The Application of a 'Prototype Theory' Framework to the Modelling of Product Perception  
and the Emergence of New Product Groups.  
Unveröffentlichte Doktorarbeit, Chiba University, Japan.
- SIMMEL, G. (1911):  
Die Mode. In: Philosophische Kultur, Gesammelte Essays.  
Klinkhardt, Leipzig.
- SLATER, K. (1985):  
Human Comfort.  
Charles C. Thomas Pub Ltd (Hrsg.)  
Thomas, Springfield, UK.
- SOEFFNER, H.-G. (Hrsg.) (1988):  
Kultur und Alltag.  
Schwartz, Göttingen.
- SOMBART, W. (1902):  
Der moderne Kapitalismus.  
Duncker & Humblot, Leipzig.

- SOMBART, W. (1928):  
Das moderne Kapitalismus - Historisch-systematische Darstellung des gesamteuropäischen Wirtschaftslebens von seinen Anfängen bis zur Gegenwart.  
dtv, München, Leipzig.
- SONNEVELD, M. S. (2005):  
Tactical aesthetics. Unveröffentlichte Dissertation.  
Technische Universität Delft.
- SPARSHOTT, F. E. (1963):  
The Structure of Aesthetics.  
Routledge and Kegan Paul, London.
- SPATH, D. (Hrsg.)(2004):  
Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen - Zukunft gestalten.  
Hanser, München.
- STAEDTKE, K. (1982):  
Zum Problem der Interferenz kultureller "Sprachen" anhand von J. Lotmanns kultursemiotischer Analyse des Interieurs. In: Design-Ästhetik/Design -Semiotik. Hochschule für Industrielle Formgestaltung (Hrsg.), Halle, S. 17-46.
- STEFFEN, D. (Hrsg.) (1995):  
Welche Dinge braucht der Mensch? Hintergründe, Folgen und Perspektiven der heutigen Alltagskultur.  
Anabas-Verlag Günter Kämpf KG, Gießen.
- STEFFEN, D. (2000):  
Design als Produktsprache. Der "Offenbacher Ansatz" in Theorie und Praxis.  
Verlag form, Frankfurt a. Main.
- STÖCKLI, A. (1963):  
Großstadtprobleme.  
Patzner, Hannover.
- STOLNITZ, J. (1998):  
The Aesthetic Attitude. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions.  
Blackwell Publishers, Oxford.
- STRASSMANN, B. (2005):  
Wer sitzt, der sündigt.  
Die Zeit Nr. 22 vom 25. Mai 2005, S. 31.
- TARR, M. J. & BÜLTHOFF, H. H. (1995):  
Is human object recognition better described by geon structural descriptions or by multiple views? Comment on Biedermann and Gerhardstein (1993).  
Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance.  
21 (6), S. 1494-1505.
- TATARKIEWICZ, W. (1979):  
Geschichte der Ästhetik. 3 Bände.  
Schwabe, Basel & Stuttgart.
- TILSCHER, H.& THOMALSKE, G.(1990):  
Rücken- und Kreuzschmerz.  
Ed. Medizin, VCH, Weinheim.

TOOBY, J., & COSMIDES, L. (2001):

Does beauty build adapted minds? Toward an evolutionary theory of aesthetics, fiction and the arts. *Substance*, 94/95, S. 6-27.

TOUSSAINT, C. (2004):

Ergonomie und Design - durch Unterschiede zum Erfolg. In: BRUDER, R. (Hrsg.): *Ergonomie und Design. Tagungsband zur GfA Herbstkonferenz 2004 in Essen, Zeche Zollverein.* Ergonomia, Stuttgart, S. 55-63.

TRACTINSKY, N, KATZ, A. S. & IKAR, D. (2000):

What is beautiful is usable.

*Interacting with Computers* (13), S. 127-145.

ULMER MUSEUM / HFG-ARCHIV (Hrsg.) (2003):

Ulmer Modelle - Modelle nach Ulm. Publikation zum 50. Gründungsjubiläum der Hochschule für Gestaltung Ulm.

Hatje Cantz, Ostfildern-Ruit.

VAN DEURSEN, L. L., PATIJN, J., BROUWER, R. et al. (1999):

Sitting and lower back pain: The positive effect of rotatory dynamic stimuli during prolonged sitting. *European Spine Journal* 8, S. 187-193.

VEGESACK, A. v. (Hrsg.) (1997):

Designmaßstäbe - 100 klassische Sitzmöbel.

Vitra Design Museum, Weil am Rhein.

VINK, P. (2002):

Comfort.

TU Delft, Selbstverlag.

VINK, P. (2005):

Theory of Comfort. In: VINK, P. (Hrsg.): *Comfort and design: principles and good practice.* CRC Press, Boca Raton, S. 13-32.

VINK, P. (2006):

Komfort und Design: Bestimmung der Einflussfaktoren.

In: WILKE, H.-J. (Hrsg.): *Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung.* Shaker, Aachen, S. 102-119.

VIRILIO, P. (2002):

Metempsychose des Passagiers. In: BARCK, K. et al. (Hrsg.):

*Aisthesis. Wahrnehmung heute oder Perspektiven einer anderen Ästhetik.*

Reclam, Leipzig, S. 83-96.

VITRA (Hrsg.) (1996):

Eames. Vitra.

Selbstverlag, Weil am Rhein.

VITRUVIUS POLLIO, M. (2004):

*De Architectura Libri Decem.* Zehn Bücher über Architektur.

Übersetzt und durch Anmerkungen und Zeichnungen erläutert von Dr. Franz Reber.

Matrix, Wiesbaden.

VON FOERSTER, H. (2002):

Wahrnehmen. In: BARCK, K. et al. (Hrsg.):

Aisthesis. Wahrnehmung heute oder Perspektiven einer anderen Ästhetik.  
Reclam, Leipzig, S. 434-443.

WAGENFELD, W. (1948):  
Wesen und Gestalt der Dinge um uns.  
Eduard Stichnote, Potsdam.

WANG, Y. & LAKES, R. (2002):  
Analytical parametric analysis of the contact problem of human buttocks and negative  
Poisson's ratio foam cushions.  
International Journal of Solids and Structures, 39 (18), S. 4825-4838.

WANNINGER, C. (2006):  
Ohne Ecken und Kanten. Interview mit Ross Lovegrove.  
Design Report 6/06.

WEBER, J. (2002):  
Das Urteil des Auges. Metamorphosen der Geometrie - eine der Grundlagen von Erkennen  
und Bewusstsein. Eine Weiterentwicklung der Gestaltpsychologie.  
Springer, Wien, New York.

WEINHANDL, F. (Hrsg.) (1978):  
Gestalthaftes Sehen. Ergebnisse und Aufgaben der Morphologie. Festschrift für Christian von  
Ehrenfels (2. Auflage).  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

WELLEK, A. (1969):  
Ganzheitspsychologie und Strukturtheorie (2. Auflage). 12 Abhandlungen zur Psychologie  
und philosophischen Anthropologie.  
Francke, Bern.

WELSCH, W. (1990):  
Ästhetisches Denken.  
Reclam, Stuttgart.

WENSVEEN, S. & OVERBEEKE, K. (2001):  
Adapting through Behaviour: What My Alarm Clock Should Know, Do and Feel.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design.  
ASEAN Academic Press, London, S. 242-247.

WENSVEEN, S., OVERBEEKE, C.J. & DJAJADININGRAT, J. P. (2000):  
Touch me, hit me and I know how you feel. A design approach to emotionally rich  
interaction. Proceedings of DIS '00, Designing Interactive Systems.  
ACM, New York, S. 48-52.

WENSVEEN, S. (1999):  
Probing Experiences.  
Proceedings of the first international conference on design and emotion.  
Delft University of Technology, Delft, S. 23-29.

WERTHEIMER, M. (1967):  
Drei Abhandlungen zur Gestalttheorie.  
Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

- WHITFIELD, T. W. A. (2000):  
Beyond prototypicality: towards a Categorical-Motivation model of aesthetics.  
Empirical Studies of the Arts, 18, S. 1-11.
- WHITFIELD, T. W. A., & SLATTER, P. E. (1979):  
The effects of categorization and prototypicality on aesthetic choice in a furniture selection task.  
British Journal of Psychology, 70, S. 65-75.
- WILKE, H.-J., NEEF, P., CAIMI, M., HOOGLAND, T. & CLAES, L. E. (1999):  
New in vivo measurements of pressures in the intervertebral disc in daily life.  
Spine 24(8), S. 755-762.
- WILKE, H.-J. (Hrsg.) (2004):  
Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung.  
Shaker, Aachen.
- WILKE, H.-J. (2004, II):  
Möglichkeiten zur Bestimmung der Wirbelsäulenbelastungen und Konsequenzen für die Empfehlungen für das Sitzen. In: WILKE, H. J. (Hrsg.): Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung.  
Shaker, Aachen, S. 78-103.
- WILKE, H.-J. (Hrsg.) (2006):  
Ergomechanics. Interdisziplinärer Kongress Wirbelsäulenforschung.  
Shaker, Aachen.
- WILSON, E. O. (1929/2006):  
Naturalist.  
Island Press, Washington.
- WILSON, E. O. (1999):  
Des Lebens ganze Fülle.  
Claassen, München.
- WINDEL, A. & FERREIRA, Y. (2004):  
Steh-Sitzdynamik. In: Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen.  
Gentner, Stuttgart.
- WINKEL, J. & JORGENSEN, K. (1986):  
Evaluation of foot swelling and lower limb temperatures in relation to legactivity during long-term seated office work.  
Ergonomics 29 (2), S. 313-328.
- WIRTH, G. (1993):  
Diodor und das Ende des Hellenismus.  
Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien.
- WITTIG, T. (2000):  
Der Einfluss von Sitz- und Sitz-Stehkonzepten im Büro auf die muskuloskeletale Belastungs- und Beanspruchungssituation.  
Dissertation an der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik der Universität Stuttgart.
- WU, T.-Y. (2001):  
Product as a Catalyzer Towards Pleasurable Living.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):

Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design.  
ASEAN Academic Press, London, S. 207-213.

YAP, B. L. (2001):

Basic Instinct: A Heuristic Method for Pleasure-Based Human Factors Design.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design.  
ASEAN Academic Press, London, S. 156-163.

YEO, A., BARBOUR, R. & APPERLEY, M. (1998):

Cultural Influence in Usability Assessment.  
In: HANSON (Hrsg.): Contemporary Ergonomics 1998.  
Taylor & Francis, London, S. 274-278.

YUN, M.-H., HAN, S.-H., HONG, S.-W., and KIM, J.-S. (2003):

Incorporating user satisfaction into the look-and-feel of mobile phone design.  
Ergonomics 46 (13/14), S. 1324-1440.

ZEC, P. (1997):

German Design Standards.  
Du Mont, Köln.

ZEGLIN BRAND, P. (1998):

Disinterestedness and Political Art. In: KORSMEYER, C. (Hrsg.): Aesthetics: The Big Questions.  
Blackwell Publishers, Oxford, S. 155-171.

ZENTNER, M. (2002):

Alles bleibt anders.  
Design Report 10/2002.

ZHANG, L., HELANDER, M. G., & DRURY, C. G. (1996):

Identifying factors of comfort and discomfort in sitting.  
Human Factors 38, S. 377-389.

ZÜLCH, G. & KIPARSKI, R. (1999):

Messen, Beurteilen und Gestalten von Arbeitsbedingungen: Handbuch für die betriebliche  
Praxis zur Umsetzung ergonomischer Erkenntnisse (2. Auflage).  
Haefner, Heidelberg.

ZUO, H. et al. (2001):

An Investigation into the Sensory Properties of Materials.  
In: HELANDER, M. G., KHALID, H. M. & THAM, M. P. (Hrsg.):  
Proceedings of International Conference on Affective Human Factors Design.  
ASEAN Academic Press, London, S. 500-506.

DIN 4551 (1975)

Bürodrehstühle und Bürodrehsessel - Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung.

DIN 4551 (1988)

Bürodrehstühle und Bürodrehsessel - Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung.

DIN 68877 (1981)

Arbeitsdrehstuhl – Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung

DIN 33402 (2005)

Körpermaße des Menschen – Entwurf.

DIN ISO 5970 (1981)

Stühle und Tische für Bildungseinrichtungen -Funktionsmaße..

prEN 1729-1 (1998)

Stühle und Tische für Bildungseinrichtungen -Funktionsmaße. Entwurf.



## 10. Kontaktanschrift

**Christian M. Knoll**

Dipl.-Ing. Dipl.-Ing.-Designer

Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft  
Forschungs- und Innovationszentrum  
Innenraum und Fahrerarbeitsplatz  
Knorrstraße 147

80788 München

+49 (89) 382-17508

Christian.M.Knoll@bmw.de | cknoll@t-online.de

