

Zeitschrift: Bauen + Wohnen = Construction + habitation = Building + home : internationale Zeitschrift

Herausgeber: Bauen + Wohnen

Band: 18 (1964)

Heft: 6: Junge finnische Architekten = Jeunes architectes finlandais = Young finish architects

Artikel: Die physiologische Gestaltung von Ruhesesseln = La formation physiologique de fauteuils de repos = The physiological design of easy-chairs

Autor: Grandjean, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-331961>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Aus dem Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich

Dir.: Prof. Dr. med. E. Grandjean

Prof. E. Grandjean und U. Burandt, Zürich

Die physiologische Gestaltung von Ruhesesseln

La formation physiologique de fauteuils de repos

The physiological design of easy-chairs

Systematische Untersuchungen der Sitzbequemlichkeit in Abhängigkeit verschiedenartiger Sitzprofile

Analyse systématique du confort du siège en dépendance de divers profils

Systematic analysis of seating comfort in relation to various seat shapes

1. Einleitung

Lay und Fisher¹ haben bereits vor dem 1. Weltkrieg auf Grund von Körper- und Gewichtsmessungen Vorschläge für Autositze ausgearbeitet. Ihr Sitz war gekennzeichnet durch einen Winkel Sitzfläche-Rückenlehne von 105,3°. Außerdem haben diese Autoren genaue Angaben über die Verteilung des Körpergewichts auf verschiedene Partien der Sitzfläche und der Rückenlehne gemacht. 1945 veröffentlichte Hooton² seine an der Harvarduniversität durchgeführten Untersuchungen über die Körpermaße von 3867 Personen, auf Grund deren er Vorschläge für die Konstruktion von Eisenbahnsitzen ausgearbeitet hat. Er schlug folgende Maße vor:

Sitztiefe	51 cm
Rückenlehnenhöhe	71 cm
Ellenbogenhöhe	21,6 cm
Hüftbreite	48 cm
Sitzhöhe	43 cm
Abstand zw. Armstützen	49 cm

Die Profilierung der Rückenlehne wurde von Akerblom³ besonders bearbeitet. Auf Grund anatomischer und orthopädischer Untersuchungen kam er zum Schluß, daß bei allen Arten von Sitzen der Rücken in der Lenden-gegend stärker gestützt werden sollte. Seine Sitze sind durch ausgeprägte Lendenbausche, durch geneigte Sitzflächen und durch verhältnismäßig niedrige Sitzhöhen von 38 bis 41 cm gekennzeichnet.

Lippert⁴ hat sich auf amerikanische Militärkörpermaße gestützt, um einen Flugzeugsitz für Passagiere und Piloten zu entwickeln. Im Gegensatz zu Akerblom kam er zu einer nach hinten ausgerundeten Rückenlehne, welche beim Sitzen einen leicht runden Rücken verursacht.

Neuerdings hat Keegan⁵ eine kritische Betrachtung verschiedenster Sitze publiziert. Er ging in erster Linie von medizinisch-orthopädischen Überlegungen aus und schloß sich weitgehend den Forderungen von Akerblom an. Sein Vorschlag für einen Ruhesitz weist unabhängig von der Polsterung folgende Maße auf:

Sitztiefe	41 cm
Sitzhöhe	41 cm
Neigung der Sitzfläche (hart)	5°
Winkel zw. Sitzfläche und Rückenlehne	105°

Unter einem neuen Gesichtspunkt bearbeiten zur Zeit Schneider und Lippert⁶ die Frage der Sitzhaltung. Sie schlagen eine Abstützung des Beckens am Steißbein durch eine Aufwinklung des hinteren Teiles der Sitzfläche vor. Dadurch soll der untere Teil des Rückens eine steilere und flachere Haltung aufweisen. Die Autoren glauben, daß eine solche Sitzhaltung für die Wirbelsäule und für die Rückenmuskulatur günstiger sei. Eigene Untersuchungen⁷ an Arbeitssitzen haben ergeben, daß diese Aufwinklung der Sitzfläche bei verhältnismäßig vielen Versuchspersonen (Vpn) zu unangenehmen, zum Teil sogar schmerzhaften Empfindungen führt.

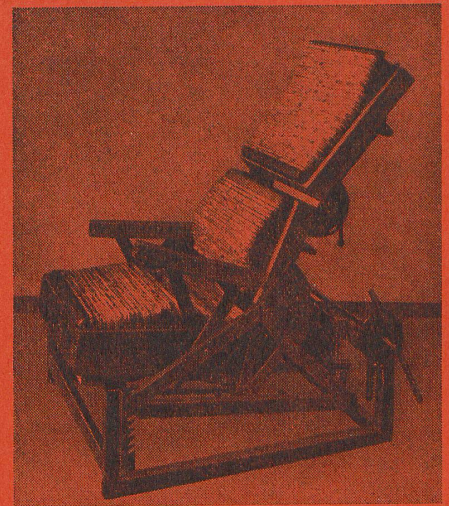
Die Durchsicht der Literatur zeigt, daß sich die Vorschläge für die Gestaltung von Sitzen entweder auf anthropometrische Maße stützen oder daß sie aus orthopädisch-medizinischen Überlegungen heraus entwickelt wurden. Es ist auffallend, daß dabei der Gesichtspunkt der Sitzbequemlichkeit wenig berücksichtigt und systematisch geprüft wurde. Nach unserer Auffassung sollten bei der Entwicklung eines Ruhesessels nicht anthropometrische und orthopädische Gesichtspunkte berücksichtigt werden, sondern vielmehr die subjektive Bequemlichkeit des Sitzenden. Wir glauben, daß ein Ruhesessel, der für gesunde Personen bequem ist, auch in orthopädischer Hinsicht richtig sein muß. Aus diesem Grunde haben wir die Bequemlichkeit einer größeren Zahl von Vpn in Abhängigkeit verschiedenartig gestalteter Sitzprofile untersucht. Wir erwarteten von den Ergebnissen Grundlagen zur Gestaltung eines physiologischen Profils für einen Ruhesessel, der den Benützern größtmögliche Bequemlichkeit und Entspannung bietet.

2. Allgemeiner Versuchsplan und Methoden

Um die oben erwähnten Ziele zu erreichen, haben wir einen vielfach verstellbaren Versuchssessel konstruiert, mit welchem verschiedene Sitzprofile eingestellt und an Vpn geprüft werden konnten.

2.1. Der Versuchssessel

Mit dem in Abbildung 1 dargestellten Versuchssessel* konnte die Rücken- und Sitzneigung sowie die Höhe der Armstützen und die Sitzhöhe stufenlos und beliebig eingestellt werden. Die Sitzfläche und die Rückenlehne setzten sich aus drei Rahmenelementen zusammen, in welche eine grö-



1 Der Versuchssessel ohne Polsterauflage.
Le fauteuil expérimental sans rembourrage.
The experimental seat without upholstery.

einer nahezu geraden und eines mit einer nach hinten leicht ausgerundeten Rückenlehne.

Die fünf untersuchten Profile sind in Abb. 2 dargestellt; ihre wichtigsten Konstruktionsmaße sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

In der Abb. 3 sind die erwähnten Konstruktionselemente skizziert und definiert.

In einer zweiten Versuchsserie prüften wir ein Profil VI, das sich aus den Resultaten der ersten Versuchsserie ergeben hatte. Dieses Profil und die wichtigsten dazugehörigen Maße sind in Abb. 4 dargestellt.

In einer dritten Versuchsserie wurde auf der Grundlage einer leichten Modifizierung des Profils VI eine Reihe von Varianten der wichtigsten Konstruktionselemente näher untersucht.

2.3. Die Untersuchungsmethoden

Während der Sitzversuche haben wir die Spontanbewegungen der Vpn nach der Methode von Grandjean, Jenni und Rhiner⁸ registriert und totalisiert. Gleichzeitig wurden die Druckverhältnisse auf der Sitzfläche gemessen. Dazu benutzten wir ein sechszelliges vulkanisiertes Kissen mit Schaumgummifüllung, das mit Manometern verbunden war.

Tab. 1: Konstruktionsmaße der fünf Profile

Konstruktionselement	Profil 1. Kl.	Profil 2. Kl.	Akerblom (Ak)	Lippert (Li)	Wegner (We)
Sitzhöhe (cm)	44	44	42,5	43	40
Armstützenhöhe** (cm)	27	23	24	23	25
Sitzneigung (°)	17	12	13	18	20
Rückenneigung (°)	95	95	100	95	105
Kopfstützenneigung (°)	165	162	157	166	168
Sitztiefe (cm)	48,5	44	44	47	50,5

** Gemessen vom tiefsten Punkt der Lamellenoberkante abzüglich 3 cm.

ßere Zahl von verstellbaren Holzlamellen eingespannt war. Diese Ausführung gestattete eine zusätzliche Profilierung von Rücken- und Sitzflächen. Über den ganzen Sitz wurde eine 6 cm starke Schaumgummi-auflage (Latexqualität: hart) sowie eine 1,5 cm starke wattierte Drellmatte gespannt.

2.2. Die geprüften Sitzprofile

In einer ersten Versuchsserie wählten wir einerseits drei Sitzprofile, welche gemäß den Forderungen von Akerblom mehr oder weniger stark ausgeprägte Lendenbausche aufwiesen, und andererseits ein Profil mit

* Der Versuchssessel wurde von der Schweiz. Industriegesellschaft Neuhausen am Rheinfall (Schweiz) hergestellt, der wir für die Unterstützung dieser Untersuchungen zu Dank verpflichtet sind.

¹ Lay, W. E., and L. C. Fisher: "Riding Comfort and Cushions". Soc. Automobile Eng. J. 47, 482 (1940).

² Hooton, E. A.: "A Survey in Seating". Heywood-Wakefield Cie, Gardner (Mass.), USA (1945).

³ Akerblom, B.: "Standing and Sitting Posture". Stockholm 1948.

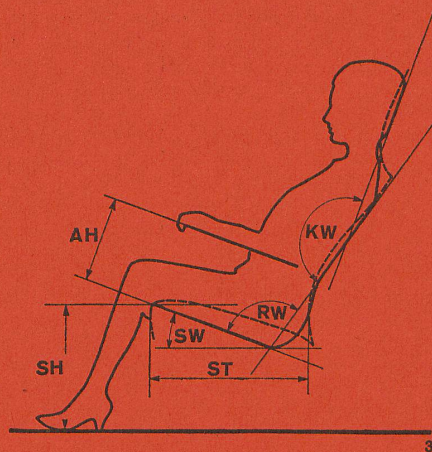
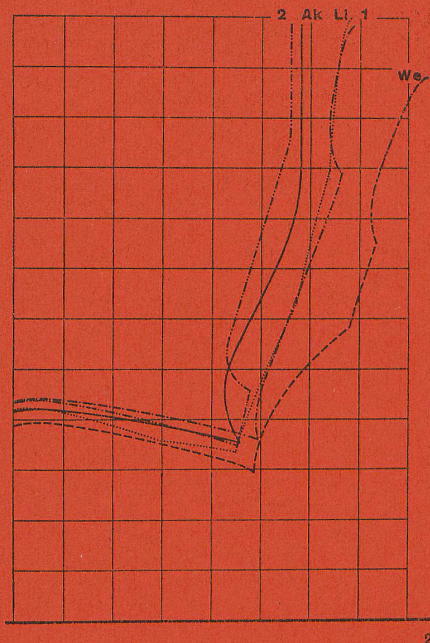
⁴ Lippert, S.: "Designing for Comfort in Aircraft Seats". Aeronaut. Eng. Rev. 9 (1950).

⁵ Keegan, J. J.: "Evaluation and Improvement of Seats". Industr. Med. Surg. 31, 137 (1962).

⁶ Schneider, H. J., und H. Lippert: »Das Sitzproblem in funktionell-anatomischer Sicht«. Med. Klin. 56, 1164 (1961).

⁷ Burandt, U., und E. Grandjean: »Die Wirkungen verschiedenartig profilierter Sitzflächen von Bürostühlen auf die Sitzhaltung«. Erscheint demnächst in Int. Z. angew. Physiol. (1964).

⁸ Grandjean, E., M. Jenni und A. Rhiner: »Eine indirekte Methode zur Erfassung des Komfortgefühls beim Sitzen«. Int. Z. angew. Physiol. 18, 101-106 (1960).



- 2
Die fünf geprüften Sesselprofile.
We = Profil AP 19 nach H. J. Wagner, Kopenhagen
1 = Profil SBB-Stuhl 1. Klasse
Li = Profil nach Lippert (4)
Ak = Profil nach Akerblom (3)
2 = Profil SBB-Stuhl 2. Klasse
- Les cinq profils de fauteuil expérimentés.
We = Profil AP 19 d'après H. J. Wagner, Copenhague
1 = Profil CFF-siège 1. classe
Li = Profil d'après Lippert (4)
Ak = Profil d'après Akerblom (3)
2 = Profil CFF-siège 2. classe

- The five profiles of the tested seats.
We = Profil AP 19 according to H. J. Wagner, Copenhagen
1 = Profile SBB chair 1st Class
Li = Profile according to Lippert (4)
Ak = Profile according to Akerblom (3)
2 = Profile SSB chair 2nd Class

- 3
Die untersuchten Konstruktionselemente.
SH = Sitzhöhe
AH = Armstützenhöhe
SW = Sitzneigungswinkel
RW = Rückenneigungswinkel
KW = Kopfstützenneigungswinkel
ST = Sitztiefe

- Les éléments de construction examinés.
SH = hauteur de siège
AH = hauteur des appuie-bras
SW = angle d'inclinaison du siège
RW = angle d'inclinaison du dossier
KW = angle d'inclinaison de l'appuie-tête
ST = profondeur du siège

- The tested construction elements.
SH = height of seat
AH = height of arm rest
SW = angle of inclination of seat
RW = angle of inclination of back
KW = angle of inclination of head rest
ST = depth of seat

4 Profil VI.

Das geprüfte Profil VI der 2. Versuchsreihe, das sich aus den Resultaten der 1. Serie ergeben hatte. Die dick ausgezogene Linie entspricht der harten Unterlage, während der Punktraster die aufgeschnürte Polsterung darstellt.

Profil VI.

Le profil VI de la 2ème série d'essai examiné dont les résultats ont été probants lors de la 1ère série d'essai. La ligne épaisse tracée répond à la base dure tandis que le matelassage correspond au laçage du rembourrage.

Profile VI.

The tested Profile VI of the 2nd test series, emerging from the results of the 1st series. The solid line corresponds to the hard base, while the dots indicate the lacing of the upholstery.

Die Versuchsanordnung ist aus Abb. 5 ersichtlich. Die Druckwerte an den sechs Manometern wurden in regelmäßigen Abständen von sechs Minuten abgelesen.

Vor und nach den Sitzversuchen mußten die Versuchspersonen (Vpn) einen Fragebogen beantworten, der eine Reihe von Fragen bezüglich des Müdigkeitsgefühls, der Empfindungen an bestimmten Körperteilen und der Beurteilung einzelner Konstruktionselemente umfaßte.

2.4. Die Anordnung der Versuche

In der ersten Versuchsserie wurden 10 Männer im Alter zwischen 25 und 65 Jahren eingesetzt. Der Kleinste war 166 cm, der Größte 180 cm groß; die durchschnittliche Größe betrug 173 cm.

Jeder Versuch umfaßte zwei Sitzungen von 75 Minuten: In der ersten hatten die Vpn einen Kriminalroman zu lesen. In der zweiten mußten sie ruhen, wobei ein allfälliges Einschlafen verhindert wurde. In jeder Sitzung hatten die Vpn sowohl in den ersten acht Minuten als auch in den letzten acht Minuten den Fragebogen je einmal auszufüllen.

Während beider Sitzungen wurden die Spontanbewegungen und die Druckverteilungen auf der Sitzfläche gemessen. Die Vpn hatten je einen Versuch mit jedem der fünf Profile zu absolvieren, wobei die Profilfläche zufällig vorbestimmt worden war.

In der zweiten Versuchsserie standen uns 36 Männer und 16 Frauen zur Verfügung. Das Alter der Männer schwankte zwischen 24 und 63 Jahren (Durchschnitt: 38 Jahre), ihre Körpergröße zwischen 163 und 187 cm (Durchschnitt: 172 cm). Die entsprechenden Werte der Frauen betrugen für das Alter 18 bis 53 Jahre (Durchschnitt: 34) und für die Körpergröße 152 bis 171 cm (Durchschnitt: 161,4 cm). Diese Körpergrößen stimmen

ziemlich genau mit Werten überein, die wir letztes Jahr an einem größeren Kollektiv von Angestellten erhoben hatten⁹.

Wir prüften das Profil VI und das Profil 1. Kl. beim Ruhen. Jeder Versuch dauerte für jede Vpn je einmal acht Minuten, wonach ein Fragebogen auszufüllen war.

In der dritten Versuchsserie standen uns zur Prüfung des modifizierten Profils VI nochmals die gleichen 36 Männer und 16 Frauen zur Verfügung. Die verschiedenen Sesselabmessungen wurden so lange variiert, bis jede Vpn die für sie optimalen Einstellungen gefunden zu haben glaubte. Jeder Versuch wurde einmal beim Lesen und einmal beim Ruhen ausgeführt.

Anschließend wurde die gleiche Untersuchung mit vier festen Sitzneigungswinkeln (20°, 23°, 26° und 29°) wiederholt.

3. Resultate

3.1. Die Untersuchung der fünf Profile der ersten Versuchsserie

Die Registrierung der Spontanbewegungen zeigte, daß die Vpn die Tendenz hatten, sich beim Profil 2. Kl. am wenigsten und bei den Profilen 1. Kl. sowie Wegner am meisten zu bewegen. Da jedoch die Streuung der Resultate recht erheblich war, konnten die Unterschiede mit einer Streuungserlegung nicht gesichert werden.

Die Erhebungen über die Verteilung des Körpergewichtes auf die fünf geprüften Sitzflächen wurden ebenfalls einer Streuungserlegung unterworfen. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Druckverteilungen, zwischen den Vpn und zwischen den fünf Profilen. Interessant ist der

⁹ Grandjean, E., und U. Burandt: »Körpermaße der Belegschaft eines schweizerischen Industriebetriebes«. Industr. Org. 31, 239-242 (1962).



5
Die Messung der Verteilung des Körpergewichtes auf der Sitzfläche. Auf der Schaumgummi-auflage liegt das sechszellige Kissen, welches mit den vorne im Bilde sichtbaren Manometern verbunden ist.
Le mesurage de la répartition du poids du corps sur la surface du siège. Le coussin à six cellules se trouve sur le revêtement en caoutchouc mousse et raccordé aux manomètres ainsi que le montre l'illustration.

The measurement of the distribution of body weight on the seat surface. The six-celled cushion rests on the foam rubber layer and is connected to the manometers visible in the foreground of the illustration.

statistisch gesicherte Befund, wonach beim Profil Wegner die Belastungen auf den sechs Druckkissen am ausgeglichensten waren. Dagegen zeigten die Profile 2. Kl. und Akerblom die höchsten Belastungen in den vorderen und die niedrigsten in den hinteren Druckkissen.

Die Resultate der Fragen bezüglich der Bequemlichkeit an verschiedenen Körperteilen am Ende der Sitzung sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die Zahlen entsprechen den Rängen, welche aus den Rangsummen der 10 Vpn für jeden der sieben Körperteile berechnet wurden.

(Note 7 entspricht der schlechtesten und Note 1 der besten Bewertung.)

Folgende Ergebnisse scheinen uns besonderer Erwähnung wert zu sein: Die Bequemlichkeit der einzelnen Körperteile wurde von den Vpn vielfach verschieden beurteilt, je nachdem, ob sie lasen oder ruhten. Besonders auffällig sind diese Unterschiede bei der Beurteilung der Sessel 1. Kl., Akerblom und Wegner. Bei allen Sesseln wurde die Bequemlichkeit von Kopf und Nacken als schlecht beurteilt. Diese Körperteile scheinen besonders häufig »Steine des Anstoßes« zu sein.

Aus den Antworten bezüglich der Müdigkeit während der Sitzversuche konnten für die fünf Profile Rangordnungen für die Müdigkeitszunahme aufgestellt werden. Diese sind in den Tabellen 3 und 4 aufgeführt. In gleicher Weise gingen wir vor bei der Verwertung der Urteile über die Eignung der Profile und über die Ränge, welche die Vpn selbst den fünf Profilen am Ende der Versuchsserie zuordneten. In den gleichen Tabellen haben wir außerdem die Rangordnungen der fünf Profile bezüglich der Spontanbewegungen und der Druckkissenbelastungen aufgeführt. Hier bedeutet Rang 1 geringste Bewegungen bzw. größte Druckunterschiede zwischen den sechs Kissen.

Die fünf Rangordnungen wurden mit dem Kendall-Test auf ihre Übereinstimmung geprüft. Wir erhielten beim Lesen eine Konkordanz $W = 0,66$ und beim Ruhen eine solche von $W = 0,68$. Beide Konkordanzen waren mit $p < 0,001$ stark signifikant.

Dies bedeutet, daß zwischen den fünf Kriterien eine systematische Übereinstimmung besteht, wobei allerdings über die Eindeutigkeit der Rangfolgen nichts ausgesagt ist. Die Auswertung der Urteile über die einzelnen Konstruktionselemente gab folgende Resultate:

- Die Sitzhöhen zwischen 42,5 und 44,0 cm wurden als gut beurteilt.
- Die Armstützenhöhen zwischen 22,5 und 25 cm wurden verhältnismäßig häufig als »zu wenig« bewertet.
- Die Sitztiefe wurde einzig beim Profil Wegner als gut beurteilt, wo sie den höchsten Wert von 50,5 cm erreicht.
- Die Neigungen der Sitzflächen zwischen 12° und 20° wurden beim Ruhen in der Mehrzahl der Fälle als gut beurteilt. Beim Lesen dagegen wurden häufig Sitzneigungen zwischen 12° und 17° als zu gering angegeben.

Tab. 2:

Rangfolge der Bequemlichkeitsempfindungen für sieben Körperteile beim Lesen (L) und Ruhen (R) am Ende der Sitzung. (Note 7 entspricht der schlechtesten und Note 1 der besten Bewertung.)

Tab. 3:

Die Rangordnungen von fünf Kriterien beim Lesen – Note 1 bedeutet geringste Bewegungen, größte Druckunterschiede, größte Zunahme der Müdigkeit, schlechteste Eignung und schlechtester Rang.

Tab. 4:

Die Rangordnungen von fünf Kriterien beim Ruhen. Legende wie Tabelle 3.

Tab. 5:

Die Beurteilung von Profil VI und Profil 1. Kl. nach den Angaben von 52 Vpn.

* Diese Wertepaare sind mit $p < 0,05$ nach dem »Sign Test« signifikant verschieden.

Körperteil	Profil 1. Kl.		Profil 2. Kl.		Profil Akerblom		Profil Lippert		Profil Wegner	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
Kopf-Nacken	7	5,5	6	5	7	7	7	7	7	6
Schultern	2	3	1	1	5	1	3	1	6	4
Rücken	1	7	4	4	3	2	2	2,5	3	5
Gesäß	3	2	5	6	1	5	1	2,5	1	1
Oberschenkel	5,5	5,5	7	7	6	6	4	4	2	3
Knie-Füße	4	4	3	3	4	4	6	6	5	7
Arme-Hände	5,5	1	2	2	2	3	5	5	4	2

2

Kriterien	Profil 1. Kl.	Profil 2. Kl.	Profil Akerblom	Profil Lippert	Profil Wegner
Spontanbewegungen	3	1	2	4	5
Druckkissenbelastungen	4	1	2	3	5
Zunahme der Müdigkeit	5	1	4	2	3
Eignung zum Lesen	5	1	3	2	4
Subjektive Einstufung	5	1	4	3	2

3

Kriterien	Profil 1. Kl.	Profil 2. Kl.	Profil Akerblom	Profil Lippert	Profil Lippert
Spontanbewegungen	5	1	3	2	4
Druckkissenbelastungen	4	1	2	3	5
Zunahme der Müdigkeit	3	3	1	3	5
Eignung zum Lesen	4	1	2	3	5
Subjektive Einstufung	4	1	2	3	5

4

		Profil 1. Kl.		Profil VI	
		Konstruktionsmaß	Zahl der Urteile	Konstruktionsmaß	Zahl der Urteile
Kopf und Nacken	unbequem		36		18
	indifferent	–	10	–	15
	bequem		6		19
Schultern	unbequem		5		0
	indifferent	–	15	–	13
	bequem		32		39
Rücken	unbequem		6		3
	indifferent	–	11	–	4
	bequem		35		45
Lende	unbequem		9		4
	indifferent	–	15	–	9
	bequem		28		39
Gesäß	unbequem		3		0
	indifferent	–	13	–	11
	bequem		36		41
Oberschenkel	unbequem		13		7
	indifferent	–	17	–	18
	bequem		22		27
Arme	unbequem		11		20
	indifferent	–	10	–	11
	bequem		31		21
Sitzhöhe	zu viel		13		12
	gut	44 cm	34	42,5 cm	35
	zu wenig		5		5
Armstützenhöhe	zu viel		10		2
	gut	27 cm	30	23 cm	20
	zu wenig		12*		30*
Sitztiefe	zu viel		7		4
	gut	48,5 cm	35	46 cm	39
	zu wenig		10		9
Sitzneigung	zu viel		5		6
	gut	17°	38	20°	40
	zu wenig		9		6
Rückenneigung	zu viel		1		3
	gut	95°	31	108°	45
	zu wenig		20*		4*
Kopfrückneigung	zu viel		8		5
	gut	165°	13	156°	23
	zu wenig		31		24

5

- e) Die Rückenlehnung von 105° wurde beim Ruhen als gut, kleinere Winkel vielfach als ungenügend bewertet.
- f) Die Kopfrückneigung, die nur beim Ruhen zur Bewertung gelangte, wurde wenig eindeutig beurteilt und am meisten kritisiert. Dies bestätigt den in Tabelle 2 aufgeführten Befund, wonach der Körper- teil Kopf-Nacken am häufigsten Anlaß zu Klagen gibt.

3.2. Die vergleichende Untersuchung des Profils VI der zweiten Versuchsserie

In der zweiten Versuchsserie haben wir uns auf die systematische Befragung von 36 Männern und 16 Frauen beschränkt. Das geprüfte Profil VI, welches wir aus den Ergebnissen der 1. Versuchsserie entwickelt hatten, wurde mit dem Profil 1. Kl. verglichen, das in der 1. Versuchsserie bereits als verhältnismäßig gut beurteilt worden war. Die Resultate der Befragungen sind in Tabelle 5 zusammengestellt, wobei sich die Zahlen der Urteile aus den Angaben der 52 Vpn ergeben. Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß das neue Profil VI in mehreren Punkten einen deutlichen Zuwachs an positiven Urteilen aufweist. Besonders erwähnenswert sind die Zunahmen der Beurteilungen »bequem« für Kopf und Nacken, für den Rücken und für die Lende, von denen allerdings nur die erstgenannte statistisch gesichert werden konnte. Einzig die Armstützenhöhe von 27cm wurde beim Profil 1. Kl. eindeutig besser beurteilt.

3.3. Die optimalen Einstellungen der Sesselabmessungen in der dritten Versuchsserie

Die optimalen Einstellungen der wichtigsten Sesselabmessungen, wie sie für jede der 52 Vpn erhoben wurden, sind in der Tabelle 6 zusammengestellt:

Die Resultate der Tabelle 6 zeigen, daß sowohl der optimale Sitzneigungswinkel als auch der optimale Rückenlehnungswinkel beim Ruhen größer eingestellt wird als beim Lesen. Beim Lesen werden größere Sitzhöhen bevorzugt als beim stärker zurückgelehnten Ruhen.

Eine erheblich größere Streuung ergaben die optimalen Einstellungen der Kopfstütze. In der Vertikalen wurden die Kopfstützen beim Ruhen in einem Bereich von 10 cm und

Sitzneigungswinkel in Grad	21 u. 22	23 u. 24	25 u. 26	27 u. 28	29 u. 30	31 u. 32
Einstellungen beim Ruhen	0	3	29	14	6	0
Einstellungen beim Lesen	14	30	7	0	1	0
Rückenlehnungswinkel in Grad	99 u. 100	101 u. 102	103 u. 104	105 u. 106	107 u. 108	109 u. 110
Einstellungen beim Ruhen	0	0	2	15	28	7
Einstellungen beim Lesen	2	21	24	4	1	0
Sitzhöhe in cm	<37	37 u. 38	39 u. 40	41 u. 42	43 u. 44	>44
Einstellungen beim Ruhen	7	20	15	8	1	1
Einstellungen beim Lesen	0	6	31	8	5	2

Tab. 6: Die Verteilung der 52 als optimal angegebenen Sesselabmessungen (Definition der Konstruktionselemente siehe Abb. 3).

in der Horizontalen in einem solchen von 8 cm eingestellt. Beim Lesen war die Streubreite der individuellen Einstellungen noch größer. Wir haben beobachtet, daß die Vpn für die richtige Kopfstützeinstellung empfindlicher waren als für die anderen Sesselabmessungen. Es wird deshalb kaum möglich sein, mit einer festen Kopfstütze eine bequeme Haltung für eine Mehrheit von Personen zu gewährleisten.

Die Wiederholung dieser Versuche mit den vier festen Sitzneigungswinkeln von 20°, 23°, 26° und 29° ergab beim Ruhen optimale Einstellungen, deren Durchschnittswerte in der Abb. 6 schematisch dargestellt sind.

Daraus geht hervor, daß mit zunehmendem Sitzneigungswinkel die optimale Sitzhöhe abnimmt und der Kopfneigungswinkel kleiner wird, während der Rückenlehnungswinkel unverändert bleibt. Das bedeutet, daß die Vpn die Tendenz haben, bei allen Sitzneigungen eine gleiche Rumpfbeugung beizubehalten, während die Kopfhaltung so geändert wird, daß eine nahezu gleiche horizontale Blickrichtung erhalten bleibt.

4. Diskussion der Ergebnisse

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß beim Ruhen Sitzneigungswinkel zwischen 25° und 28° am häufigsten als bequem empfunden werden. Dieser Winkelbereich liegt entschieden höher als die Empfehlungen von Keegan⁵ und als bei einer Mehrzahl handelsüblicher Ruhesessel. Einschränkung müssen wir allerdings erwähnen, daß bei starken Sitzneigungen das Aufstehen beschwerlicher ist.

Der von uns gefundene optimale Rückenlehnungswinkel von 105° bis 108° entspricht weitgehend den Empfehlungen von Lay und Fisher¹ sowie von Keegan⁵. Winkelmaße von der gleichen Größenordnung werden außerdem bei steilen Ruhesesseln verschiedenster Herkunft verhältnismäßig häufig angetroffen.

Die letzte Versuchsserie hat gezeigt, daß die Personen immer nahezu den gleichen Rückenlehnungswinkel von ca. 106° bevorzugen, gleichgültig wie stark der Sitz nach hinten geneigt ist (siehe Abb. 6). Dieser Befund deckt sich nicht mit der üblichen Bauweise der Ruhesessel, welche in der Regel um so größere Rückenlehnungswinkel aufweisen, je geneigter die Rückenlehnen sind. Unsere Versuche haben deutliche Unterschiede zwischen Ruhen und Lesen ergeben. Wir müssen daraus den Schluß ziehen, daß kein Sessel gebaut werden kann, der für beide Bedingungen gleichzeitig als optimal bezeichnet werden könnte.

In der Diskussion, ob eine nach hinten abgerundete Rückenlehne (Lippert)⁴ oder im Gegenteil ein Lendenbausch (Akerblom)³ zweckmäßiger sei, haben unsere Ergebnisse der zweiten Versuchsserie die Richtigkeit der Auffassung von Akerblom bestätigt. Im Falle des Ruhesessels können wir somit sagen, daß die orthopädisch empfohlene Haltung der Wirbelsäule für gesunde Personen auch bequem ist.

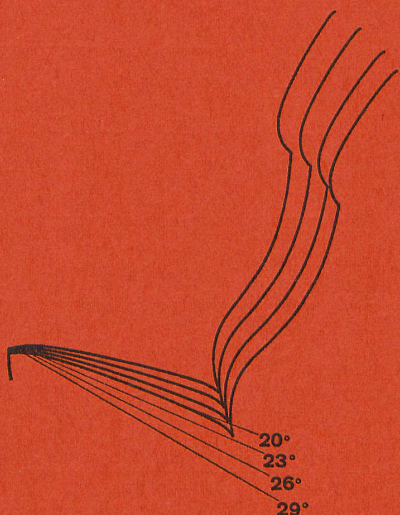
Besonders problematisch ist die Kopfstütze. Hier streuen die Resultate der bequemen Lagen sehr stark, was wir in erster Linie den individuell verschieden ausgebildeten Brustkörben und deren Auswirkungen auf Kopf- und Nackenhaltung zuschreiben müssen. Wir ziehen aus diesen Erkenntnissen den Schluß, daß nur eine verstellbare Kopfstütze einer Mehrzahl von Personen eine bequeme Kopfhaltung gewährleisten kann.

5. Zusammenfassung

Mit einem vielfach verstellbaren Versuchssessel haben wir an einer größeren Zahl von Vpn verschiedene Profile untersucht. Als Kriterien fanden Verwendung: die Spontانبewegungen, die Druckverteilung auf den Sitzflächen und die subjektiven Urteile der Vpn über Müdigkeit, Bequemlichkeit und Konstruktionsmaße. Während die physiologischen Messungen der Spontانبewegungen schwer verwertbare Resultate ergaben, konnten die Erhebungen über die subjektiven Empfindungen und Urteile zur Entwicklung eines bequemen Ruhesessels verwendet werden.

Die wichtigsten Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Beim Lesen bevorzugte die Mehrheit der Vpn Sitzneigungen von 21° bis 24°, Rückenlehnungen (siehe Abb. 3) von 101° bis 104° und Sitzhöhen von 39 bis 42 cm.
2. Beim Ruhen wurden Sitzneigungen von 25° bis 28°, Rückenlehnungen von 105° bis 108° und Sitzhöhen von 37 bis 40 cm bevorzugt.
3. Beim Ruhen ist ein richtig ausgebildeter Lendenbausch für die Bequemlichkeit von Bedeutung, dagegen wird beim Lesen eine steilere und gerade Rückenlehne bevorzugt.
4. Mit festen Kopfstützen konnten keine Bedingungen gefunden werden, die einer Mehrheit bequeme Kopfhaltungen gewährleisten hätten.
5. Die Armstützenhöhen (siehe Abb. 3) wurden beim Lesen und beim Ruhen zwischen 25 und 27 cm als bequem empfunden.
6. Die Tiefe der Sitzfläche wurde beim Ruhen und beim Lesen zwischen 46 und 49 cm als gut beurteilt.



6 Die optimalen Einstellungen (Durchschnittswerte) der Sitzhöhe, der Rückenlehnung und der Kopfneigung in Abhängigkeit verschiedener Sitzneigungswinkel.

Les mises au point optimales (valeurs moyennes) de la hauteur de siège, de l'inclinaison du dossier et de celle de l'appui-tête en dépendance avec les différents angles d'inclinaison du siège.

The optimal adjustments (average values) of seat height, of inclination of back and of head coordinated with various angles of inclination of seat.