

Ergonomische Untersuchung von 12 Objektstühlen

G. Wotzka, W. Hünting, R. Schärer, E. Grandjean

Aus dem Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der Eidg. Technischen Hochschule, Zurich (Direktor: Prof. Dr. med. E. Grandjean)

Artikel eingegangen am 19. November 1971

Zusammenfassung

Mit 50 Versuchspersonen beiderlei Geschlechtes wurden 12 Objektstühle durch Paarvergleiche und durch eine Fragebogen-Erhebung untersucht.

Aus den signifikant ausgefallenen Paarvergleichen ließ sich eine Rangordnung der 12 Stühle nach dem Maßstab der Bequemlichkeit aufstellen.

Aus den Ergebnissen der Fragebogen-Erhebung ließen sich für die 12 Sitze sowohl besondere Vorteile als auch auffallende Nachteile für einzelne Körperteile nachweisen. Die Gegenüberstellung der Antworten der Versuchspersonen und der besondern Formmerkmale der geprüften Stühle ergab Anhaltspunkte für Vorschläge zur Gestaltung von Objektstühlen.

Im Jahre 1966 veröffentlichten Shackel, Chidsey und Shipley [1] eine vergleichende Untersuchung einer Anzahl Stühle, wie sie gewöhnlich an Eßtischen, aber auch zur Arbeit verwendet werden. Diese für aufrechtes Sitzen gedachten Stühle haben meist eine Sitzhöhe zwischen 40 und 45 cm und eine Rückenlehne, die 10° bis 15° gegen die Senkrechte geneigt ist. Die Oberkante der Rückenlehne liegt zwischen 70 und 100 cm über dem Fußboden. Stühle dieser Art werden in der Branchensprache als Objektstühle bezeichnet.

Die Autoren stellten unter anderem fest, daß, bei äußerlich ähnlichen Abmessungen dieser Stühle, die Profilierung beim Benutzer einen bedeutenden Einfluß auf die Empfindung von Bequemlichkeit oder Unbequemlichkeit hat. Sie stellten auch fest, daß es Sachverständigen sehr schwer fällt, ein für eine größere Benutzergruppe zutreffendes Werturteil über einen Sitz abzugeben. Die Autoren schlugen vor, auf jeden Fall Versuchspersonen heranzuziehen, wenn über Sitze geurteilt wird.

In der vorliegenden Untersuchung ging es um die Frage nach der Bequemlichkeit von handelsüblichen Objektstühlen in Abhängigkeit des Profils.

Nach unserer Meinung darf ein Sitz keine unnatürlichen Haltungen und möglichst wenig Unbequemlichkeit und Schmerzen verursachen.

Methoden

Der *Versuchsplan* war darauf angelegt, das Urteil von Versuchspersonen über die angebotenen Sitze zu ermitteln.

Wir entschlossen uns, zwei Methoden zu benutzen, die bei früheren Untersuchungen [2] zu brauchbaren Ergebnissen geführt hatten:

- a) Paarweise Vergleiche jedes Sitzes mit jedem anderen;
- b) Ermittlung des Komfortgefühls an den verschiedenen Körperstellen mittels eines einfachen Fragebogens.

Die untersuchten Stühle: Von sechs Herstellerfirmen wurden uns zehn Kunststoffsitze, die teilweise im Handel, teilweise noch als Prototypen vorliegen, zur Verfügung gestellt. Mit in die Untersuchung einbezogen wurden zwei Prototypen, die nach zwei von uns gelieferten Gipsformen in Polyester hergestellt worden waren. Die untersuchten Sitze sind numeriert in den *Abb. 1 bis 4* im Schnitt und photographisch dargestellt.

Einer davon, Sitz Nr. 6, entspricht dem früher von uns entwickelten Hörsaalsitz [2]. Sitz Nr. 5 ist eine wenig abweichende Variante von Nr. 6.

Von den untersuchten Sitzen bestanden Nr. 1, 8, 11 aus Weichplastik, Nr. 9 aus Preßharz und Nr. 3 aus Preßholz. Die übrigen Sitze waren aus glasfaserverstärktem Polyesterharz gefertigt. Bei den Sitzen Nr. 4 und Nr. 7 waren nur die Sitzflächen, bei Sitz Nr. 2 Sitzfläche und Rückenlehne gepolstert.

Aufgrund der verschiedenen Materialien und Formen ergaben sich für die einzelnen Sitze unterschiedliche Federungseigenschaften. Die 12 Sitze lassen sich, je nach ihrer Art, den Rücken zu stützen, in drei Gruppen einteilen:

Typ I: Sitze Nr. 3, 5, 6, 9

Diese Gruppe ist gekennzeichnet durch Sitze, deren Rückenlehne im unteren Teil so ausgebildet ist, daß sie eine besondere Stütz-

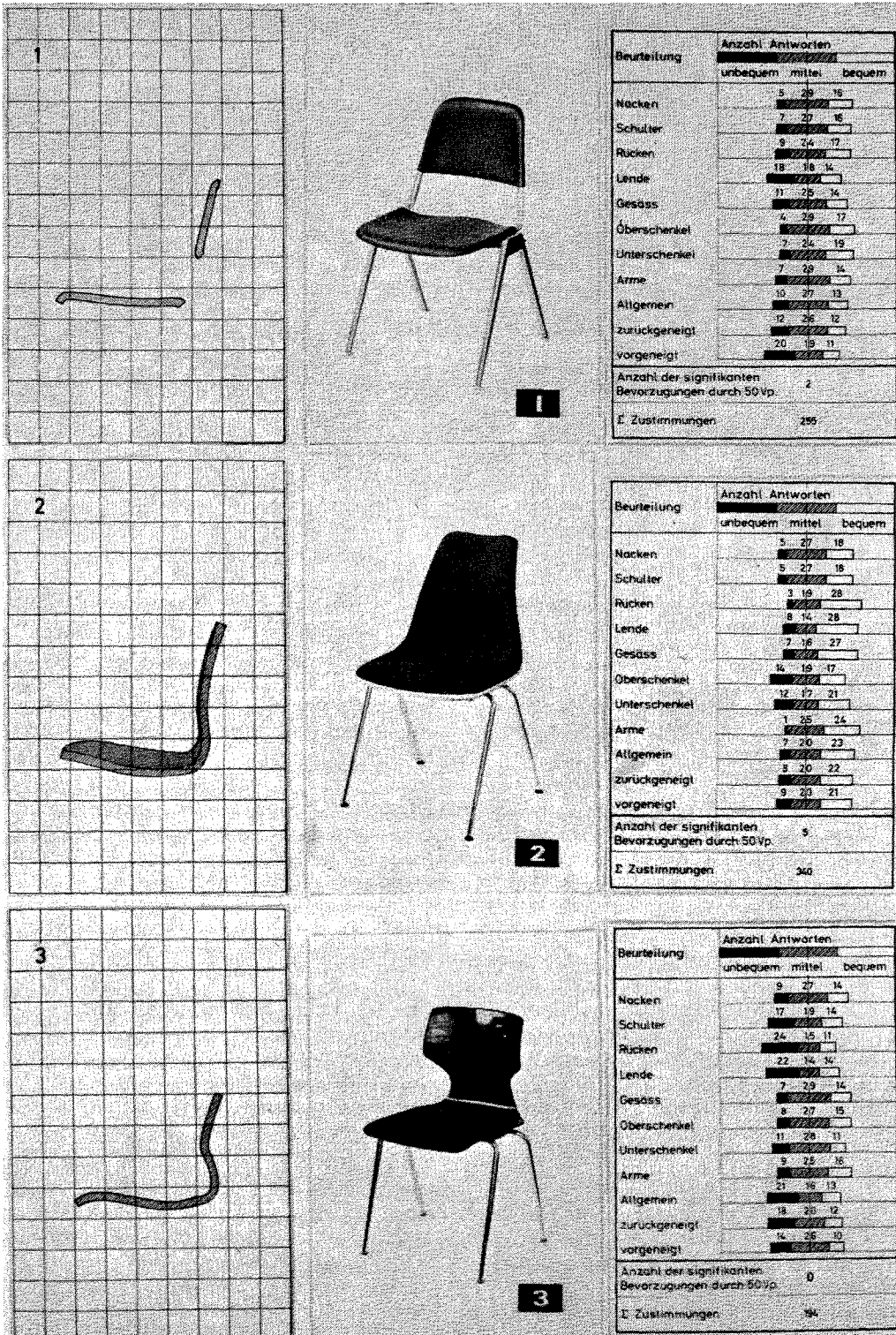


Abb. 1 Die 12 geprüften Sitze. Links: Längsschnittprofil. Mitte: Abbildung; Rechts: Verteilung der Antworten der 50 Versuchspersonen; darunter die Ergebnisse der Paarvergleiche.

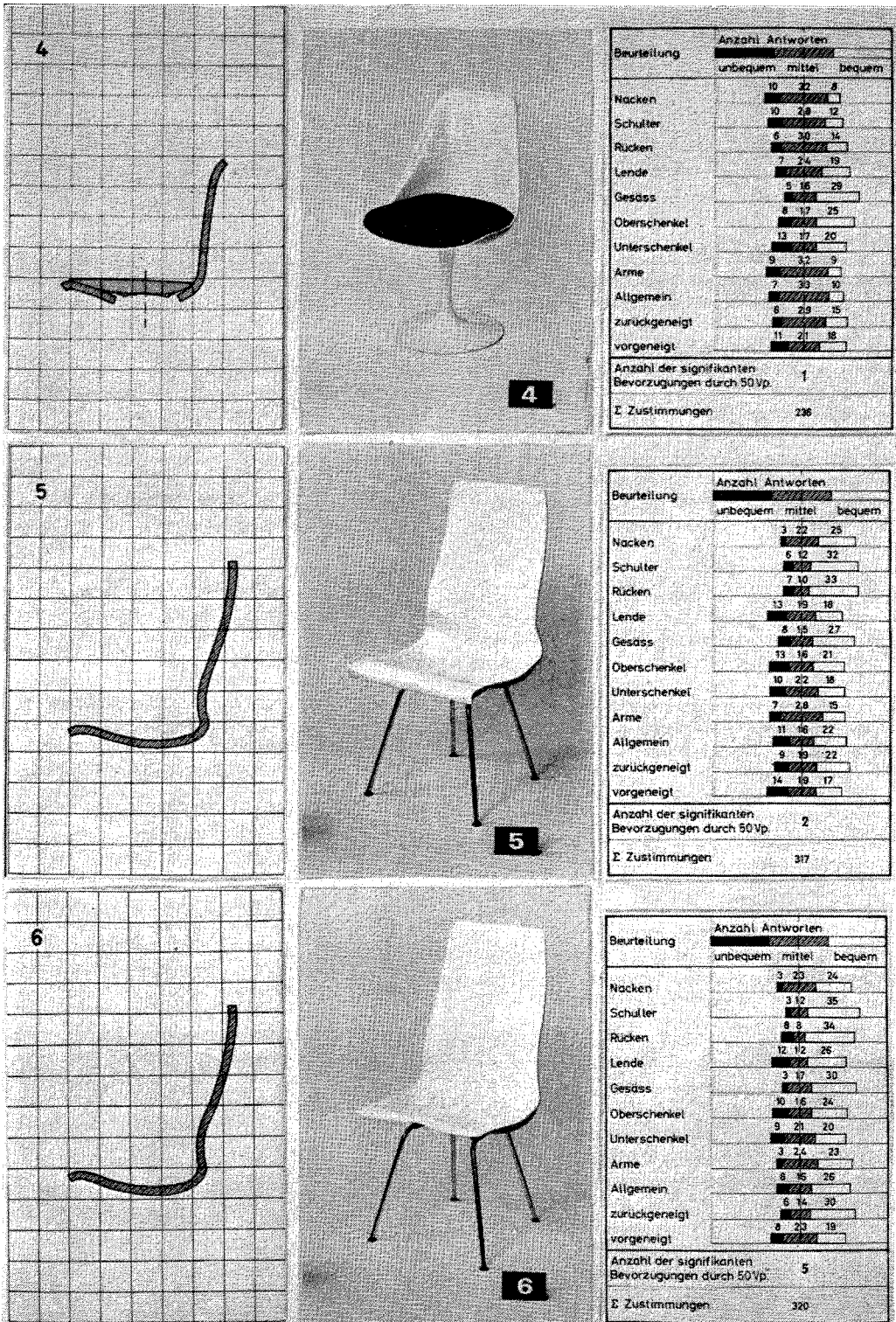


Abb. 2 Die 12 geprüften Sitze. Links: Längsschnittprofil. Mitte: Abbildung; Rechts: Verteilung der Antworten der 50 Versuchspersonen; darunter die Ergebnisse der Paarvergleiche.

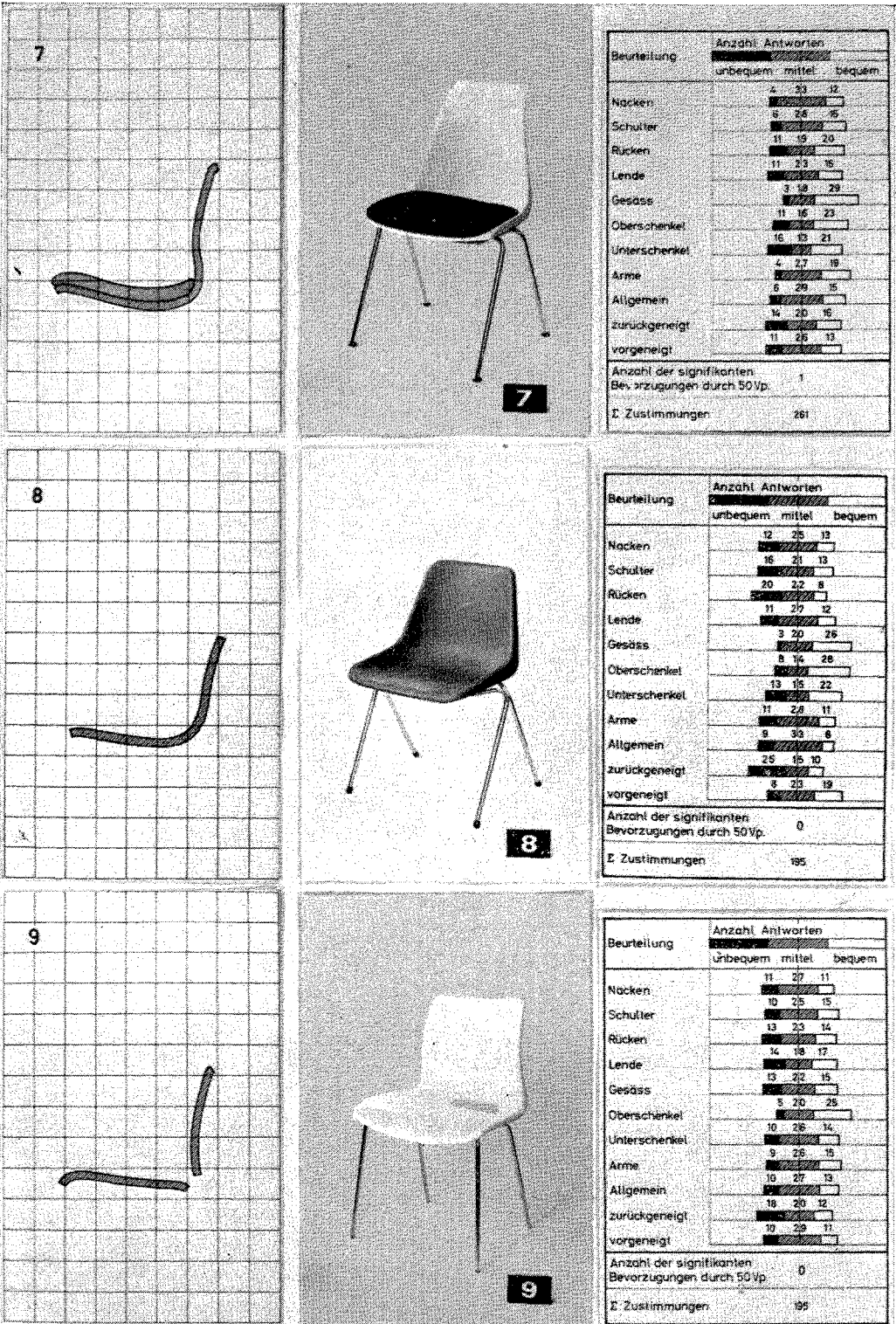


Abb. 3 Die 12 geprüften Sitze. Links: Längsschnittprofil. Mitte: Abbildung; Rechts: Verteilung der Antworten der 50 Versuchspersonen; darunter die Ergebnisse der Paarvergleiche.

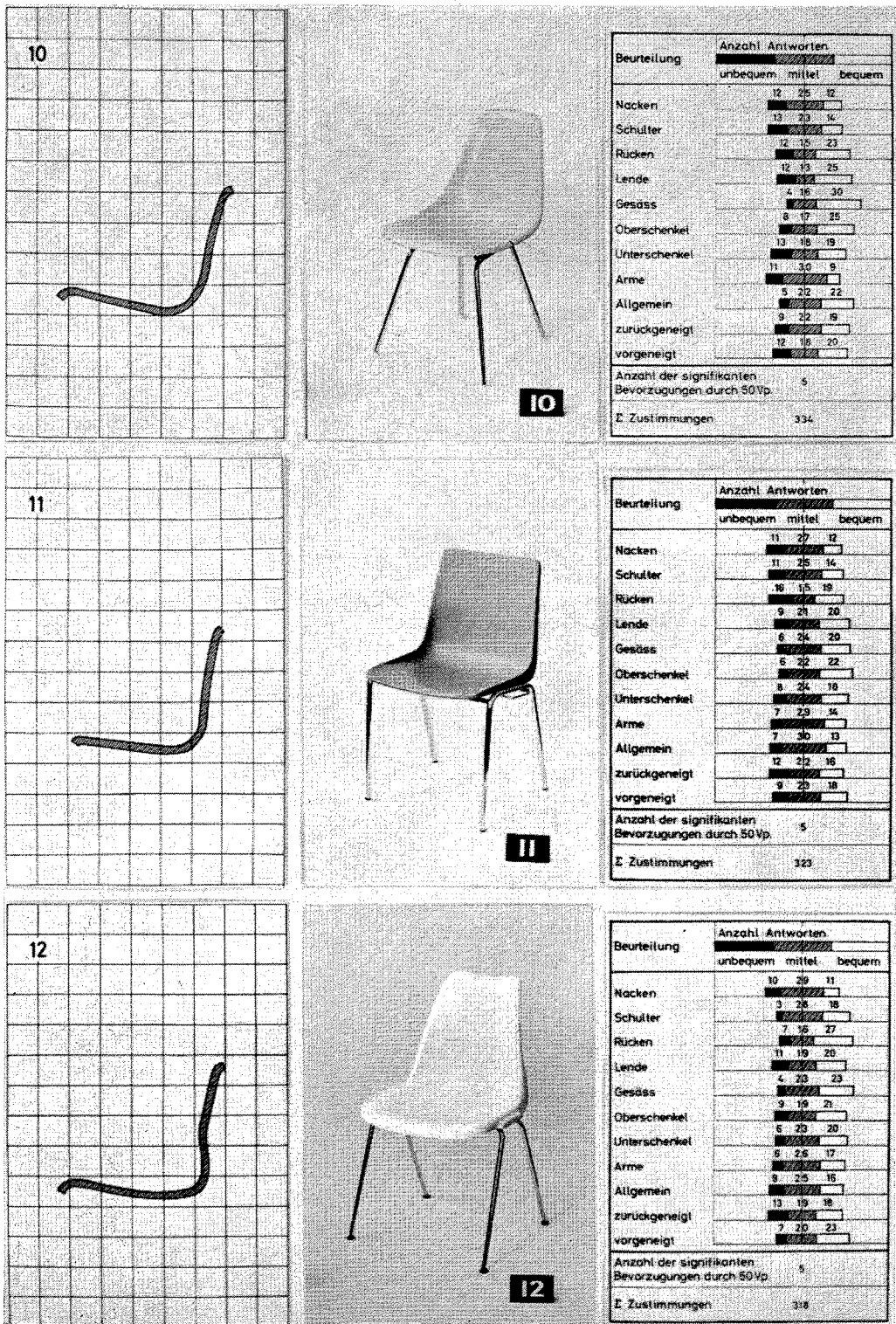


Abb. 4 Die 12 geprüften Sitze. Links: Längsschnittprofil. Mitte: Abbildung; Rechts: Verteilung der Antworten der 50 Versuchspersonen; darunter die Ergebnisse der Paarvergleiche.

wirkung von Kreuz und Lendenwirbelsäule ausüben kann.

Typ II: Sitze Nr. 1, 2, 7, 12

Diese Gruppe umfaßt Sitze mit geringer Lendenstütze.

Typ III: Sitze Nr. 4, 8, 10, 11

In dieser Gruppe finden sich Sitze ohne Lendenstütze oder mit so steiler Rückenlehne, daß sie eher ein Sitzen mit zusammengesunkenem Oberkörper begünstigen.

Versuchspersonen: Als Versuchspersonen (Vp) standen uns 25 Studentinnen und 25 Studenten zur Verfügung. Sie meldeten sich freiwillig und wurden für die Versuche bezahlt. Das Durchschnittsalter betrug 23 Jahre (Frauen 22,3; Männer 23,7). Die Körperlänge wurde bei Männern mit Schuhen, bei Frauen ohne Schuhe gemessen. Bei den Durchschnittsgrößen der Männer wurden nachträglich 1,5 cm für die Schuhsohlen abgezogen.

Tab. 1 Körperlängen der Versuchspersonen (25 Männer und 25 Frauen) – d = Durchschnittswerte s = Standardabweichung e = Extrembereich.

		Körperlängen cm
Frauen	d	166,5
	s	5,18
	e	158–176
Männer	d	177,9
	s	6,29
	e	168–193

Die Körperlängen der Vp. sind in Tab. 1 aufgeführt.

A. Paarvergleiche

Versuchsordnung: Die Vp. kamen einzeln zu den Sitzversuchen. Die Stühle standen für

die Vp. unsichtbar hinter einer spanischen Wand. Der Vp. wurden nun kurz hintereinander je zwei zu vergleichende Sitze von hinten untergeschoben; sie wurde gebeten, die Sitze nicht zu betrachten. Die Reihenfolge der zu vergleichenden Sitze war nach den Gesetzen der Zufälligkeit angeordnet.

In 66 Paarvergleichen wurde jeder Stuhl mit jedem verglichen und nach dem Kriterium «bequemer» oder «unbequemer» beurteilt. Da jede der 50 Vp. die 66 Paarvergleiche ausführte, konnten insgesamt 3300 Wahlergebnisse verwertet werden.

Die Wahlergebnisse wurden direkt auf Formulare für die Sequentialanalyse eingetragen, so daß nach Beendigung der Versuche das statistische Ergebnis unmittelbar abgelesen werden konnte.

Ergebnisse

Bei 31 der 66 Vergleiche wurde ein Sitz in signifikanter Weise vor dem anderen bevorzugt. Bei den übrigen Vergleichen kam keine signifikante Entscheidung zustande.

Bevorzugung und Ablehnung durch die Gruppe der 50 Vp. verteilten sich auf die 12 Sitze, wie in Tab. 2 dargestellt ist. Dabei wurde für jeden Sitz eine Punktbewertung verwendet, welche die Zahl der signifikanten Bevorzungen abzüglich der signifikanten Ablehnungen berücksichtigte.

Tab. 2 Die Häufigkeit der signifikanten Bevorzungen und Ablehnungen im Paarvergleich.

Sitz Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anzahl Bevorzungen	2	5	0	1	2	5	1	0	0	5	5	5
Anzahl Ablehnungen	3	0	7	4	0	0	3	6	8	0	0	0
Punktbewertung (Bevorzugung minus Ablehnung)	-1	5	-7	-3	2	5	-2	-6	-8	5	5	5

Die Punktbewertung der letzten Zeile von Tab. 2 zeigt eine Spitzengruppe mit den Stühlen Nr. 2, 6, 10, 11, 12. Die übrigen lassen sich nach ihrer Punktzahl in folgende Rangfolge bringen: Nr. 5, 1, 7, 4, 8, 3, 9.

Um feiner differenzieren zu können, wurden die Stühle nach der Qualität des «Verlierers» im Paarvergleich eingeteilt. Wir gingen dabei von der Überlegung aus, daß ein Stuhl um so besser ist, je besser der Partner war, gegen den er beim Vergleich gewonnen hat. Diese Analyse führte zu folgender Gruppierung:

Gruppe	Sitze Nr.
I	2, 6, 11
II	10, 12
III	5
IV	1
V	4, 7
VI	3, 8, 9

Kombinieren wir diese differenzierte Gruppierung mit den Ergebnissen der Tab. 2, so kommen wir zur Rangordnung, die in Tab. 3 aufgeführt ist.

Tab. 3 Rangordnung der 12 im Paarvergleich geprüften Stühle.

Rang	2,5	4,5	6	7	8	9	10	11	12
Sitze Nr.	2	10	5	1	7	4	8	3	9
	6	12							
	11								

B. Fragebogen-Erhebung

Versuchsanordnung: Die gleichen Vp. wurden an einem andern Tage zu einer zweiten Sitzung bestellt. Sie saßen je 5 Minuten auf jedem der 12 Versuchsstühle an einem 74 cm hohen Tisch. Die Reihenfolge der Stühle war nach dem Los zufällig ausgewählt. Die Vp.

hatten für jeden Sitz einen Fragebogen auszufüllen, der mit der Aufforderung begann: «Bitte beurteilen Sie das Komfortgefühl an den bezeichneten Körperstellen.»

Darauf folgten die Körperstellen in der Reihenfolge, die in den Abb. 1 bis 4 abzulesen ist. Dazu kamen die Fragen:

«Wie empfinden Sie den Sitzplatz, wenn Sie sich nach hinten lehnen?» und «Wie empfinden Sie den Sitzplatz bei vorgeneigtem Sitzen?»

Bei jeder Frage konnten die Vp. ein Feld für die Feststellung «bequem», «mittel» oder «unbequem» ankreuzen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Fragebogen-Erhebung sind in den Abb. 1 bis 4 dargestellt.

Zur leichteren Übersicht berechneten wir für jeden Stuhl aus allen Fragebogen-Antworten einen durchschnittlichen Wert für das Urteil «bequem» und einen für das Urteil «unbequem». Der Anteil der Urteile «bequem» an der Gesamtheit der Extrembewertungen

Tab. 4 Beurteilungen der Körperteile und Anteile der Angaben «bequem» bezogen auf die Summe der Angaben «unbequem» + «bequem».

Die senkrechten Linien verbinden die nicht signifikant verschiedenen Sitze (Chi²-Test).

I Sitz Nr.	II unbequem	III bequem	IV III : II + III %
6	6,4	27,0	81
2	6,9	22,6	77
5	8,4	23,6	74
12	7,0	19,6	74
7	8,3	19,5	70
4	8,5	17,0	67
1	8,5	15,8	65
10	10,6	19,6	65
11	9,3	17,4	65
9	10,6	15,8	60
8	11,8	16,6	59
3	13,4	13,6	50

scheint uns ein Maß für die Brauchbarkeit eines Stuhles. Diese Ergebnisse sind in der Tab. 4 und 5 angegeben.

Tab. 5 Beurteilungen «allgemein», «vorgeneigt» und «zurückgeneigt». Übrige Legende wie Tab. 4.

I Sitz Nr.	II unbequem	III bequem	IV III : II + III %
6	7,3	25	77
2	8	22	73
10	8,7	20,3	70
12	9,7	19	66
5	11,3	20,3	64
4	8	14,3	64
11	9,3	15,7	63
7	10,3	14,7	59
9	12,7	12	49
8	14	12,3	47
1	14	12	46
3	17,7	11,7	40

Aus Tab. 4 geht hervor, daß nur die Sitze Nr. 6 und 2 an allen Körperteilen signifikant bequemer beurteilt wurden als der Sitz Nr. 3.

Tab. 6 Verteilung der Antworten «bequem» und «unbequem» auf die Frage «Bitte beurteilen Sie das Komfortgefühl in der Lendengegend». Übrige Legende wie Tab. 4.

I Sitz Nr.	II unbequem	III bequem	IV III : II + III %
2	8	28	78
4	7	19	73
6	12	26	69
11	9	20	69
10	12	25	68
12	11	20	65
7	11	16	59
5	13	18	58
9	14	17	55
8	11	12	52
1	18	14	44
3	22	14	39

Aus Tab. 5 geht hervor, daß in der Gesamtbeurteilung die Sitze Nr. 6, 2, 10 und 12 signifikant besser geschätzt wurden als die 4 bzw. 3 letzten Sitze der Rangreihe.

Die Ergebnisse für das wichtigste Kriterium «Lende» sind in Tab. 6 zusammengestellt.

Der gepolsterte Stuhl Nr. 2 bekam eine sehr gute Beurteilung, die Sitze Nr. 1 und 3 dagegen eine schlechte. Die Sitze Nr. 1 und 3 waren gekennzeichnet durch ausgeprägte Druckstellen in der Gegend der Lendenwirbelsäule. Die Ergebnisse legen den Schluß nahe, daß örtlich limitierte Druckstellen in der Lendengegend sehr unbeliebt sind.

In Tab. 7 sind die Ergebnisse für das Kriterium «Rücken» dargestellt.

Tab. 7 Verteilung der Antworten «bequem» und «unbequem» auf die Frage nach dem Rücken (zwischen Lende und Schulter).

Übrige Legende wie Tab. 4.

I Sitz Nr.	II unbequem	III bequem	IV III : II + III %	V Höhe der Rückenlehne über Boden cm
2	3	28	90	87
5	7	33	83	100
6	8	34	81	100
12	7	27	80	85
4	6	14	70	80
1	9	17	66	81
10	12	23	66	79
7	11	20	65	84
11	16	19	54	80
9	13	14	52	78
3	24	11	31	78
8	20	8	29	74

Hier ergaben sich häufiger als bei den anderen Fragen signifikante Unterschiede. Niedrige Rückenlehnen wurden deutlich abgelehnt. Die beste Beurteilung kam der gepolsterten Lehne und den höchsten Lehnen zu. Jedoch scheinen auch Einflüsse der Rücken-

lehnenform wirksam gewesen zu sein, weil die relativ hohen Lehnen von Nr. 7 und 11 tief unten in der Bewertung standen. Diese beiden Stühle haben in der Rückengegend einen geringen Neigungswinkel.

Aus dieser Analyse ergibt sich, daß die Oberkante der Rückenlehne mindestens 85 cm über dem Boden sein sollte.

Die Analyse der übrigen Beurteilungen des Komfortempfindens an einzelnen Körperstellen läßt sich wie folgt zusammenfassen:

- Den höchsten Sitzkomfort am Gesäß vermittelten die Stühle Nr. 6, 7 und 8. Diese drei Sitze haben die ausgeprägtesten Ausmuldungen für das Gesäß. Dagegen wurden flache Sitzflächen schlecht beurteilt.
- Bei vorgeneigtem Sitzen und bei zurückgeneigtem Sitzen befanden sich die Stühle Nr. 2 und 6 je in den ersten drei Rängen. Diese Stühle sind somit für beide Sitzhaltungen gleich gut geeignet.
- Die Nackenhaltung wurde bei den Stühlen Nr. 5 und 6 als bequemer beurteilt als bei allen andern Stühlen. Diese beiden Stühle besitzen eine relativ hohe Rückenlehne.

Diskussion

Zunächst muß gesagt werden, daß die untersuchten Sitze eine positive Auswahl darstellen. Bei den schlechtesten Bewertungen hielten sich meist die Urteile «bequem» und «unbequem» die Waage. Wir hatten also nach dem Urteil der Vp. gar keinen ausgesprochen unbequemen Sitz in der untersuchten Gruppe. Wir finden aber zwei Stühle, die sowohl nach den Ergebnissen der Paarvergleiche als auch nach denjenigen der Befragungen für die bequemsten angesehen wurden: Der gepolsterte Sitz Nr. 2 und der ungepolsterte Prototyp Nr. 6 sind bei allen Bewertungen unter den drei besten anzutreffen. Außerdem sind sie für vorgeneigtes und zurückgelehntes Sitzen gleich gut geeignet.

Worauf läßt sich nun die gute Beurteilung der Stühle Nr. 2 und 6 zurückführen?

In der Bewertung des Komfortgefühls an den einzelnen Körperstellen finden wir unter 8 Beurteilungen den Sitz Nr. 6 fünfmal und den Sitz Nr. 2 viermal unter den drei ersten Rängen. Wir dürfen also annehmen, daß die beiden Stühle kaum Konstruktionsmerkmale haben, die an einem Körperteil besonders stören.

Ein brauchbarer Sitz soll einer natürlichen Körperhaltung förderlich sein. Wir möchten darunter vor allem eine aufrechte Sitzhaltung verstehen, bei der Brustkorb und Magen minimal eingeengt sind und der Kopf unter geringer Spannung der Schulter- und Nackenmuskulatur gehalten werden kann, was weitgehend auch mit den Auffassungen von *Schoberth* [4] übereinstimmt. Grade für Schulter und Nacken finden wir bei Sitz Nr. 6 und dem sehr ähnlichen Sitz Nr. 5 besonders günstige Ergebnisse. Die Bequemlichkeit von Nacken und Schulterhaltung ist ein wichtiger Hinweis auf die richtige Funktion einer Rückenlehne. Die Rückenform, das heißt die Form der Wirbelsäule, des sitzenden Menschen hängt einerseits von physiologischen Gegebenheiten allgemeiner und individueller Art und andererseits von der externen Stützung durch die Rückenlehne ab. Die Rückenlehne gibt der Wirbelsäule eine vorgegebene Form. Individuelle Haltungsabweichungen können sich nur noch im ungestützten Teil der Halswirbelsäule auswirken. Bekommen wir für diesen Teil günstige Antworten über das Komfortgefühl, so dürfen wir diese als Hinweis auf eine natürliche Haltung der ganzen Wirbelsäule werten.

Diese Betrachtungen geben zur Vermutung Anlaß, daß die Sitzhaltung, die Sitz Nr. 6 in typischer Weise ermöglicht, sowohl natürlich als auch bequem ist.

Einigermaßen erstaunt hat uns das relativ schlechte Abschneiden des Stuhls Nr. 5, dessen Längsschnittprofil sich nicht von Nr. 6

unterscheidet. Der Sitz Nr. 5 weicht gegenüber Nr. 6 in folgenden Punkten ab:

Die Gesäßmulde ist flacher gehalten. Die Lendenstütze hat einen Knick, der von der Profilmitte nach seitwärts oben verläuft. Die Schale ist aus Fertigungsgründen zufällig steifer ausgefallen. Tatsächlich wurden beim Sitz Nr. 5 die Merkmale Lende, Gesäß und Oberschenkel schlechter beurteilt als beim Sitz Nr. 6.

Von Stuhl Nr. 3 hatten wir ein günstigeres Ergebnis erwartet, da er ganz unseren Überlegungen über die Lendenstütze entspricht und eine sorgfältig geformte Sitzfläche hat. Er wurde jedoch unter den Kriterien Lende, Rücken und Schulter besonders unbequem empfunden. Die 11 männlichen Vp., die den Stuhl allgemein unbequem nannten, hatten eine Durchschnittsgröße von 181 cm. Dies läßt vermuten, daß die Rückenlehne zu niedrig ist und wegen eines zu geringen Abrundungsradius einschneidet. 10 Frauen finden den Sitz unbequem; ihre Durchschnittsgröße mit 166,9 cm hob sich nicht vom Gesamtdurchschnitt ab. Sie wurden vermutlich durch den ausgeprägten Knick der Lendenstütze gestört.

Wie wir bereits bei Sitz Nr. 5 sahen, können solche unauffälligen Formelemente die Gesamtbeurteilung erheblich beeinflussen. Gerade die Lendengegend scheint besonders empfindlich auf örtlich limitierten Druck zu sein. Wir können uns vorstellen, daß ein geringer Fehler bei der Gestaltung der Lenden- und Kreuzstütze zu besonders starker Ablehnung führen kann; dies um so mehr, da Stühle mit ausgeprägten Kreuz- und Lendenstützen eher ein Novum darstellen und ein ungewohntes «Sitzgefühl» bewirken. Die beim Sitz Nr. 3 eingenommene Haltung des Oberkörpers scheint den orthopädischen und sitzpädagogischen Absichten des Herstellers zu entsprechen. Die Nachteile müssen auf einige unzweckmäßige Formelemente zurückgeführt werden.

Empfehlungen

Um Richtlinien für die ergonomische Gestaltung von Objektstühlen aus den vorliegenden Resultaten abzuleiten, ist es zweckmäßig, in systematischer Weise für jedes wichtige Kriterium die am besten und die am schlechtesten beurteilten Sitze genauer zu analysieren. In Tab. 8 haben wir einen solchen Versuch unternommen. Dabei ist zu beachten, daß die von uns angeführten Zusammenhänge zwischen der Beurteilung und gewissen Formmerkmalen nicht als erwiesen betrachtet werden können, sondern viel mehr als Annahmen, die teilweise auf Beobachtungen beruhen und teilweise einfach als evident in Erscheinung getreten sind.

Aus den Ergebnissen aller Untersuchungen und bei besonderer Berücksichtigung der in Tab. 8 aufgeführten Analyse können wir für die Gestaltung von Objektstühlen folgende Empfehlungen zusammenfassen:

Rückenlehne: Das Profil von Nr. 6 mit einer sanft gerundeten Lenden- bzw. Kreuzbeinstütze, die zwischen 7 und 20 cm über dem tiefsten Punkt der Sitzfläche wirksam ist und einen leicht konkaven Rückenteil aufweist, ist empfehlenswert. Die Höhe der Rückenlehne sollte mindestens 85 cm über dem Boden sein, sofern der höchste Punkt der Sitzfläche 43 cm nicht überschreitet.

Eine Polsterauflage ist bei Rückenlehnen mit Lendenstützen besonders günstig.

Sitzfläche: Eine sanftgemuldete Sitzfläche unter dem Gesäß, die vorne unter den Oberschenkeln flach gehalten ist und hinten nach oben ansteigt, ist im Hinblick auf die Doppelfunktion von Objektstühlen für vorgeneigtes und zurückgelehntes Sitzen besonders zu empfehlen.

Damit eine Rückenlehne mit Lendenstütze auch bei kleinen Personen wirksam werden kann, sollte die Tiefe der Sitzfläche (von der Lendenstütze bis zur Vorderkante) 43 cm nicht überschreiten. Tiefere Sitzflächen be-

Tab. 8 Analyse der besten bzw. schlechtesten Beurteilungen und Hinweise auf mögliche Zusammenhänge mit typischen Formmerkmalen der einzelnen Sitze.

Kriterium	Gut beurteilte Sitze Nr.	Formmerkmale	Schlecht beurteilte Sitze Nr.	Formmerkmale
1. Nacken	5, 6	Lendenstütze; konkave hohe und geneigte Rückenlehne	4, 9, 10, 12	hohe oder keine Lendenstütze; niedrige oder steile Rückenlehne
2. Schultern	6	wie unter 1.	3, 8	wie unter 1.
3. Rücken	2, 5, 6	gepolstert; wie unter 1.	3, 8	niedrige Rückenlehne
4. Lende	2, 4, 6	gepolstert; keine Lendenstütze oder geformt wie 1.	1, 3	Knick oder Kante bei der Lendenstütze
5. Gesäß	6, 7, 8	gemuldete Fläche und gepolstert	3, 1, 9	gerade Sitzfläche
6. Oberschenkel	9, 1, 11, 8	ebene Oberschenkel-Auflage	3, 5, 2	nach oben aufgeworfene Oberschenkel-Auflage
7. Zurückgeneigtes Sitzen	6	wie unter 1.	3, 9, 8	niedrige oder steile Rückenlehne
8. Vorgeneigtes Sitzen	12	hohe Lendenstütze und Aussparung für Gesäß	3, 1	Knick oder Kante bei Lendenstütze

wirken eine Verlagerung des Gesäßes nach vorne, wodurch der Rücken in der Kreuzbein- und Lendengegend nicht mehr gestützt wird. Die Breite der Sitzfläche sollte 40 cm betragen.

Sitzhöhe: Die Höhe der Sitzfläche über dem Boden hängt von der Profilierung ab. Eine nach vorne steigende Sitzfläche sollte am höchsten Punkt der Oberschenkelauflage eine Höhe von 43 cm aufweisen. Bei einer vorne steigenden Sitzfläche kann man die Oberschenkelauflagefläche mit einem kleinen Krümmungsradius abbrechen. Eine in der horizontalen Ebene flache Sitzfläche kann 45 bis 46 cm betragen. Bei einer solchen Sitzfläche muß die Sitzvorderkante mit einer geringen Krümmung nach vorne auslaufen (wie bei Sitz Nr. 9).

Polsterung und Material: Eine Polsterauflage von 2 bis 4 cm Schaumgummi auf dem ganzen Sitz ist zu empfehlen. Bei einem ergonomisch richtigen Sitzprofil wird durch die Pol-

sterung die Bequemlichkeit erheblich erhöht, was einerseits auf die breitere Verteilung von Druckstellen und andererseits auf die günstigere Gleitresistenz der Kontaktflächen zurückgeführt werden kann.

Das Überzugsmaterial soll luft- und dampfdurchlässig, gleitresistent und wärmeisolierend sein [3]. Um eine Feuchtigkeitsstauung auf dem Überzugsmaterial zu vermeiden, kann ein feuchtigkeitsabsorbierendes Material unter dem Überzug angewendet werden. Ferner wäre eine Perforation der Schale unter der Sitzfläche und hinter der Rückenlehne zu prüfen.

Eine gewisse Elastizität und Weichheit der ungepolsterten Sitzschalen ist erwünscht.

Individuelle Anpassung: Bei Objektstühlen, die mehreren Haltungen und Funktionen gerecht werden sollten, sind Kompromisse bei der Formgebung unvermeidlich. Aus dieser Betrachtung ergibt sich von selbst, daß ein Objektstuhl in einer gegebenen Situation

nie alle Bequemlichkeitswünsche befriedigen kann. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Körpergröße, die man durch die Bereitstellung von mehreren Sitzhöhen berücksichtigen könnte. Dieser Vorschlag dürfte vor allem für Wohnmöbel in Frage kommen. Für Versammlungslokale oder analoge Situationen mit unbekanntem Benutzerkollektiv wären gegebenenfalls niedrige Stühle vorteilhafter als hohe Stühle.

Literatur

[1] *Shackel B., Chidsey K.D., Chipley P.*: The assessment of chair comfort. *Sitting Posture*, ed. by E.

Grandjean, p. 155–192. Taylor and Francis London 1969.

[2] *Wotzka G., Grandjean E., Burandt U., Kretzschmar H. und Leonhard T.*: Untersuchungen zur Entwicklung eines Hörsaalsitzes. *Z. Präv. Med.* 14, 193–205 (1969).

[3] *Burandt U. und Grandjean E.*: Arbeitsphysiologische Untersuchungen von Bezugsmaterialien für flach gepolsterte Arbeitsstühle. *Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol.* 22, 167–180 (1966).

[4] *Schoberth H.*: Die Wirbelsäule von Schulkindern – Orthopädische Anforderungen an Schulsitze. *Sitting Posture*, p. 98–111. Taylor and Francis London 1969.

Adresse der Autoren:

Günther Wotzka, Wilhelm Hünting, Richard Schärer, Prof. Etienne Grandjean. Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETHZ, Clausiusstraße 25, 8006 Zürich