

DAUPHIN

Auszug aus dem
Zentralblatt
für Arbeitsmedizin,
Arbeitsschutz und Ergonomie

Ein Beitrag zu Untersuchungen der Bestimmung
des individuellen Sitzneigewinkels

Heft März Nr. 3
Band 50
2000
Seite 78-85

Bürositzmöbelfabrik **Friedrich-W. Dauphin GmbH & Co.**
Key Account Management Ergonomie Udo Seip
Espanstr. 29, D- 91238 **Offenhausen/Germany**
Tel: 09158/17-423, Fax: 09158-17-778
E-Mail udo.seip@dauphin.de
Internet: www.dauphin.de

Hochschularzt der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

Untersuchungen zur Bestimmung des individuellen Sitzneigungswinkels

Fritz A. Schön, D. Preim,

Fritz A. Schön, D. Preim: *Untersuchungen zur Bestimmung des individuellen Sitzneigungswinkels*. Zbl Arbeitsmed 50 (2000) 78-85

Schlüsselwörter: Sitzneigungswinkel

Zusammenfassung: Auf der Basis von über 1500 Einzelmesswerten an 39 gesunden Versuchspersonen beiderlei Geschlechtes lässt sich sagen, dass ein mittlerer Sitzneigungswinkel bei Bürodrehstühlen mit beweglichen Sitzflächen in einem Bereich von -8° anzusiedeln ist, wobei kurzfristig Neigungswinkel von bis zu -12° auftreten können.

Geschlechtsspezifische Differenzen konnten statistisch nicht gesichert werden.

Bei durch Federkraft gebremsten beweglichen Sitzflächen ist der Grad des Neigungswinkels nicht nur von der Beckenkip-pung sondern auch von der Beinstellung abhängig. Das Sitzen auf beweglichen Sitzflächen ist gewöhnungsbedürftig und erfordert im Idealfall eine Sitzhaltung, bei der sich die Wirbelsäule „im Lot“ befindet.

Examinations on the determination of individual posture tilt-angles during sitting

Fritz A. Schön, D. Preim: *Examinations on the determination of individual posture tilt-angles during sitting*. Zbl Arbeitsmed 50 (2000) 78-85

Key words: Posture tilt-angle during sitting

Summary: Based upon more than 1500 individual measurement values in 39 healthy test persons of both genders, it can be said that the average posture tilt-angle while sitting on an office swivel-chair with a movable seat is to be found in the vicinity of -8° , whereby short term temporary posture angles of up to -12° can be observed.

Gender-specific differences could not be statistically proven.

The degree of the posture tilt-angle in movable seats with a spring support mechanism is not only dependant upon the tilt-angle of the pelvis but also upon the positioning of the legs. Sitting on movable seats does require some getting used to and ideally calls for a sitting posture with perfect alignment of the spine.

Analyses visant à déterminer l'angle d'inclinaison individuel du siège

Fritz A. Schön, D. Preim: *Analyses visant à déterminer l'angle d'inclinaison individuel du siège*. Zbl Arbeitsmed 50 (2000) 78-85

Mots-clé: Angle d'inclinaison du siège

Résumé: Sur la base de plus de 1500 données d'analyses individuelles réalisées sur 39 personnes-tests des deux sexes en bonne santé, il est possible d'affirmer qu'un angle moyen d'inclinaison du siège pour les fauteuils de bureaux pivotants à siège mobile est d'env. -8° , des angles pouvant aller jusqu'à -12° pouvant de temps à autre se présenter.

D'un point de vue statistique, il n'a pas pu être constaté de différences propres au sexe de la personne.

Pour les sièges mobiles freinés par effet de ressort, le degré de l'angle d'inclinaison ne dépend pas uniquement du basculement du bassin mais également de la position des jambes. Etre assis sur des sièges mobiles demande une certaine acclimatation et, dans le cas idéal, une position dans laquelle la colonne vertébrale se trouve en position verticale.

1. Problemstellung

Nicht zuletzt vor dem Hintergrund der neuen Bildschirmarbeitsverordnung werden in der betriebsärztlichen Praxis zunehmend Fragen zur Beurteilung von geeigneten Bürodrehstühlen diskutiert. Das Angebot an z.T. hervorragenden ergonomischen Arbeitsstühlen ist überaus groß.

Mechaniken wie die Synchronmechanik, bei der eine Rückneigung von Sitzfläche und Rückenlehne in einem bestimmten Verhältnis zueinander erfolgt und das „dynamische Sitzen“ erlaubt, gehören heute bereits zum ergonomischen Standard. Auch die Option zur individuellen Einstellung des Lehnendruckes ist heute nicht mehr allein den Bürodrehstühlen der gehobenen Preisklasse vorbehalten.

Wenn man den Markt für Bürodrehstühle in den letzten Jahren verfolgt hat, so fällt auf, dass zunehmend eine Technik an Bedeutung gewinnt, bei der die Sitzfläche nach vorne geneigt werden kann. Dies wird technisch von den verschiedensten Herstellern unterschiedlich umgesetzt. So

kann z. B. der vordere Anschlag der Synchronmechanik mittels Hebelauslösung so verstellt werden, dass die Sitzfläche einen Neigungswinkel von beispielsweise konstant -4° einnimmt. Bei anderen Mechaniken kann dieser Neigungswinkel wiederum mittels Hebelauslösung stufenlos von 0° bis -12° verstellt werden. Andere Mechaniken gestatten eine permanente Änderung des Neigungswinkels mittels Federwiderstand, wobei der jeweilige Winkel sich allein durch Verlagerung des Körpergewichtes einstellt.

Hinsichtlich der Frage des optimalen Neigungswinkels herrscht bei den Bürodrehstuhlherstellern keine Einigkeit. So ist es nicht verwunderlich, dass die Neigungswinkel unabhängig von der jeweilig eingesetzten Mechanik im Bereich von -2° bis -15° schwanken. Einige Hersteller bieten sogar verschiedene Mechaniken mit unterschiedlich großen Neigungswinkeln an, um damit praktisch ein größeres Spektrum abzudecken.

Auch aus den Literaturdaten ist die Frage unbefriedigend zu beantworten. So liegen unseres Wissens lediglich die Aussagen von Grandjean und Hünting (1989) vor, die den negativen Sitzwinkel auf -2° begrenzen und diejenigen von Kurz und Diebschlag (1992), die einen maximalen Sitzneigungswinkel von -4° empfehlen, wonach sich auch die Gütesiegelkriterien des TÜV-Rheinlandes (1996) orientieren.

2. Methodik

Wir wollten daher klären, wie groß der individuelle Sitzwinkel bei gesunden Versuchspersonen beiderlei Geschlechtes im Alter zwischen 18 und 55 Jahren unter verschiedenen Versuchsbedingungen ist.

Der Versuchsträger zur Ermittlung des individuellen Sitzwinkels (siehe Abbildung 1) war für die erste Versuchsreihe mit einem elektromotorischen Antrieb verse-

hen. Die Versuchsperson konnte über einen Schalter den Antrieb so steuern, dass die Sitzfläche in den für sie optimalen Neigungswinkel gelangte. Es wurde darauf geachtet, dass der Spindelantrieb mit einer geringen Drehgeschwindigkeit erfolgte. Diese entsprach 4,5 Sekunden pro Grad Sitzneigung. Die Neigungsverstellung erfolgte somit so langsam, dass sich der Proband gewissermaßen in den optimalen Sitzwinkel „hineinfühlen“ konnte. Durch mehrmaligen Vorwärts- und Rückwärtslauf konnte die Versuchsperson entsprechende Korrekturen vornehmen. Jeder Einzelversuch wurde dreimal wiederholt, wobei die Sitzfläche jedesmal wieder in die 0° -Position gebracht wurde.

In einer ersten Versuchsreihe wurde der individuelle Sitzwinkel bei ein und derselben Versuchsperson mit jeweils 3 Einzelversuchen unter den folgenden Messbedingungen durchgeführt:

1. Sitzfläche gerade,
2. Sitzfläche konturiert,
3. Drehpunkt an der vorderen Sitzkante,
4. Drehpunkt 25 mm vor der Sitzsäule.

Diese Einzelversuche erfolgten zum einen in der freien, mittleren Sitzhaltung (siehe Abbildung 2) und zum anderen in der vorderen Sitzhaltung mit Auflage der Unterarme auf einer Tischfläche (Abbildung 3), deren Höhe auf das jeweilige Körpermaß eingestellt wurde.

Daraus ergeben sich für jede Versuchsperson 8 Teilversuche.

Der Sitzwinkel konnte vom Untersucher an einem Winkelmesser mit einer Genauigkeit von $0,1^\circ$ abgelesen werden, wobei die 0° -Ebene mittels einer eingebauten Wasserwaage justiert werden konnte. Wenngleich die Winkel- und Antriebsmechanik spielfrei ausgelegt war, ergaben sich bei

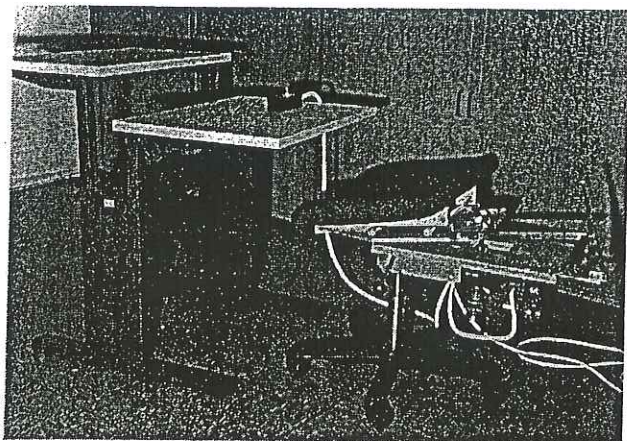


Abbildung 1: Versuchsträger

Figure 1: Chair used for testing purposes

Figure 1: Supportchair

Zentralblatt Themenvorschau Heft 4/2000

**Umgang mit Gefahrstoffen und
Umsetzung der Gefahrstoffverordnung
an Hochschulinstituten aus arbeits-
medizinischer Sicht**

**Regularien zum Gesundheitsschutz
beim Umgang mit atemwegssensibili-
sierenden Arbeitsstoffen**

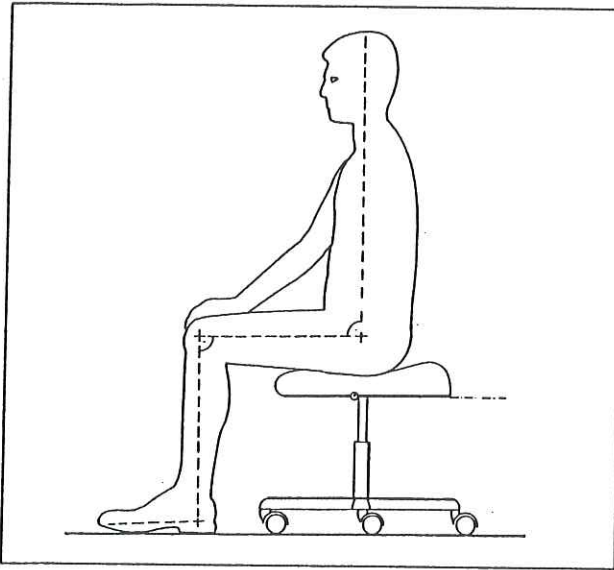


Abbildung 2: Freie, mittlere Sitzhaltung
 Figure 2: Free, mid-position sitting posture
 Figure 2: Position assise moyenne, libre

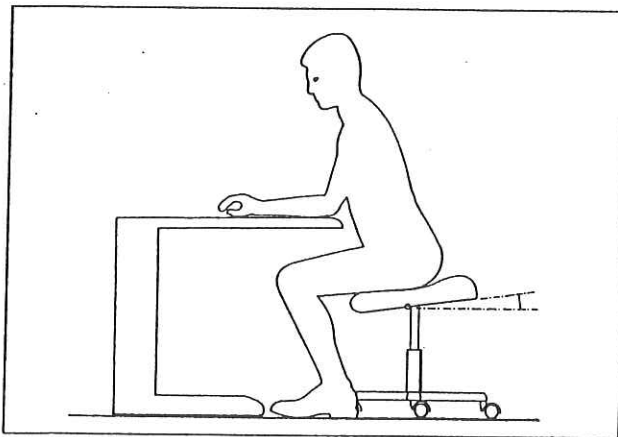


Abbildung 3: Vordere Sitzhaltung mit Abstützen der Unterarme
 Figure 3: Anterior sitting posture while supporting the forearms
 Figure 3: Position assise avant avec appui sur les avant-bras

Belastung eine Abweichung von bis zu $0,3^\circ$, die in der elastischen Verformung des Fußkreuzes zu suchen ist.

In einer zweiten Versuchsreihe wurde unter realistischen Büroarbeitsbedingungen an weiteren 6 Versuchspersonen die Abhängigkeit des individuellen Sitzneigewinkels von der Beinstellung untersucht. Zu diesem Zweck wurde der elektromotorische Antrieb gegen eine Druck- und Zugfeder mit einer Federkraft von 340 N ausgetauscht. Aus technischen Gründen konnte nur der mittlere Drehpunkt gewählt werden, da aufgrund der Versuchsanordnung ein negativer Sitzwinkel bei einem vorderen Drehpunkt aktiv nicht ausgelöst werden konnte.

Während des Versuches saß der Untersucher links hinter dem Probanden und notierte im Abstand von 15 Sekunden

den jeweils anliegenden Sitzwinkel und gleichzeitig die Beinstellung. Beide Informationen wurden in das Versuchsprotokoll aufgenommen. Wie in Abbildung 4 dargestellt, sind vier unterschiedliche Beinstellungen möglich. Der statistische Vergleich wurde erhoben zwischen den Sitzneigewinkeln, die der Beinstellung I zuzuordnen sind (Ober- und Unterschenkel bilden einen 90° -Winkel) und den übrigen Beinstellungen.

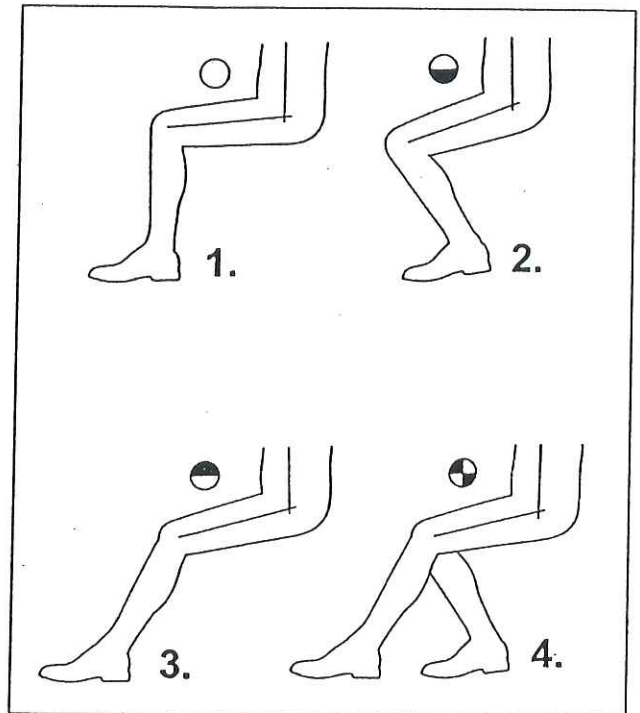


Abbildung 4: Unterschiedliche Beinstellungen
 Figure 4: Varying leg positions
 Figure 4: Différentes positions des jambes

Auf der Basis von über 1500 Einzelmeßwerten wurden Mittelwertberechnungen und Signifikanztests durchgeführt. Die Signifikanzanalyse erfolgte mit dem Wilcoxon-Test bei einer Signifikanzgrenze von $p \leq 0,05$.

3. Ergebnisse

In einer ersten Versuchsreihe wurde an 33 Probanden beiderlei Geschlechts (15 weiblich; 18 männlich) im Alter von 18 bis 55 Jahren der individuelle Sitzneigewinkel mittels elektromotorischem Antrieb bestimmt. Die Versuchsperson konnte über einen Wechselschalter den Motorantrieb in jedem beliebigen Winkelbereich von 0° bis 18° stoppen. Da man bei diesen Versuchen davon ausgehen kann, dass die gewohnheitsmäßige Sitzhaltung einer Person einen entscheidenden Einfluss auf das Messergebnis haben wird, wollten wir in einem Vorversuch bei 10 Versuchspersonen zunächst wissen, wie das Messergebnis aus-

fallen würde, wenn die Versuchsperson über die richtige aufrechte freie Sitzhaltung nicht instruiert würde.

Die Versuchsperson wurde lediglich aufgefordert, auf dem Versuchsstuhl Platz zu nehmen. Bei allen Probanden war eine mehr oder minder starke Rückdrehung des Beckens zu beobachten. In dieser Sitzposition sollte nun die Vorneigung der Sitzfläche in die individuell angenehmste Stellung erfolgen. Es ist bemerkenswert, dass 5 der Versuchspersonen bereits bei einem Neigungswinkel von -1° bis -2° stoppten. Der stärkste Neigungswinkel wurde bei einem Probanden mit $-4,9^\circ$ erreicht. Insgesamt ergab sich bei den 10 Versuchspersonen ein mittlerer negativer Sitzwinkel von $-2,9^\circ$. Im unmittelbaren Anschluss an diesen ersten Versuch erhielt jede Versuchsperson einzeln eine eingehende Instruktion über das wirbelsäulengerechte Sitzen in der freien Sitzhaltung und zwar in der Weise, wie wir das auch bei unseren Teilnehmern der Rückenschule praktizieren. Anhand eines Funktionsmodells der Wirbelsäule wurden dem Probanden die funktionell anatomischen Zusammenhänge zwischen Beckenkipfung und Lendenlordose erläutert, sowie zwischen der Kräfteverteilung innerhalb der gesamten Wirbelsäule, wenn diese sich „im Lot“ befindet.

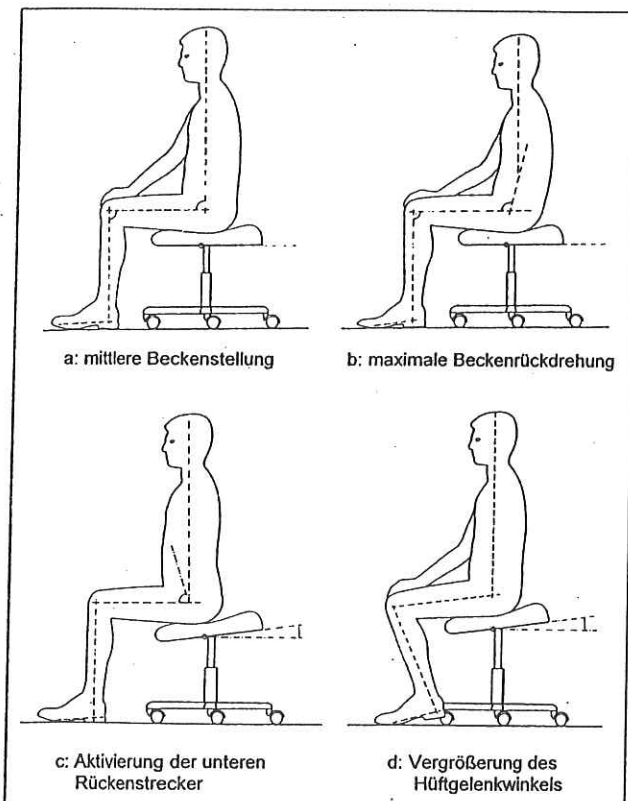


Abbildung 5: Schematische Darstellung unterschiedlicher Beckenstellungen

Figure 5: Schematic depiction of varying positions of the pelvis
Figure 5: Représentation schématique des diverses positions du bassin

Auf der Basis dieser Vorinformationen wurde der Versuch unter den selben Bedingungen wiederholt. Bei jeder Versuchsperson kam es zu einer deutlichen Steigerung des negativen Sitzwinkels. Die Differenzen zum ersten Test waren derart deutlich, dass wir diesen Vorversuch auf die geringe Zahl von 10 Versuchspersonen beschränken konnten.

Für alle weiteren Versuche war die eingehende Instruktion zur richtigen Sitzhaltung eine Vorbedingung für den Versuchsablauf.

In den anschließenden Tests wollten wir die folgenden Fragen beantworten:

- **Versuchsreihe 2:** Bestehen geschlechtsspezifische Unterschiede im individuellen negativen Sitzwinkel?
- **Versuchsreihe 3:** Bestehen Unterschiede im Sitzneigungswinkel bei mittlerer und vorderer Sitzhaltung?
- **Versuchsreihe 4:** Bestehen Unterschiede im Sitzneigungswinkel, wenn sich der Drehpunkt an der Sitzvorderkante oder in der Nähe der Sitzsäule befindet?
- **Versuchsreihe 5:** Bestehen Unterschiede im Sitzneigungswinkel bei einer flach gepolsterten gegenüber einer konturierten Sitzfläche?
- **Die Versuchsreihe 6** unterschied sich insofern von den vorangegangenen, als hier der elektromotorische Antrieb am Versuchsträger entfernt und durch eine Druck- und Zugfeder mit einer Federkraft von 340 N ersetzt wurde. Damit konnte der individuelle Sitzneigungswinkel allein durch die Verlagerung des Körpergewichtes oder die Änderung der Beinstellung erreicht werden.

Wie aus der Tabelle 1 zu entnehmen ist, ließen sich die Differenzen in den Versuchsergebnissen statistisch nur zum Teil sichern. Im einzelnen gilt dies für den Vergleich der Sitzneigungswinkel vor und nach einer Instruktion über die

Tabelle 1: Ergebnisse der 6 Versuchsreihen (n=39)

Table 1: Results of the 6 test series (n=39)

Tableau 1: Résultats des séries de tests (n=39)

Versuch Nr.	Mittelwert 1 min. max.	Mittelwert 2 min. max.	p
1. Vergleich vor u. n. Instruk. (n=10)	-2,89° -1,0° -4,9°	-8,35° -5,6° -9,8°	0,0020
2. Vergleich männlich/weiblich	-9,22° -6,2° -11,8°	-8,17° -6,5° -11,2°	0,1749
3. Vergleich mittl./vord. Sitzh.	-8,28° -5,5° -11,8°	-8,67° -4,9° -13,3°	0,3248
4. Vergleich vord./mittl. Drehp.	-9,23° -5,8° -13,6°	-7,79° -4,6° -11,8°	0,0010
5. Vergleich Stand/Contoursitz	-8,45° -5,5° -13,3°	-8,52° -4,8° -12,8°	0,7303
6. Vergleich Beinstellung I./II. (n=6)	-4,94° -2,2° -7,5°	-8,81° -7,2° -10,8°	0,0001

richtige Sitzhaltung, den Vergleich hinsichtlich des Drehpunktes an der Sitzfläche und den Vergleich in bezug auf die unterschiedlichen Beinstellungen.

4. Diskussion

Die Ergebnisse aus der 1. Versuchsreihe (Vergleich vor und nach Instruktion) geben letztlich das wieder, was der aufmerksame Beobachter vielerorts sehen kann, wenn eine Person auf einer Sitzfläche Platz nimmt, ohne dass die Möglichkeit besteht, den Rücken an einer Lehne abzustützen. In diesem Fall krümmt sich der Oberkörper, der Schwerkraft folgend, und die Wirbelsäule nimmt eine kyphotische Stellung ein, die noch durch eine Rückdrehung des Beckens verstärkt wird. Wir vermeiden bewusst den anatomischen Begriff der Beckenaufrichtung, weil diese schädliche und bandscheibenbelastende Sitzhaltung schwerlich einem medizinischen Laien im Zusammenhang mit einer gesunden Sitzhaltung zu erklären ist, bei der es zu einer Aufrichtung des Oberkörpers kommen soll.

Aus der langjährigen Erfahrung von Rückenschulkursen wissen wir, wie wichtig die Vermittlung einer richtigen Sitzhaltung ist. Dreh- und Angelpunkt ist hier die Beckenkipfung. In diesem Zusammenhang sei auf die sehr informativen Ausführungen von Brügger (1990) hingewiesen.

Für die Praxis bedeutet dies, dass die technischen Möglichkeiten einer Sitzneigemechanik an einem ergonomischen Arbeitsstuhl erst dann voll zum Tragen kommen, wenn der Benutzer über die wirbelsäulengerechte Sitzhaltung aufgeklärt ist.

Hinsichtlich einer möglichen geschlechtsspezifischen Differenz im individuellen Sitzneigewinkel sind wir von der anatomischen Gegebenheit ausgegangen, dass der Beckenneigungswinkel bei der Frau normalerweise größer ist als beim Mann (Rauber und Kobsch 1987). Da dieser Winkel aber von der Haltung der Person und von der Form der Wirbelsäule abhängt, ist aufgrund der großen individuellen Streubreite und der vergleichsweise kleinen Fallzahl nicht mit einem signifikanten Unterschied zu rechnen. In unserem Kollektiv lagen die niedrigsten Sitzneigewinkel bei $-6,2^\circ$ (männlich) und $-6,5^\circ$ (weiblich), die höchsten Werte bei $-11,8^\circ$ (männlich) und $-11,2^\circ$ (weiblich). Dass wir bei den weiblichen Versuchspersonen im Mittel sogar geringere individuelle Sitzneigewinkel gemessen haben, ist nach unserer Beobachtung auf den Umstand zurückzuführen, dass die meisten der Probandinnen hautenge Jeans trugen. Bei der Demonstration der richtigen Sitzhaltung fiel auf, dass gerade diese Versuchspersonen Schwierigkeiten mit der Beckenkipfung hatten.

Auch diesem Umstand müssen wir in der Praxis Rechnung tragen. Da der individuelle Sitzneigewinkel unter möglichst praxisnahen Bedingungen ermittelt werden soll-

te, konnten und wollten wir jedoch auf diesen Faktor keinen Einfluss nehmen.

Zum Vergleich der Sitzneigewinkel in der mittleren und vorderen Position ist folgendes zu sagen. Geht man von der Überlegung aus, dass in der gewählten vorderen Sitzposition mit Abstützung der Unterarme der Oberkörper nach vorne verlagert wird und somit die Wirbelsäule insgesamt aus der Lotrechten ausweicht, dann müsste sich diese Stellung theoretisch auch in einer stärkeren Beckenkipfung aus der Lotrechten zeigen. Obschon im Vergleich mittlere/vordere Sitzhaltung im Mittel ein um $0,39^\circ$ größerer Sitzneigewinkel gemessen wurde, konnten die Differenzen statistisch nicht gesichert werden. Es wurden zwar einerseits mit $-13,3^\circ$ die größten Sitzneigewinkel gemessen, andererseits mit $-4,9^\circ$ ein Minimalwert, der noch niedriger ist als in der mittleren Sitzhaltung. Bei dieser Versuchsperson war die Beckenrückdrehung, die man bei vielen in dieser Sitzposition beobachten kann, besonders ausgeprägt. Unsere Annahme, dass in einer vorderen Sitzposition mit Abstützung der Unterarme auf der Tischplatte, grundsätzlich die größeren Sitzneigewinkel zu beobachten sind, wurde demnach nicht bestätigt.

In der 4. Versuchsreihe sollten mögliche Differenzen im Sitzneigewinkel bei unterschiedlicher Position des Drehpunktes ermittelt werden. Im ersten Fall befand sich der Drehpunkt in der Nähe der Sitzvorderkante und im zweiten Fall 25 mm vor der Sitzsäule, also ungefähr in der Mitte der Sitzfläche. Wie aus der Tabelle 1 zu entnehmen ist, konnten diese Differenzen statistisch gesichert werden. Mit $-9,23^\circ$ lag der Sitzneigewinkel bei vorderer Drehpunktlage um $1,44^\circ$ höher als bei mittlerer Drehpunktlage. Dieses Versuchsergebnis ist allerdings nur mit Einschränkung auf die Praxis übertragbar.

Die Tatsache, dass in der vorderen Drehpunktage die im Mittel größeren Sitzneigewinkel gemessen wurden, liegt darin begründet, dass in dieser Konfiguration eine größere Kontaktfläche zum Sitz besteht (siehe Abbildungen 6 und 5c) und sich damit der Rutscheffekt weniger störend bzw. erst bei einer größeren Schräglage bemerkbar macht. Ob dies in der Praxis an einem serienmäßigen Bürodrehstuhl auch der Fall sein wird, ist zweifelhaft. Aufgrund der mechanischen Gegebenheiten wird hier die Sitzneigung erst dann voll ausgelöst, wenn eine intendierte „Aufstehbewegung“ erfolgt. Ansonsten bleibt der Sitz in einer mehr oder minder schwachen Neigung, oder gar in der Neutralposition.

In der 5. Versuchsreihe sollten mögliche Differenzen in bezug auf die Sitzform aufgezeigt werden. Wie der Vergleich ergeben hat, waren die mittleren Sitzneigewinkel in beiden Testreihen nahezu identisch. Im ersten Fall war die Sitzfläche völlig plan bei einer Polsterdicke von etwa 3 cm, im zweiten Fall zeichnete sich der Sitz durch eine Sitzmul-

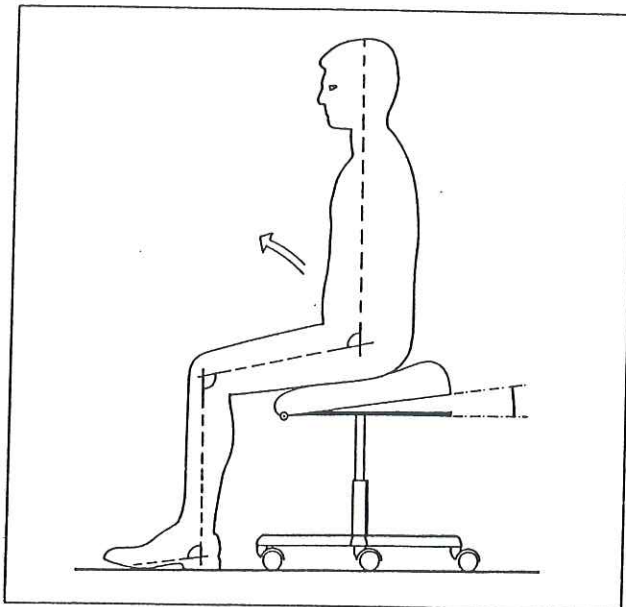


Abbildung 6: Sitzneigewinkel bei vorderem Drehpunkt
 Figure 6: Posture angle during sitting with anterior pivot
 Figure 6: Angl \acute{e} d'inclinaison du g \acute{e} ne sur point de rotation avant

de aus, bei der die Vorderkante in einem Radius von etwa 8 cm abgerundet war und der hintere Bereich eine Aufpolsterung von etwa 6 cm aufwies. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde die Hauptbezugslinie der Sitzfläche in der 0°-Ebene justiert. Beide Versuchssitze wiesen denselben Bezugstoff auf. Die Tatsache, dass bei unterschiedlich geformten Sitzen keine signifikant unterschiedlichen Sitzneigewinkel zu verzeichnen sind, kann nicht dahingehend interpretiert werden, dass die Formgestaltung der Sitzschale keinen entscheidenden Einfluss auf den Sitzkomfort und somit auf das Sitzverhalten hat. Sie wirkt sich lediglich nicht entscheidend auf den individuellen Sitzwinkel aus, wenn man im Falle einer konturierten Sitzfläche den Hauptanteil der Sitzfläche auf die 0°-Ebene bezieht. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die interindividuellen Differenzen in den Sitzneigewinkeln bei den meisten Probanden relativ gering waren. Sie lagen im Durchschnitt bei 1,4°, wobei in Einzelfällen Maximaldifferenzen von 3 bis 3,5°, in vielen anderen Fällen Abweichungen von weniger als 1° gemessen wurden. Vergleicht man die 24 erhobenen Einzelwerte einer Versuchsperson, so lässt sich bei einigen von ihnen eine deutliche Tendenz zu einer verbesserten „Treffergenauigkeit“ gegenüber anderen Versuchspersonen feststellen, was im Sinne eines unterschiedlichen Körper- und Bewegungsempfindens zu interpretieren wäre.

In der 6. Versuchsreihe sollte, wie bereits erwähnt, ein möglicher Zusammenhang zwischen Beinstellung und Sitzneigewinkel hergestellt werden. Wie aus Tabelle 1 zu entnehmen ist, konnten die Differenzen in den Sitzneigewinkel bei rechtwinkliger Beinstellung gegenüber den an-

deren drei möglichen Beinstellungen (siehe Abbildung 4) statistisch gesichert werden. Unter der Voraussetzung einer Federmechanik mit Drehpunkt in der Nähe der Sitzsäule, bestehen die folgenden biomechanischen Bedingungen: Werden die Kniegelenke aus der 90°-Position gebeugt und/oder gestreckt, so wandert die Kniegelenkebene unter die Hüftgelenkebene. Damit vergrößert sich der Hüftgelenkwinkel, was die Tendenz der Beckenklippung nach ventral begünstigt.

Verglichen mit einer Beckenklippung, die durch Aktivierung des M. Erector spinae im Lendenbereich erfolgt (siehe Abbildung 5c), ist hier keine ermüdende Muskelarbeit erforderlich (Schoberth 1989). Auf diese Weise kann im Sitzen eine Beckenklippung erreicht werden, wie sie für eine im Lot befindliche aufrechte Wirbelsäulenhaltung nötig ist (Brügger 1990).

Dass der Wechsel des Sitzneigewinkels und somit der Beckenklippung sehr stark vom individuellen Verhalten und der Art der Tätigkeit abhängig ist, mögen die beiden unterschiedlichen Verlaufsprofile in den Abbildungen 7 und 8 exemplarisch verdeutlichen. Im ersten Fall ist der zeitliche Verlauf des Sitzneigewinkels bei einer Person wiedergegeben, die typische Schreibtischarbeiten wie Telefonieren, handschriftliche Aufzeichnungen und Akten-

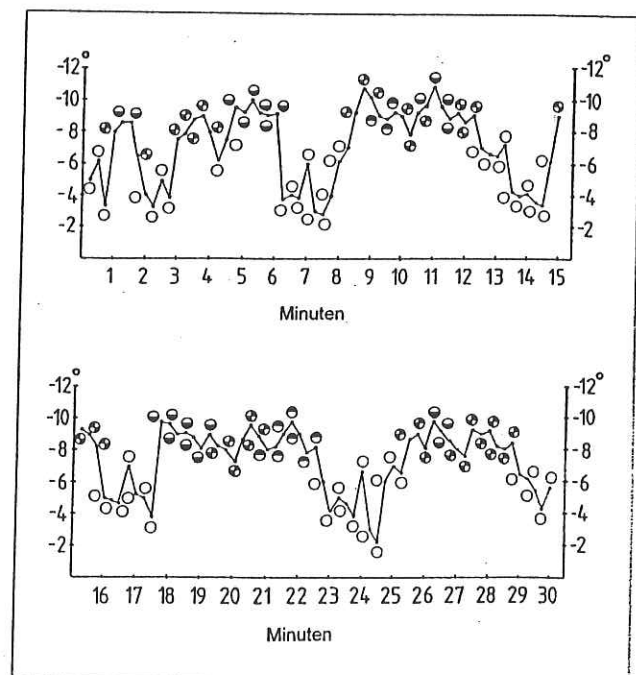


Abbildung 7: Änderung des Sitzneigewinkels durch Änderung der Beinstellung (Bedeutung der Symbole: siehe: Abbildung 4)

Figure 7: Changes in the posture tilt-angle caused by changes in the positioning of the legs (for the significance of the symbols, see figure 4)

Figure 7: Modification de l'angle d'inclinaison du g \acute{e} ne par modification de la position des jambes (importance des symboles: cf. figure 4)

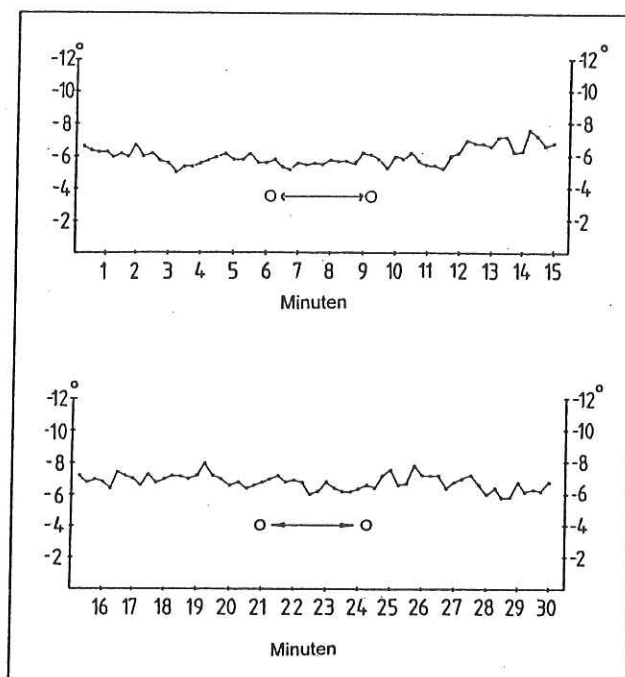


Abbildung 8: Relativ konstanter Sitzneigewinkel bei konstanter Beinpositionierung

Figure 8: Relatively consistent posture tilt-angle in conjunction with a consistent positioning of the legs

Figure 8: Angle d'inclinaison du siège relativement constant lorsque la position des jambes est constante

studium verrichtete. Es fällt auf, dass hier ein stetiger Wechsel der Sitzneigung erfolgt. Die Symbole an den Messpunkten geben die Beinpositionierung wieder. Deutlich ist zu erkennen, dass regelmäßig Phasen mit geringem Sitzneigewinkel von Phasen mit großem Sitzneigewinkel abgelöst werden; alles in allem ein sehr dynamischer Vorgang. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass aus methodischen Gründen positive Sitzneigewinkel wegen der fehlenden Rückenlehne und der besonderen Mechanik nicht erreicht werden konnten.

Ein völlig anderes Profil ergibt sich bei der Aufzeichnung einer Versuchsperson, die während der 30-minütigen Beobachtungsphase ausschließlich mit der Dateneingabe am PC nach Aktenvorlage beschäftigt war. Es fällt auf, dass während der gesamten Beobachtungszeit, die Beinpositionierung nicht verändert wurde (Ober- und Unterschenkel annähernd rechtwinklig) und der Sitzneigewinkel lediglich zwischen -6° und -8° schwankte. Dies ist nicht unbedingt ein typisches Profil für das Sitzverhalten am PC bei der Dateneingabe, sondern typisch für das Sitzverhalten einer einzelnen Person. Auf die Frage, weshalb während des Tests praktisch keine nennenswerten Beinbewegungen stattgefunden haben, gab die betreffende Versuchsperson zu Protokoll, dass sie als Schreibkraft gewohnt sei nach Tonbanddiktat zu schreiben und das Gerät mit einem Fußschalter

steuert. Somit sei sie es gewohnt, die Füße relativ unbeweglich zu halten.

Die Verlaufprofile anderer Versuchspersonen zeigten in der Tat auch bei der PC-Arbeit größere Schwankungen im Sitzneigewinkel.

Es soll mit diesen beiden Beispielen lediglich gezeigt werden, dass eine klare Abhängigkeit zwischen Beinpositionierung und Sitzneigewinkel besteht und dass es darüberhinaus sehr große individuelle Schwankungen hinsichtlich dieses Aspektes des Sitzverhaltens gibt.

5. Schlussfolgerungen für die Praxis

Auf der Basis von über 1500 Einzelmesswerten an 39 gesunden Versuchspersonen beiderlei Geschlechtes lässt sich sagen, dass ein mittlerer Sitzneigewinkel in einem Bereich von -8° anzusiedeln ist, wobei kurzfristig Neigungswinkel von bis zu -12° auftreten können. Konstruktiv begrenzte Neigungswinkel von -2° bis -4° halten wir aufgrund dieser Messergebnisse für zu gering. Auch auf der Ebene der Sitzflächenneigung kann das Sitzen bei entsprechenden technischen Voraussetzungen ein sehr dynamischer Prozess sein, wie der Abbildung 7 eindrucksvoll zu entnehmen ist. Dies lässt sich jedoch nur mit Mechaniken umsetzen, die eine permanente und selbsttätige Anpassung an den jeweiligen Sitzneigewinkel durch Verlagerung des Körpergewichtes ermöglichen. Jene Mechaniken, bei denen durch Betätigung eines Hebels ein bestimmter Sitzneigewinkel eingestellt und fixiert werden kann, halten wir für weniger geeignet, weil dieser Winkel bei jeder Lageänderung neu eingestellt werden müsste. Aus unserer Erfahrung mit Büroarbeitsplätzen wissen wir, dass dies in der Regel von den Benutzern nicht praktiziert wird, wobei die Sitzfläche meist in einer leichten Negativneigung oder sogar in der Neutralposition verbleibt. Ein längeres Verweilen in einer stärkeren Sitzneigung wird als unangenehm empfunden und ist auch aus ergonomischer Sicht nicht empfehlenswert. Erst ein dynamischer, angepasster Wechsel einer Sitzneigung an die jeweilige Beckenstellung stellt unseres Erachtens eine optimale Lösung dar.

Wir halten daher eine selbsttätig arbeitende Sitzneigemechanik für einen entscheidenden ergonomischen Fortschritt in der technischen Entwicklung von Bürodrehstühlen. Diese Art des dynamischen Sitzens ist aus unserer Erfahrung aber gewöhnungsbedürftig.

Aus den Ergebnissen unseres Vorversuches lässt sich interpretieren, dass viele Personen noch nicht gelernt haben, in einer freien Sitzhaltung das Becken so zu kippen, dass sich ihre Wirbelsäule „im Lot“ befindet, wie es bei Brügger (1990) eindrucksvoll beschrieben wird.

Diese Art der Haltungskontrolle halten wir für einen wichtigen Faktor bei der Vermittlung verhaltenspräventi-

ver Maßnahmen im Zusammenhang mit dem gesunden Sitzen am Arbeitsplatz.

In den verschiedensten Rückenschulskonzepten wird dies angemessen berücksichtigt. Bei einigen Bürodrehstuhlherstellern wird diesem Aspekt ebenfalls Rechnung getragen.

Aus verhaltenspräventiver Sicht ist zu wünschen, dass diese an sich alte Erkenntnis durch geeignete methodisch-didaktische Maßnahmen von den verschiedensten Einrichtungen wie den Bürodrehstuhlherstellern, Krankenversicherungsträgern, Therapiezentren, innerbetrieblichen Gesundheitszirkeln und vorrangig von Betriebsärzten weiterhin verstärkt vermittelt wird.

Literatur

Brügger A (1990) *Gesundörkerhaltung im Alltag*. Verlag Dr. Brügger, Zürich

Grandjean E, Häting W (1989) *Sitzen Sie richtig? Schriftenreihe f Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung

Kurz B, Diebschlag W (1992) *Arbeitsmedizinische Expertise zum Einstellbereich der Sitzenneigung bei Bürodrehstühlen*. Industrieverband Büroisitzmöbel, Düsseldorf

Rauber A, Kopsch F (1987) *Anatomie des Menschen, Band I: Bewegungsapparat*. Thieme, Stuttgart - New York

Schoberth H (1989) *Ordnung des Sitzens*. Springer, Berlin - Heidelberg - New York

Danksagung

Die Autoren danken Herrn Dipl. Math. Thorsten Reineke vom Institut für Biometrie, Universitätsklinikum der RWTH Aachen für die statistische Auswertung der Messergebnisse.

Eingang: 11. Januar 2000; Angenommen: 18. Februar 2000

Anschrift der Verfasser:

Dr. med. Fritz Andreas Geh

Hochschularzt der RWTH Aachen

Roermonder Str. 7 D-52072 Aachen

Telefon +49+241-80.44.44 Telefax +49+241-8888.320

E-Mail: Schoen@hsa.RWTH-Aachen.DE

ISBN: 3-87284-024-X

Der rollstuhlgerechte Arbeitsplatz

Handlungsanleitung zur Gestaltung des Arbeitssystems Rollstuhl / Fahrer

W. Rohmert, W. Lesser

Die Handlungsanleitung zur Gestaltung des Arbeitssystems Rollstuhl/Fahrer stellt eine praxisnahe Zusammenfassung der Ergebnisse des vom HdA geförderten Forschungsvorhabens „Ergonomische Untersuchungen zum Arbeitseinsatz von Rollstuhlfahrern“ dar. Ziel dieser Forschungen war es, wissenschaftliche Defizite im Bereich der Arbeitsgestaltung für Rollstuhlfahrer aufzuzeigen, die notwendige Erkenntnissammlung durchzuführen und diese Erkenntnisse schließlich den Interessenten zur Verfügung zu stellen.

Als Interessenten werden mit diesem Handbuch alle Personen angesprochen, die bei der Arbeitsplatzgestaltung für Rollstuhlfahrer mitwirken.

Zu diesem Leserkreis gehören insbesondere innerbetrieblich und überbetrieblich tätige Arbeitsplatzgestalter, Mediziner, Organisatoren und Vorgesetzte. Auch für die Betroffenen selbst sind wichtige Hinweise in dieser Anleitung enthalten.

Die Autoren dieser praxisbezogenen Broschüre, die als Band 12 in der Schriftenreihe des Zentralblattes für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie erschienen ist, sind Prof. Dr. W. Rohmert und Dr. W. Lesser. Die Broschüre umfaßt 136 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und ist zum Preis von 34,30 DM zzgl. Versandkosten und Mehrwertsteuer über die Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH zu beziehen.



Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH

Postfach 10 60 60, 69050 Heidelberg, Tel.: 06221/64 46-0

Fax: 06221/64 46-40, e-mail: haefner-verlag@hei-net.de