

# Zentralblatt

für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie



**Berufsbedingte Infektionen bei Erzieherinnen und Erziehern in Kindergärten**

**Feldstudie zum dynamischen Sitzen unter verschiedenen Arbeitsplatzbedingungen**

**Sonderdruck  
aus  
Zentralblatt  
2/2009**

# Zentralblatt

für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie



## Berufsbedingte Infektionen bei Erzieherinnen und Erziehern in Kindergärten

### Feldstudie zum dynamischen Sitzen unter verschiedenen Arbeitsplatzbedingungen

Titelfoto: iStockphoto

Februar Nr. 2/2009

February No. 2/2009

---

Gine Elsner, Gabriela Petereit-Haack, Albert Nienhaus  
**Berufsbedingte Infektionen bei Erzieherinnen und Erziehern in Kindergärten**  
34–42

**Fritz A. Schön, Dieter Preim**  
**Feldstudie zum dynamischen Sitzen unter verschiedenen Arbeitsplatzbedingungen**  
44–55

---

**Buchbesprechungen**  
43

---

**In eigener Sache**  
**Editorial board**  
55

---

Dr. Sabine Wicker  
**Tagungsbericht**  
**2nd Global Vaccine Congress 2008**  
56–57

---

**Mitteilungen**  
58–59

---

**Ausschreibungen**  
60

---

**Tagungsankündigungen**  
60–62

---

**Fortbildungsveranstaltungen**  
63–64

---

Gine Elsner, Gabriela Petereit-Haack, Albert Nienhaus  
**Work related infections in kindergarten workers**  
34–42

**Fritz A. Schön, Dieter Preim**  
**Field Study on Dynamic Sitting under Different Work Station Conditions**  
44–55

---

**Book reviews**  
43

---

**On one's own account**  
**Editorial board**  
55

---

Dr. Sabine Wicker  
**Congress report**  
**2nd Global Vaccine Congress 2008**  
56–57

---

**News**  
58–59

---

**Announcements**  
60

---

**Meeting announcements**  
60–62

---

**Education and training**  
63–64

Hochschulärztliche Einrichtung der Rheinisch Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

## Feldstudie zum dynamischen Sitzen unter verschiedenen Arbeitsplatzbedingungen

Fritz A. Schön, Dieter Preim

*F.A. Schön, D. Preim: Feldstudie zum dynamischen Sitzen unter verschiedenen Arbeitsplatzbedingungen. Zbl Arbeitsmed 59 (2009) 44–55*

**Schlüsselwörter:** Dynamisches Sitzen – Sitzneigungswinkel – Bewegungsprofil

**Zusammenfassung:**

*Es wurde an insgesamt 64 freiwilligen, gesunden Versuchspersonen beiderlei Geschlechts das Sitzverhalten auf einem serienmäßigen Bürodrehstuhl mittels eines speziell entwickelten Aufzeichnungsgerätes unter verschiedenen realistischen Arbeitsplatzbedingungen untersucht. Im Einzelnen waren dies Büroarbeitsplätze, Arbeitsplätze in einem Callcenter, eine Leitstelle mit Überwachungstätigkeit und der Bereich einer Seminarveranstaltung für Studierende. Es wurden insgesamt 77 Messprotokolle mit einer Gesamtaufzeichnungszeit von 380 Stunden angefertigt.*

*Ein Zusammenhang zwischen den Bewegungen von Sitzfläche und Rückenlehne in Abhängigkeit von der Tageszeit konnte nur am Arbeitsplatz mit Überwachungstätigkeit festgestellt werden und zwar für die Zeit von Mitternacht bis 5:00 Uhr morgens. Hinweise, dass in der Phase des nachmittäglichen Tiefs am Büroarbeitsplatz vermehrt die hintere Sitzposition eingenommen werden würde, ergaben sich nicht. Einen Zusammenhang zwischen einer bestimmten Tätigkeit und dem Sitzverhalten konnten wir nur für stereotype Arbeitsabläufe herstellen wie beispielsweise dem Arbeiten an einem Flachbettscanner. Ein Zusammenhang zwischen Bewegungsverhalten und Arbeitsaufgabe ergab sich nicht, wenn man verschiedene Personen unter identischen Arbeitsplatzbedingungen und identischen Arbeitsaufgaben vergleicht. Das individuelle Sitzverhalten ist offensichtlich so prägend wie der menschliche Gang. Bei einem Teil der Versuchspersonen konnten in den Messprotokollen immer wiederkehrende Mikrobewegungen beobachtet werden, so dass man in solchen Fällen sogar von einer Art „motorischem Fingerabdruck“ sprechen könnte.*

*Die Vermutung, dass man bei einer Sitzflächenneigung von  $-10^\circ$  aus dem Stuhl rutscht, kann eindeutig nicht bestätigt werden. In keinem einzigen Fall ist dies von den Probanden berichtet worden, selbst von denen nicht, die vor dem Versuch dieser Meinung waren.*

*Vergleicht man die prozentuale Verteilung der verschiedenen Sitzhaltungen, dann zeigt sich für die untersuchten Arbeitsplatzbedingungen eine herausragende Stellung für die vordere Sitzhaltung, selbst für Arbeitsaufgaben wie einer Überwachungstätigkeit, bei der man dies gemeinhin nicht erwartet hätte.*

### Field Study on Dynamic Sitting under Different Work Station Conditions

*F.A. Schön, D. Preim: Field Study on Dynamic Sitting under Different Work Station Conditions. Zbl Arbeitsmed 59 (2009) 44–55*

**Key words:** Dynamic sitting – seat inclination – sitting behaviour

**Summary:**

*A total of 64 voluntary and healthy subjects of both genders were tested with respect to the sitting behaviour on a standard office chair (swivel chair) by means of a specially developed recording device under various realistic work station conditions. The experimental equipment was located in offices, in a call centre, in a control centre with monitoring function and in the area of a seminar event for students. A total of 77 test charts and a recording time of 380 hrs have been generated during this field study. A relation between the movements of seat and backrest against the time of the day could only be detected at the work station with monitoring function, namely between midnight and 05:00 am.*

*There is no conclusive evidence that the subjects used the posterior position of the chair more often during the low in the afternoon. A relation between a certain occupation and the sitting behaviour could only be observed for stereotypical operations (e.g. working with the flat bed scanner).*

*Anschrift für die Verfasser*

Dr. Fritz Andreas Schön ■ Hochschulärztliche Einrichtung der Rheinisch Westfälischen Technischen Hochschule Aachen ■ Roermonder Straße 7 D-52072 Aachen ■ Telefon: +49+241-80-94444 ■ Facsimile: +49+241-80-92320 ■ E-Mail: schoen@hsa.rwth-aachen.de

*The field study did not show any evidence for a relation between sitting behaviour and the operational task when comparing different persons with identical working conditions and tasks. Apparently, the individual sitting behaviour is as formative as human walking behaviour.*

*Some subjects featured repetitive micro-movements on the test charts which can be regarded as a type of “neuromuscular fingerprint”.*

*The assumption that one would slide from the chair with a seat inclination of  $-10^\circ$  could not be confirmed. There is not a single case in which such a behaviour was observed, not even in those cases where the subjects had anticipated it.*

*When comparing the percentage distribution of the various sitting postures, it shows that the front position of the seat is still the preferred one for all the work station conditions observed, even for monitoring tasks (here, the first assumption was the posterior seat position).*

## 1. Einleitung

Eine Recherche unter den namhaftesten deutschen und ausländischen Herstellern von Bürodrehstühlen hat ergeben, dass man über das Sitzverhalten auf einem serienmäßigen Bürodrehstuhl relativ wenig weiß.

Der Begriff „dynamisches Sitzen“ ist zwar allgemein bekannt, bezieht sich aber im Verständnis der meisten Befragten auf eine Bewegung, die zwischen Rückenlehne und Sitzfläche erfolgt. Diese Form der Bewegung auf einem Bürodrehstuhl kann man heute aus ergonomischer Sicht als Mindeststandard ansehen.

Mechaniken, die zusätzlich eine automatische Bewegung der Sitzfläche nach vorne ermöglichen, werden nur von wenigen Bürodrehstuhl-Herstellern angeboten.

Bei der überwiegenden Mehrheit der Hersteller herrscht die Meinung vor, dass der Neigewinkel auf maximal  $-4^\circ$  begrenzt sein müsste (Grandjean & Hüting 1989; Kurz & Diebschlag 1992).

In der Regel geschieht das durch eine Hebeleinstellung, die die Sitzfläche konstant auf  $-4^\circ$  neigt. Dieser Neigungsgrad bleibt auch dann bestehen, wenn er bei einer Rückneigung wieder aufgehoben werden sollte.

Zur Zeit besteht bei vielen Herstellern die Meinung, dass eine Sitzneigemechanik eher von untergeordneter Bedeutung sei, da die Sitzhaltung der Zukunft ohnehin die hintere Sitzposition sein würde. Zur Begründung verweist man auf zukünftige Technologien wie die Spracheingabe und die überwiegende Arbeit an Flachbildschirmen, die man möglichst entspannt in einer hinteren Sitzposition betrachten sollte.

Ungeachtet dieser Zukunftsszenarien sollte einmal die Frage geklärt werden, wie sich das Sitzverhalten unter den derzeitigen Arbeitsbedingungen darstellt.

Folgende Fragestellung ist hier von Interesse:

1. Wie lange wurde der Stuhl besessen?
2. Wie sind die Bewegungen von Sitzfläche und Rückenlehne über den Arbeitstag verteilt?
3. Wie groß ist der prozentuale Anteil von vorderer, mittlerer und hinterer Sitzposition?
4. Wie häufig sind die Wechsel in den verschiedenen Sitzhaltungen?
5. Bestehen Unterschiede zu den jeweiligen Arbeitsaufgaben?
6. Trifft es zu, dass man bei  $-10^\circ$  Sitzneigung aus dem Stuhl rutscht?

## 2. Methodik

Um dies an einem serienmäßigen Bürodrehstuhl mit automatischer Sitzneigemechanik zu erproben, wurde ein Aufzeichnungsgerät entwickelt, das die Drehbewegungen von Rückenlehne und Sitzfläche kontinuierlich über einen 8-Stunden-Arbeitstag aufzeichnet. Bei dem Bürodrehstuhl handelte es sich um einen ergonomischen Arbeitsstuhl Modell ContourLine der Firma Dauphin, Offenhausen. Dieses Bürodrehstuhlmodell befindet sich seit mehreren Jahren an vielen Büroarbeitsplätzen unserer Hochschule.

Das Aufzeichnungsgerät ist batteriebetrieben und zeichnet über zwei Messwertaufnehmer die Drehbewegungen, die auf ein Trimm-Potentiometer übertragen werden, über zwei Servomotoren in einer Linearbewegung auf eine Schreibertrommel auf. Die Aufzeichnungstrommel hat einen Umfang von

500 mm, so dass bei einer Schreibergeschwindigkeit von 1 mm/Minute ein ganzer 8-Stunden-Arbeitstag aufgezeichnet werden kann.

Die Aufzeichnung erfolgt linear über zwei Schreiberkurven durch Stahlnadeln, die sich über einer beruhten Aluminiumfolie bewegen. Dadurch können haarfeine Kurven erzeugt werden. Nach der Aufzeichnung wurde die beruhte Folie mit Klarlack fixiert.

Der Vorteil dieses Messverfahrens gegenüber einer digitalen Aufzeichnung liegt darin, dass man bereits nach der Messung einen ersten direkten Überblick über das Sitzverhalten gewinnen kann, gewissermaßen nach Art eines Fahrtenschreibers. Durch die Direktaufzeichnung jeder noch so kleinen Bewegung und der spielfreien Ansteuerung der Schreibernadeln konnten auch kleinste Bewegungen beobachtet werden. Bei einem Vorschub von 1 mm/Minute (8-Stunden-Aufzeichnung) sind drei Ausschläge noch eindeutig als Einzelbewegung zu erkennen. Die Schreibertrommel wird über einen Schrittmotor angetrieben, dessen Elektronikmodul eine Aufzeichnung über zwei Stunden, vier Stunden oder acht Stunden zuließ.

Die folgenden Abbildungen sollen einen Überblick über den Aufbau dieses Aufzeichnungsgerätes vermitteln.

## Umfang der Feldstudie

Die Untersuchungen an den verschiedenen Arbeitsplätzen erstreckten sich über einen Zeitraum von einem Jahr.

Die Messungen erfolgten unter möglichst realistischen Arbeitsbedingungen. Die Versuchspersonen wurden lediglich gebeten, in einem Protokollblatt ihre



Tätigkeiten stichwortartig zu notieren. Am Ende der Aufzeichnung wurde das Stundenprotokoll mit der Schreiberaufzeichnung verglichen.

Im Einzelnen wurde die Feldstudie in den folgenden Arbeits- und Tätigkeitsbereichen durchgeführt.

**Büroarbeitsplatz** (21 Probanden; 16 weiblich; 5 männlich)

Aufzeichnungszeit: 195 Stunden.

Bei diesen Arbeitsplätzen handelte es sich um Arbeitsplätze im Bereich der Hochschulverwaltung, die mit einem PC ausgestattet waren, bei denen die PC-Arbeit jedoch nicht ausschließlich im Vor-

dergrund stand. Es handelte sich also in den meisten Fällen um den klassischen Mischarbeitsplatz. Neben der Dateneingabe am PC oder der Internetrecherche erstreckten sich die Tätigkeiten auch in der typischen Bürotätigkeit wie Telefonieren, Bearbeiten von Akten durch handschriftliche Notizen, das Lesen, Ar-



Abbildung 1 (links oben): Sitzträger des Bürodrehstuhlmodells „ContourLine“ der Firma Dauphin, Offenhausen  
Figure 1 (left above): Support of the office chair, Mod. “ContourLine”, Dauphin, Offenhausen

Abbildung 2 (rechts oben): Schreibereinheit ohne Elektronikmodule. Über die elektronische Ansteuerung des Schrittmotors konnte die Aufzeichnungszeit für zwei, vier oder acht Stunden eingestellt werden.  
Figure 2 (right above): Recorder without electronic control system. The duration of registration is two, four or eight hours.

Abbildung 3 (links unten): Aufzeichnungsgerät von der Seite. Vorne links das Elektronikmodul für den Schrittmotor, dahinter das Elektronikmodul für die beiden Servomotoren.  
Figure 3 (left below): Recorder from the left side. On the left of the front the electronic control system for the steppingmotor, behind it the electronic control system for the two servo motors.

Abbildung 4 (rechts unten): Aufzeichnungsgerät am Büroarbeitsplatz. Die Aufhängung an der Sitzsäule ist so konzipiert, dass eine individuelle Einstellung aller Stuhlfunktionen und jede Bewegung ohne Behinderung durch die Messeinheit im Stuhl möglich ist.  
Figure 4 (right below): Experimental equipment at the office place. The equipment is fastened below the office chair, so that it is possible to adjust all individual functions of the test subject.

chivieren und die übliche Kommunikation mit Kolleginnen und Kollegen.

Fünf der Versuchspersonen in der Abteilung Zentraleinkauf der RWTH Aachen hatten identische Arbeitsplatzbedingungen und einen identischen Aufgabenbereich, so dass sich hier möglicherweise beobachten ließ, ob sich ein bestimmtes Bewegungsverhalten einer bestimmten Tätigkeit zuordnen lassen würde.

Einige der Versuchspersonen, bei denen ein auffälliges Muster im Kurvenverlauf direkt zu beobachten war, wurden gebeten, den Versuch einige Tage später unter den gleichen Bedingungen zu wiederholen. Die Anzahl der Messprotokolle im Bereich „Büroarbeitsplatz“ ist daher größer als die Anzahl der Probanden.

#### Callcenter (24 Probanden; weiblich)

Aufzeichnungszeit: 80 Stunden.

Bei diesem Arbeitsplatz handelt es sich um die Telefonvermittlung des Universitätsklinikums Aachen. Die Untersuchungen wurden in der Zeit von 8:00 Uhr bis 18:00 Uhr durchgeführt, in denen die meisten Telefonate stattfinden. Es handelt sich hierbei um ein Großraumbüro mit ca. 10 Arbeitsplätzen, die dem neuesten technischen Standard entsprechen.

#### Leitstelle „Hochschulwache“ (5 Probanden; männlich)

Aufzeichnungszeit: 82 Stunden.

Die Leitstelle der RWTH Aachen ist rund um die Uhr besetzt:

- Schicht 1: 06:00 Uhr bis 14:00 Uhr;
- Schicht 2: 14:00 Uhr bis 22:00 Uhr;
- Schicht 3: 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr.

Es wurden insgesamt 13 Aufzeichnungen erstellt: zwei für die 1. Schicht,

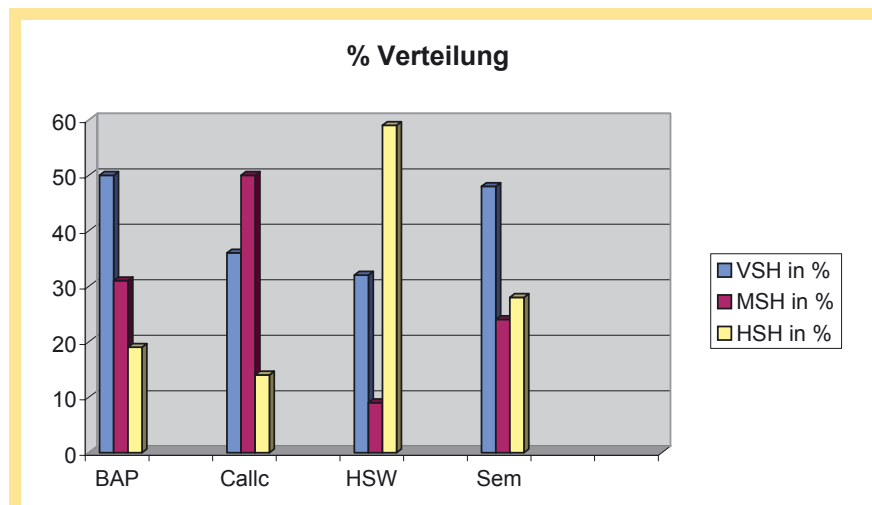


Abbildung 5: Prozentuale Verteilung von vorderer (VSH), mittlerer (MSH) und hinterer (HSH) Sitzhaltung für die verschiedenen Arbeitsbereiche. Büroarbeitsplatz (BAP); Callcenter (Callc.); Hochschulwache (HSW); Seminarveranstaltung (Sem)

Figure 5: Percentage of forward (VSH), upright (MSH) and reclining (HSH) seated posture for the different working conditions. Office place (BAP), Callcenter (Callc.), Attendant office of the university (HSW), participants in a seminar (Sem)

sieben für die 2. Schicht und vier für die 3. Schicht.

Die Aufgaben der Bediensteten der Leitstelle sind wie folgt: Annahme von Telefonaten und weitere Vermittlung, Funkkontakt mit den Kollegen im Außenbereich; Beobachtung mehrerer Monitore von Überwachungskameras; Schlüsseldienst für verschiedene Gebäude.

#### Seminarveranstaltung (14 Probanden; 5 weiblich; 9 männlich)

Aufzeichnungszeit: 23 Stunden.

Die Lehrveranstaltung an der RWTH Aachen war Teil eines internationalen Studienganges für Naturwissenschaftler.

Die Ausstattung des Seminarraumes bestand aus 30 Objektstühlen an 6 Tischreihen in frontaler Anordnung zu Tafel

und Overheadprojektor. Der Dozent lehrte im üblichen Stil des Frontalunterrichts.

Zur **Auswertung der Schreiberaufzeichnungen** ist folgendes zu sagen:

Um eine Differenzierung der verschiedenen Sitzhaltungen zu erreichen, wurde jede Schreiberauslenkung über  $-5^\circ$  als vordere und jede Auslenkung über  $+5^\circ$  als hintere Sitzhaltung definiert.

In Vorversuchen hat sich diese Vorgehensweise bei diesem Arbeitsstuhlmodell als praktikabel erwiesen, da bei der Beobachtung der Probanden in der Sagittalebene noch keine größere Vorder- oder Rückneigung zu beobachten war, wohl aber ein deutlicher Schreiberausschlag.

Tabelle 1: Ergebnis der Auswertung von 77 Messprotokollen. n.bes. = nicht besessen; VSH = vordere Sitzhaltung; MSH = mittlere Sitzhaltung; HSH = hintere Sitzhaltung; Pos.We = Positionswechsel

Table 1: Evaluation of 77 records. N.bes. = not taken; VSH = forward seated posture; MSH = upright seated posture; HSH = reclining seated posture; Pos.We = change of postures

Arbeitsplatz	Anzahl Prob.	Aufz.-Zeit Std.	Stuhl n.bes. Std.	% Anteil	Ges-SitzZ Std.	VSH %	MSH %	HSH-%	Pos We/Std.
Büroarbpl.	21	195	40	20,5	155	50	31	19	22
Callcenter	24	80	6	7,5	74	36	50	14	41
Hochschulw.	5	82	6	7,3	76	32	9	59	37
Seminar	14	23	2	8,7	21	48	24	28	22
<b>Summe</b>	<b>64</b>	<b>380</b>							

### 3. Ergebnisse

Die Tabelle 1 gibt die Gesamtheit aller Daten wieder, die diesem Auswertemodus bei 77 Messprotokollen zugrunde liegen. In erster Linie interessierte uns die prozentuale Verteilung der drei Sitzpositionen.

In der Abbildung 5 sind die drei Sitzpositionen für die verschiedenen Arbeitsbereiche grafisch dargestellt.

Die folgenden Graphiken geben die Verteilungen der verschiedenen Sitzhaltungen und der Positionswechsel in Form von sog. Boxplots wieder.

Der Mittelstrich im Kasten des Box-Plots stellt den Median dar, der untere Rand des Kastens das untere Quartil (25%-Quantil) und der obere Rand das obere Quartil (75%-Quantil).

Die beiden Linien im Boxplot reichen bis zum größten bzw. kleinsten Wert im jeweiligen Kollektiv, der sich noch innerhalb einer Entfernung von 1,5 Kastenlängen vom oberen oder unteren Rand des Kastens befindet. Zur Hervorhebung von möglichen Ausreißern sind Messwerte, die sich mehr als 1,5 Kastenlängen vom oberen oder unteren Rand

des Kastens entfernt befinden, durch Kreise dargestellt.

Für die vordere Sitzhaltung (Abbildung 6) ist zu sagen, dass sie am meisten am Büroarbeitsplatz repräsentiert wird, gefolgt vom Seminarbereich, wobei hier die Streuung der ermittelten Werte größer ist.

Die mittlere Sitzhaltung (Abbildung 7) ist eindeutig an den Arbeitsplätzen des Callcenters vorherrschend. Der Verteilungsunterschied im Vergleich zum Seminarbereich, zur Hochschulwache und zu den Büroarbeitsplätzen ließ sich

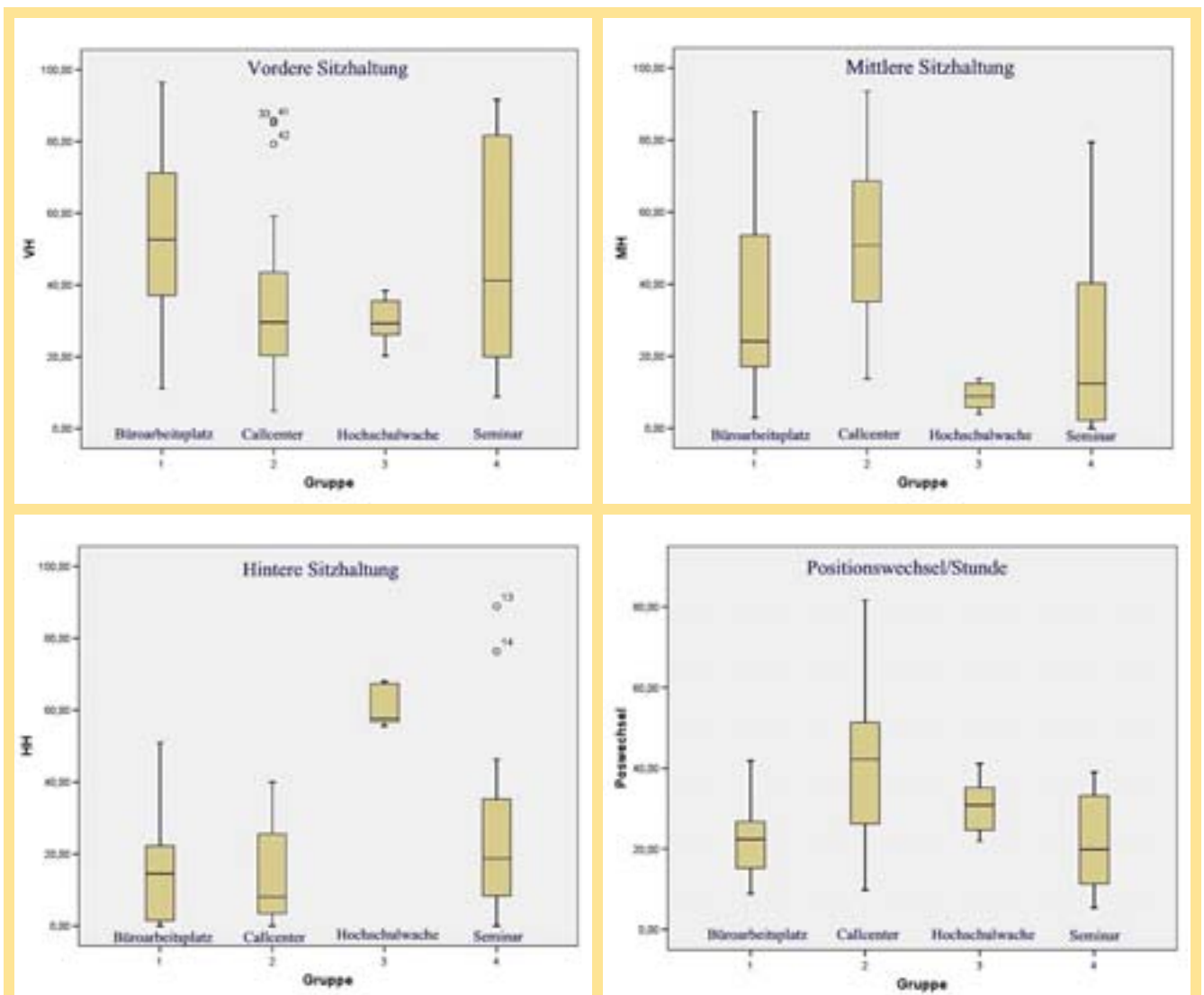


Abbildung 6 (links oben): Boxplot „Vordere Sitzhaltung“. Figure 6 (left above): Boxplot “Forward seated posture”

Abbildung 7 (rechts oben): Boxplot „Mittlere Sitzhaltung“. Figure 7 (right above): Boxplot “upright seated posture”

Abbildung 8 (links unten): Boxplot „Hintere Sitzhaltung“. Figure 8 (left below): Boxplot “reclining seated posture”

Abbildung 9 (rechts unten): Boxplot „Positionswechsel/Stunde“. Figure 9 (right below): Boxplot “change of seated postures”



statistisch sichern (jeweils mindestens  $p < 0,02$ ). Bezüglich der statistischen Analyse ist allerdings auf die relativ kleine Probandenanzahl von 5 im Arbeitsbereich „Hochschulwache“ hinzuweisen.

Die hintere Sitzhaltung (Abbildung 8) ist offensichtlich für den Bereich der Überwachungstätigkeit vorherrschend (im Gegensatz zu den drei anderen Arbeitsbereichen). Dieser deutliche Unterschied ist ebenfalls statistisch signifikant (jeweils  $p < 0,01$ ).

Positionswechsel (Abbildung 9) traten erwartungsgemäß häufiger bei Arbeitsplätzen im Callcenter auf. Es besteht ein signifikanter Verteilungsunterschied im Vergleich zu den Bereichen Seminar und Büroarbeitsplatz (jeweils  $p < 0,01$ ).

#### 4. Diskussion der Ergebnisse

Wie aus den Graphiken zu ersehen ist, stellt die vordere Sitzhaltung die dominierende Haltung für den Büro- und Seminarbereich dar.

Selbst in den beiden anderen Bereichen, dem Callcenter ist diese Sitzhaltung mit 36% und an einem Arbeitsplatz mit Überwachungstätigkeit wie der Hochschulwache mit 32% vertreten. Dies zeigt die überragende Bedeutung einer entsprechenden Stuhlmechanik selbst für Arbeitsbereiche, von denen man bisher gemeint hatte, dies vernachlässigen zu können.

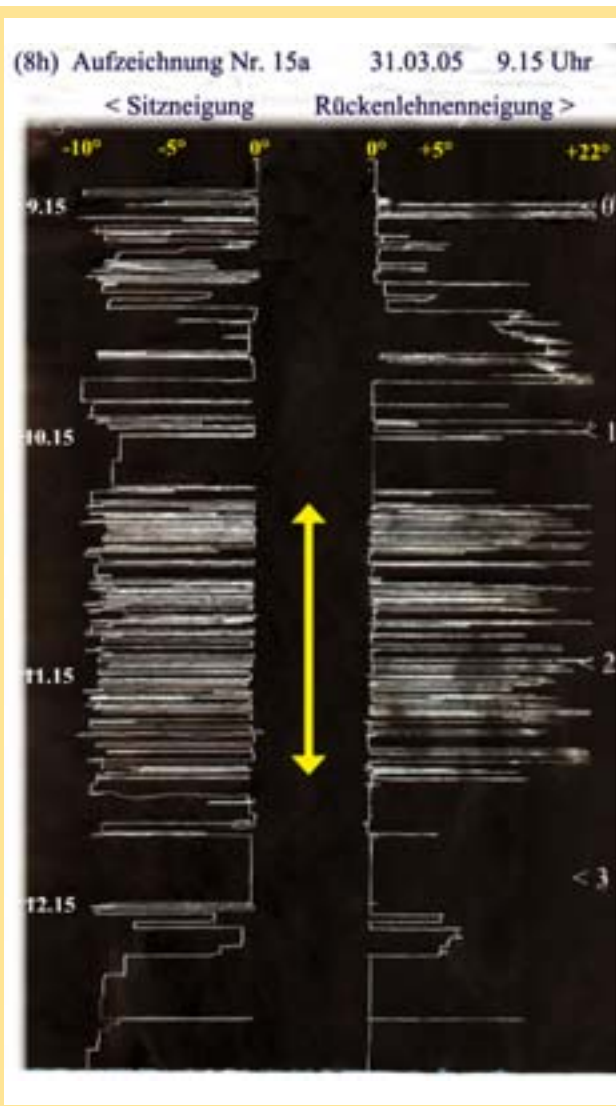
In diesem Zusammenhang muss man einschränkend sagen, dass das Aufzeichnungsgerät exakt den maximalen Winkel von  $-10^\circ$  anzeigt, der Proband aber diesen Winkel praktisch auf zweifache Weise erreichen kann, einmal mit Kontakt zur Rückenlehne und einmal ohne Rückenlehnenkontakt, indem er auf der Vorderkante des Stuhles sitzt. Diese sog. „Vorderkantensitzer“ kann man an jedem Arbeitsplatz beobachten. Bei einem Stuhl ohne Sitzneigemechanik würde dies zwangsläufig zu einer belastenden Beckenrückdrehung führen. Bei einem Arbeitsstuhl mit automatischer Sitzneigemechanik käme dann auch in der freien Sitzhaltung gewissermaßen der „Sitzkeileffekt“ zum Tragen.

#### Büroarbeitsplätze

Die Frage, ob es ein bestimmtes Sitzverhalten gibt, das man eindeutig einer

Abbildung 10:  
Messprotokoll eines Büroarbeitsplatzes. In dem Zeitabschnitt des Doppelpfeils erfolgte das Einscannen von Bildvorlagen auf einem Flachbettscanner und der anschließende Ausdruck.

Figure 10:  
Record of motion study at an office place. The interval of the double arrow represents the working with the flat bed scanner and the following prints.



bestimmten Tätigkeit zuordnen kann, lässt sich nur bedingt bejahen.

Wenn es sich um so stereotype Bewegungen wie das Scannen von Bildvorlagen und den anschließenden Ausdruck der Bilder handelt, dann kann man das sicherlich feststellen. Die Abbildung 10 zeigt ein derartiges Beispiel.

In dem Zeitabschnitt des Doppelpfeils wurden die Bildvorlagen auf einen rechts stehenden Flachbettscanner gelegt, was zu einer starken Vorneigung im Sitz führte. Der anschließende Scan- und Druckvorgang wurde in der hinteren Sitzhaltung abgewartet. Auf diese Weise entsteht ein charakteristisches „Kammuster“ auf beiden Aufzeichnungskanälen.

Anders ist allerdings die Frage zu beantworten, ob es Übereinstimmungen

bei verschiedenen Personen gibt, die dieselben Aufgabenbereiche wahrnehmen, wie beispielsweise fünf Bedienstete der Abteilung Zentraleinkauf. Diese Versuchspersonen verfügten über dieselbe Arbeitsplatzausstattung und waren mit identischen Arbeitsabläufen betraut, wie Dateneingabe in den PC, Internetrecherchen, Bearbeitung von Beschaffungsanträgen in der Papierform.

Eventuelle Übereinstimmungen zu irgendeiner der Tätigkeiten konnten nicht einmal im Ansatz erkannt werden. Bei den fünf Versuchspersonen war zum Teil ein extrem abweichendes Sitzverhalten zu beobachten, was sich allein schon im Einzelvergleich der prozentualen Verteilungen zeigt.

Da gab es zum einen die typische „Vorderkantensitzerin“ mit einem pro-





Abbildung 11:  
Aufzeichnung „Büro-  
arbeitsplatz“ mit typi-  
schem Bewegungsmus-  
ter in der Rückenleh-  
nenneigung, das nur  
bei dieser Versuchsperson zu beobachten  
war.

Figure 11:  
Record of motion stu-  
dy at an office place  
with typical recurrent  
pattern in the motion  
of the backrest, which  
is characteristic for  
this test subject.

zentualen Anteil von 87% in der vorderen, 7% in der mittleren, 6% in der hinteren und ganzen 9 Positionswechseln pro Stunde gegenüber einer Versuchsperson mit 50% vorderer, 29% mittlerer, 21% hinterer und 38 Positionswechseln pro Stunde.

Dieser Vergleich zeigt bereits, dass das Bewegungsverhalten auf einem Bürodrehstuhl weniger von der Arbeitsaufgabe als vielmehr vom „motorischen Temperament“ der betreffenden Person abhängt.

Bei einem Teil der Versuchspersonen ließ sich in regelmäßigen Zeitabständen ein immer wiederkehrendes Muster feststellen, das sich entweder in der Lehnerrückneigung oder auch in der Sitzflächenneigung zeigte.

Die Abbildung 11 zeigt ein derartiges Beispiel für die Rückenlehnenneigung.

Dieser treppenförmige Kurvenverlauf kommt dadurch zustande, dass die Versuchsperson in einer bestimmten Winkelstellung für 2 bis 3 Minuten innehält und dann wieder eine kleine Teilbewegung auslöst. Dieser Vorgang wiederholt sich in regelmäßigen Zeitabständen. Man kann in solchen Fällen geradezu von einer Art „motorischem Fingerabdruck“ sprechen, der charakterisiert ist durch ständig wiederkehrende Mikrobewegungen.

Der prozentuale zeitliche Anteil von 20,5% für den Büroarbeitsplatz, an dem der Stuhl im Mittel nicht besessen wurde (siehe Tabelle 1), ist höher als der tarifliche Pausenanteil und belegt, dass der Arbeitsstuhl während des Arbeitstages auch öfter verlassen wurde, um Botengänge zu verrichten oder auch bestimmte Tätigkeiten im Stehen durchzuführen.

Für die anderen Arbeitsbereiche liegt dieser Anteil jeweils unter 10% und ergibt sich allein schon von der jeweiligen Arbeitsaufgabe. So wurde beispielsweise der Stuhl während des Seminars nur von den Studierenden verlassen, die einen Beitrag an der Tafel oder am Overheadprojektor zu leisten hatten.

#### Arbeitsplatz mit Überwachungstätigkeit

Für einen Arbeitsplatz wie der Leitstelle unserer Hochschulwache ist man spontan geneigt zu behaupten, dass die vorrangige Sitzposition die hintere Sitzhaltung sei. Dies ist auch im Mittel der Fall, wie das Säulendiagramm in Abbildung 5 und der Boxplot in Abbildung 8 zeigen.

Der hohe prozentuale Anteil von 32% für die vordere Sitzposition ist jedoch bemerkenswert. Es mag sicher an dem regen Publikumsverkehr gelegen haben, der in der Zeit zwischen 9:00 Uhr bis 20:00 Uhr zu beobachten war, dass hier diese häufigen Haltungsverwechseln stattfanden. Überraschend ist, dass der Haltungsverwechsel im Mittel sogar höher liegt als an einem Büroarbeitsplatz und nur noch von den Arbeitsplätzen im Callcenter übertroffen wurde. Man kann dieses Bewegungsverhalten so interpretieren, dass aufgrund der oben genannten sehr unterschiedlichen Einzeltätigkeiten ein Verweilen in der hinteren Sitzposition, wie es bei einer reinen Überwachungstätigkeit von Monitoren gegeben ist, überhaupt nicht möglich war. Dieser Arbeitsanteil herrschte erst in der Zeit von 22:00 Uhr bis 6:00 Uhr morgens vor, was die Aufzeichnungsprotokolle eindeutig wiedergeben. Für die Interpretation der Positionswechsel ist wichtig zu wissen, dass diese Zahl nur den Wechsel von einer in die andere Sitzposition wiedergibt. Es ist daher durchaus möglich, dass ein hoher Anteil überwiegend durch den Wechsel von der vorderen in die hintere Sitzposition zustande gekommen ist, wie in den Aufzeichnungen an der Leitstelle der Hochschulwache und im anderen Fall, wie im Callcenter noch höhere Werte dadurch entstehen, dass ein häufiger Wechsel für alle Sitzhaltungen zu beobachten ist. Der Zahlenwert allein gibt das nicht her.

Die folgenden beiden Aufzeichnungen zeigen den typischen Verlauf eines Messprotokolls an der Leitstelle unserer Hochschulwache zum einen für die Zeit von 6:00 Uhr bis 10:00 Uhr (1. Schicht) und zum anderen für einen Zeitraum von 2:00 Uhr bis 5:30 Uhr (3. Schicht).

In der Abbildung 12 ist deutlich zu erkennen, dass von 6:00 Uhr bis 8:00 Uhr die hintere Sitzposition überwiegt, gelegentlich unterbrochen von einigen Hal- tungswechseln in die vordere Sitzposition. Über einen längeren Zeitraum von 20 bis 30 Minuten finden keine Hal-

tungswechsel statt und die Rückenleh- nenneigung befindet sich am Anschlag, nur unterbrochen von einigen Wipp- bewegungen in der hintersten Sitzposi- tion, die an den breiten hellen Stellen zu erkennen sind, an denen der Schreibstift durch die raschen kurzen Bewegungen die Aluminiumfolie regelrecht blank poli- ert hat.

Ab 8:30 Uhr ändert sich das Profil und es finden vermehrt Bewegungen in der Sitzfläche statt. Dieses Bewegungsver- halten ist bis zum späten Nachmittag zu beobachten.

Die Abbildung 13 zeigt ein Beispiel für eine Aufzeichnung in der 3. Schicht für den Zeitraum von 2:00 Uhr bis 5:30 Uhr. Während dieser Zeit findet im Normalfall nur noch die ständige Überwa- chung der zahlreichen Monitore für die Überwachungskameras statt.

Die Rückenlehne befindet sich über mehrere Stunden praktisch am An- schlag. Bewegungen sind nur noch in gelegentlichen Wippbewegungen in der hintersten Sitzposition zu registrieren.

Erst gegen 5:00 Uhr findet wieder ein Wechsel in die vordere Sitzposition statt.

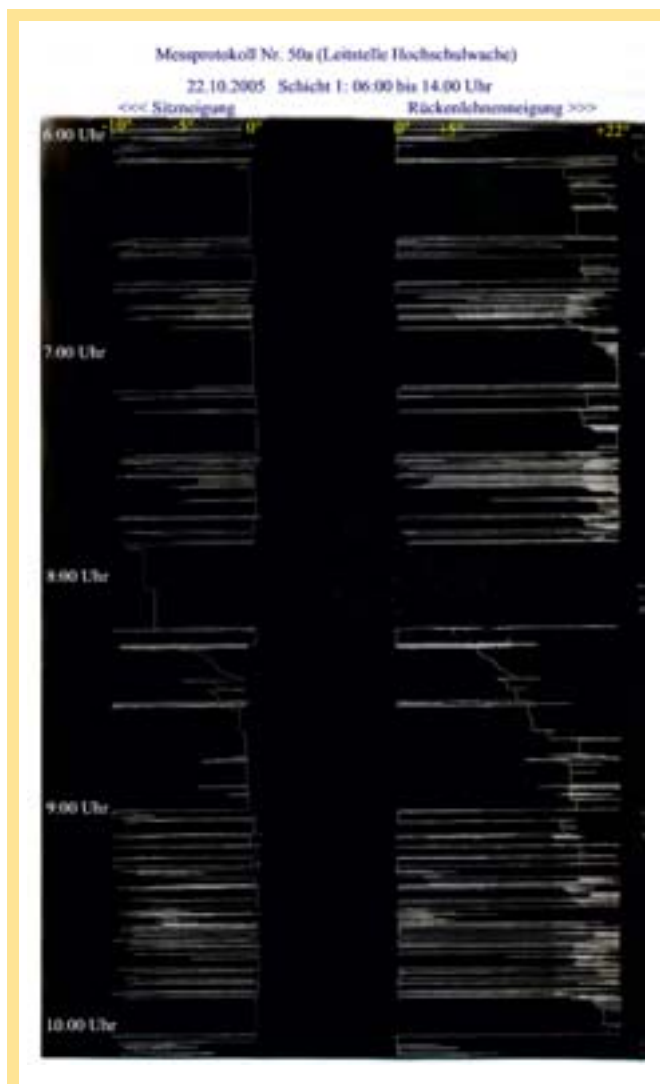


Abbildung 12: Aufzeichnung Leitstelle der Hochschulwache für den Zeitraum von 6:00 Uhr bis 10:00 Uhr. In der Zeit um 8:00 Uhr fanden die Einträge in das Wachbuch statt (ausschließliche vordere Sitzhaltung).

Figure 12: Record of motion study; attendant office of the university at the interval between 6:00 and 10:00 am. At 8:00 am registration in the watch bill (only forward seated posture).

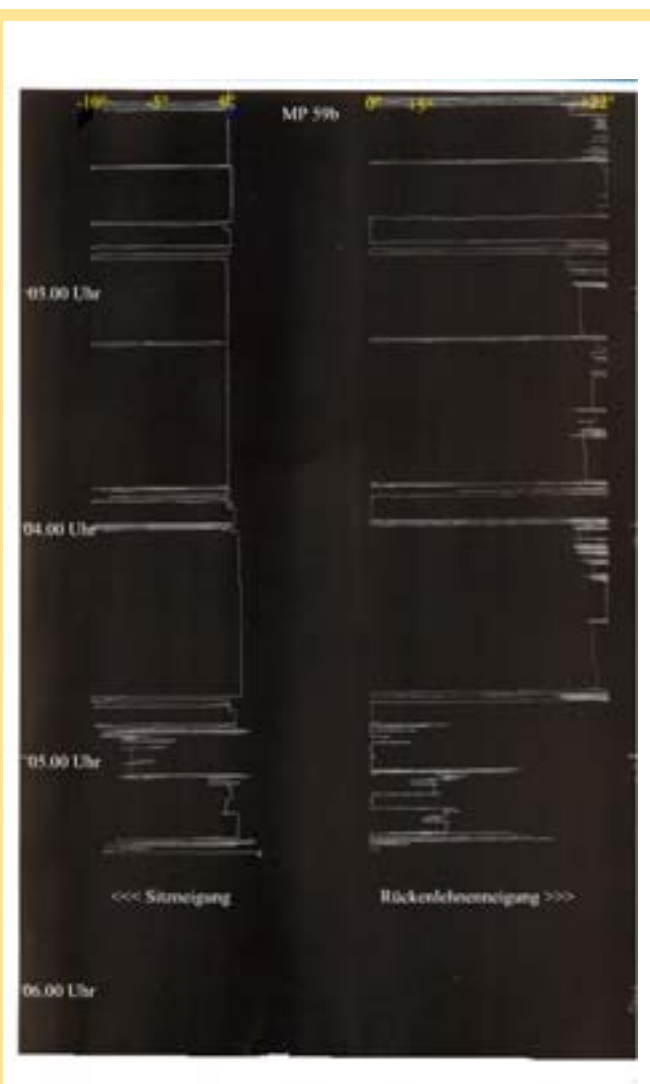


Abbildung 13: Aufzeichnung Leitstelle der Hochschulwache für den Zeitraum von 2:00 Uhr bis 5:30 Uhr. Fast ausschließliche extreme hintere Sitzposition. In der Zeit um 5:00 Uhr fanden die Einträge ins Wachbuch statt.

Figure 13: Record of motion study; attendant office of the university at the interval between 2:00 and 5:30 am almost reclining seated posture. At 5:00 am registration in the watch bill.

Dies ist der Zeitraum, in dem die Eintragungen in das Wachbuch stattfinden.

### Callcenter

Bei den 24 weiblichen Versuchspersonen des Callcenters des Aachener Universitätsklinikums handelt es sich überwiegend um Teilzeitkräfte mit einer qualifizierten Ausbildung als Pflegekraft oder einer anderen Ausbildung im Gesundheitswesen. Ihre Aufgabe ist nicht allein die Vermittlung von Telefongesprächen aus dem öffentlichen Netz zu jeder Stelle des Großklinikums mit tausenden von Festanschlüssen und dem gesamten Hausfunk, sondern auch die

Beantwortung von Patientenfragen oder von deren Angehörigen. Es stellt somit eine sehr anspruchsvolle Tätigkeit dar, die ein hohes Maß an Konzentration verlangt. Der Arbeitsplatz ist nach den neuesten technischen Standards mit einer Vermittlungsanlage und einem vernetzten PC mit spezieller Datenbank ausgestattet.

Wie aus dem Diagramm in Abbildung 5 hervorgeht, ist der Anteil der mittleren Sitzhaltung mit 50% am höchsten, gefolgt von der vorderen Sitzhaltung mit 36% und der hinteren mit 14%.

Auffallend ist der hohe Anteil der Sitzpositionswechsel, die darauf zurück-

zuführen sind, dass oft im Minutentakt die Telefonate eingingen und entsprechende Aktionen am Tastenfeld oder der PC-Tastatur erforderlich wurden. Bezeichnend ist, dass selten eine maximale Rückenlehnenneigung zu beobachten war, wie dies bei dem Arbeitsplatz mit Überwachungstätigkeit (Hochschulwache) schon beinahe der Standard war.

Die Abbildungen 14 und 15 zeigen typische Aufzeichnungen für den Arbeitsplatz einer Telefonvermittlung. Gegen 12:00 Uhr wurde der Versuchsstuhl von einer anderen Versuchsperson besessen (Beginn 2.VP). Die Abbildung 15 zeigt daher ein anderes Bewegungsprofil.

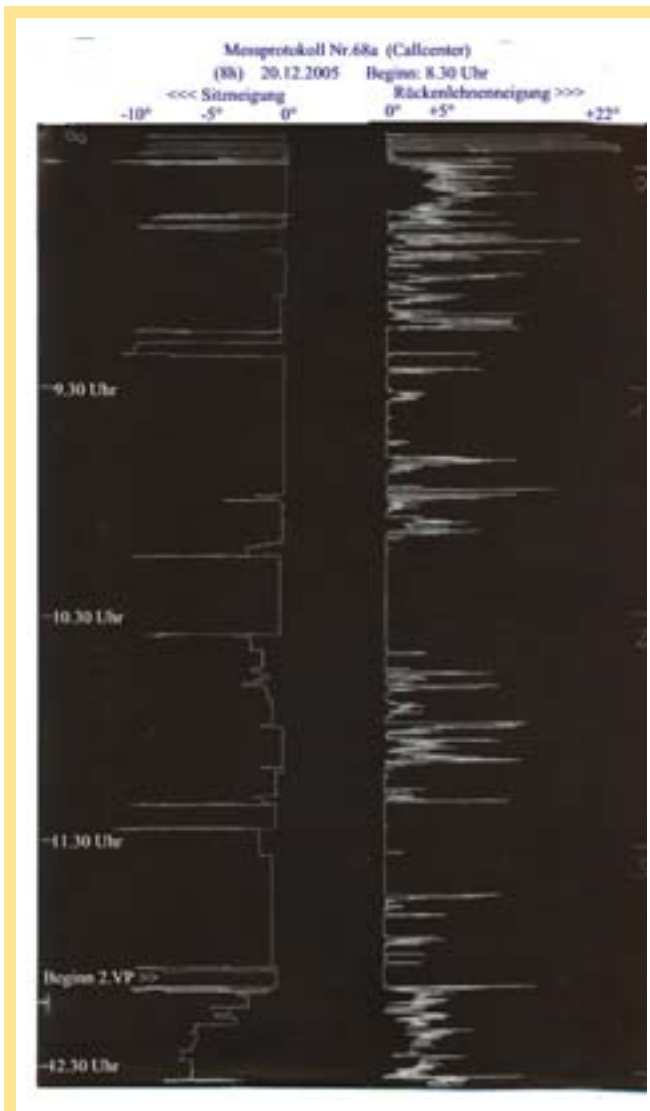


Abbildung 14: Aufzeichnung Callcenter, Vormittagsschicht  
Figure 14: Record of motion study; Callcenter; morning shift

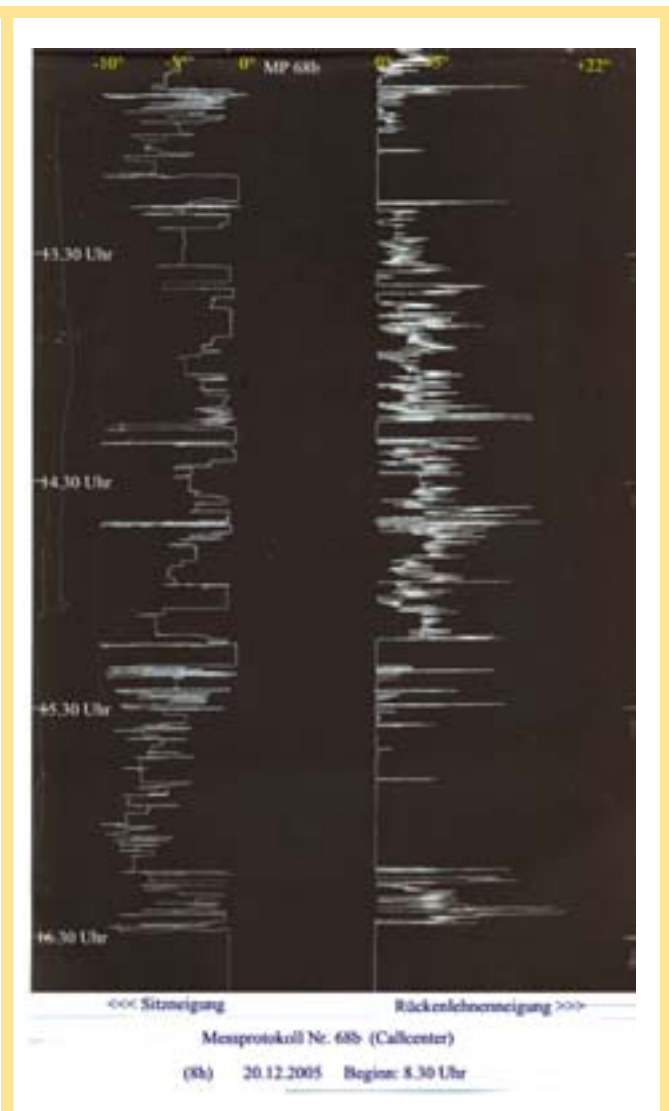


Abbildung 15: Aufzeichnung, Callcenter; Nachmittagsschicht  
Figure 15: Record of motion study; Callcenter; afternoon shift

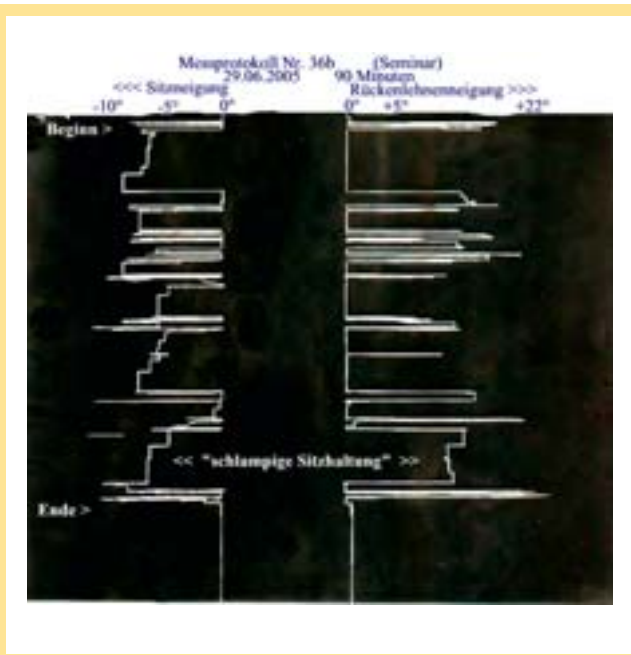
### Seminarveranstaltung

An diesem „Arbeitsplatz“ wurde das Sitzverhalten von fünf weiblichen und neun männlichen Studierenden eines internationalen Studienganges für Naturwissenschaftler an der RWTH Aachen untersucht. Die Gruppengröße lag bei ca. 15 bis 20 Studierenden. Das Seminar wurde von einem Dozenten geleitet, der den üblichen Frontalunterrichtsstil praktizierte, wobei als Medien Tafel und Overheadprojektor zum Einsatz kamen. Die Aufgaben der Studierenden bestanden im Wesentlichen im Zuhören und Mitschreiben. Es liegt nahe, dass man beim Mitschreiben die vordere Sitzposition einnimmt. Beim Zuhören kann man alle drei Sitzhaltungen wählen, was auch von vielen praktiziert wurde. Einige Versuchspersonen saßen während der gesamten Veranstaltung fast ausschließlich auf der Sitzvorderkante mit Abstützung der Unterarme auf der Tischplatte; andere Teilnehmer nahmen überwiegend die hintere Sitzposition ein. Das waren die Extremfälle. Im Durchschnitt zeigte sich aber ein Sitzverhalten, wie es in etwa in der Abbildung 16 wiedergegeben ist.

Am Ende der Veranstaltung ist bei dieser Versuchsperson eine deutliche „schlammige Sitzhaltung“ zu erkennen (siehe Markierung). Diese Sitzhaltung lässt sich eindeutig dadurch erkennen, dass Sitzneigung und Rückenlehnenneigung gleichzeitig ausgelöst werden. Bei einer korrekten Sitzhaltung mit vollem Kontakt zur Rückenlehne geht bei einer Rückneigung zuerst der Schreiber für die Sitzfläche auf die Nulllinie, bevor die Bewegung in der Rückenlehne startet. Bei einer „schlammigen Sitzhaltung“ sitzt der Betreffende wie in einer Hängematte und hat dabei das Gesäß weit in Richtung Sitzvorderkante geschoben. Durch diese Massenverlagerung wird die Sitzneigung bereits zum Teil ausgelöst, wie man in der Abbildung 17 deutlich sehen kann. Dieses Phänomen konnten wir allerdings nicht nur bei diesem Studenten beobachten, sondern auch bei einem Teil der Versuchspersonen unter anderen Arbeitsbedingungen.

Abbildung 16:  
Aufzeichnung während  
einer Seminarveranstaltung  
bei einem männlichen  
Studierenden

Figure 16:  
Record of motion study  
of a male test subject  
during a lesson at the  
university



### 5. Schlussfolgerungen für die Praxis

In Fachkreisen wird das dynamische Sitzen am Arbeitsplatz gerade in letzter Zeit kontrovers diskutiert. Dazu haben nicht zuletzt die Untersuchungen von Wilke et al. (1999) beigetragen, der anhand von intradiskalen Druckmessungen feststellte, „dass die lässige Sitzposition, die allgem. als schädlich gilt, bei seinen Messungen zu einer sehr deutlichen Druckreduzierung führte“. Das haben zahlreiche renommierte Bürodrehstuhlhersteller zum Anlass genommen, die „Lümmelhaltung“ in der Laienpresse als die nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen richtige Sitzhaltung zu postulieren. Dem muss widersprochen werden.

Aus biomechanischer Sicht ist es nicht haltbar, die mechanischen Belastungen beim Sitzen im Rundrücken ausschließlich auf den Bandscheibeninnendruck zu reduzieren. Es ist seit langem bekannt, dass nicht die Druckbelastung sondern die Zugbelastung das eigentlich schädigende Moment für den Anulus fibrosus ist (Junghanns 1979 a, S. 91.).

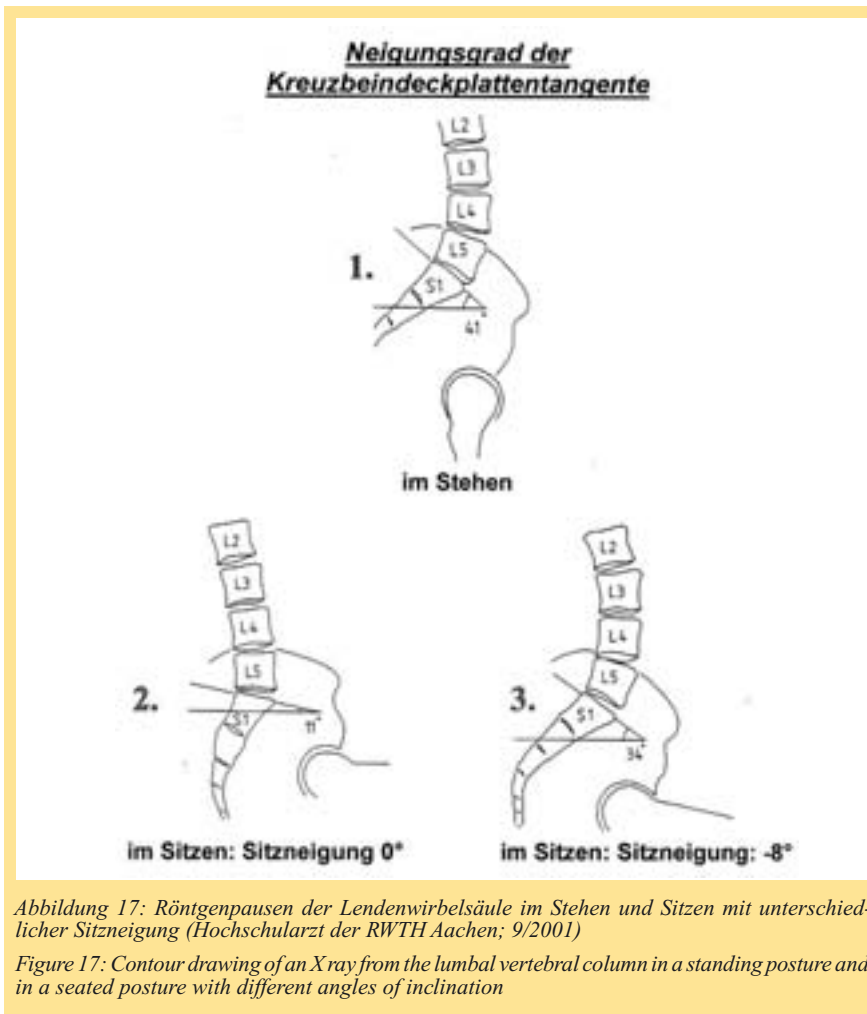
Dies ist auch der Grund, weshalb Orthopäden das Sitzen für die Wirbelsäule als belastender ansehen als das Stehen und daher einem Bandscheibenpatienten für die Wiedereingliederung an den Arbeitsplatz eher ein Stehpult als den geeigneten ergonomischen Arbeitsstuhl

verordnen. Diese Aussage gilt aber nur unter der Voraussetzung, dass die betreffende Person nicht gelernt hat, „im Lot zu sitzen“ (Brügger 1990). Dreh- und Angelpunkt dieser aufrechten Sitzhaltung ist die Stellung des Beckens. Wir haben dies an ein und derselben Person röntgenologisch einmal im Stehen und zum anderen auf einem Sitzträger in einer 0°-Neigung und in einer 8°-Neigung untersucht. Das Ergebnis ist in Form von Röntgenpausen in der Abbildung 17 dargestellt.

Bei der untersuchten Person beträgt der Neigungsgrad der Kreuzbeindeckplattentangente im Stehen 41° (1). Dies ist nach Literaturdaten ein Wert, der einer normalen Beckenkipfung im Stehen zuzuordnen ist (Rauber & Kopsch 1987, S. 228 u. 229). Eder und Tilscher sprechen in diesem Zusammenhang von einem Normalbecken (Eder & Tilscher 1978, S. 18).

Auf einer horizontalen Sitzfläche kommt es erwartungsgemäß zur Beckenrückdrehung und der Neigungsgrad reduziert sich auf 11° (2). In der Literatur werden bei starker Rundrückenbildung sogar negative Winkelgrade angegeben. (Schober 1989). Interessant ist die Beckenstellung bei einer geneigten Sitzfläche von -8° (3). Hier erreicht der Neigungsgrad der Kreuzbeindeckplattentangente mit 34° fast den Wert wie in der stehenden Position.





An sich sind diese Fakten nicht neu. Nur sollte man sie im Zusammenhang mit den verschiedenen Sitzhaltungen wieder in Erinnerung rufen. Auf einem Bürodrehstuhl ohne automatische Sitzneigung wird das Becken zwangsläufig mehr oder weniger stark zurückdrehen. Vergegenwärtigt man sich das Zahnradmodell von Brügger (1990), dann kann man hier nicht mehr von einer lotrechten Sitzhaltung sprechen.

In unserer Studie im Jahre 2000 haben wir in einer Untersuchungsreihe an 39 gesunden, freiwilligen Versuchspersonen einen individuellen Sitzneigungswinkel von durchschnittlich  $-8^\circ$  ermitteln können. (Schön & Preim 2000). Diese Neigungswinkel werden auch durch die jetzige Feldstudie bestätigt. Des weiteren konnte in der damaligen Studie festgestellt werden, dass ein klarer Zusammenhang zwischen dem Neigungswinkel der Sitzfläche und der Beinstellung besteht.

Es wird in Fachkreisen immer wieder kritisch angemerkt, dass man nicht über einen längeren Zeitraum in einem Neigungswinkel von  $-8^\circ$  oder  $-10^\circ$  sitzen kann und sogar die Gefahr einer Hyperlordosierung bestünde.

Dass diese Gefahr nicht besteht, zeigt gerade die vorliegende Feldstudie in eindrucksvoller Weise. Es findet nämlich ein ständiger Wechsel in den Sitzpositionen statt, der einerseits verhindert, dass bestimmte Gruppen der Haltemuskulatur lokal ermüden und somit verspannen und andererseits immer wieder neue Muskelgruppen aktiviert werden. Dieser Effekt findet nicht nur durch die größeren Bewegungsäußerungen statt, sondern insbesondere auch in den Mikrobewegungen.

Wichtig ist, dass die Mechanik eines guten ergonomischen Arbeitsstuhles diese Bewegungen insbesondere die der vorderen Sitzhaltung automatisch zu-

lässt. In der betriebsärztlichen Praxis ist man in der Regel über den Wert eines ergonomischen Arbeitsstuhles mit neigbarer Sitzfläche informiert, so dass viele Großkunden bei der Beschaffung von Bürodrehstühlen die Anforderung einer Sitzneigung in ihr Pflichtenheft aufnehmen. Leider wird dieses Kriterium oft nicht ausreichend differenziert beurteilt. Eine Sitzneigung von  $-2^\circ$  und auch  $-4^\circ$  wie in den meisten Fällen angeboten, halten wir für völlig unzureichend. Es genügt nicht, wenn die Option für eine Neigeverstellung lediglich in einer manuellen Zuschaltung besteht. Entscheidend ist eine automatische Anpassung über einen Drehbereich von  $-10^\circ$  bis  $-12^\circ$ .

Das Sitzen auf einer beweglichen Sitzfläche mit diesen Neigungswinkeln will gelernt sein und ist gewöhnungsbedürftig.

Auch der beste ergonomische Arbeitsstuhl kann ein Sitzen im Rundrücken nicht verhindern, sondern nur aufgrund seiner Mechanik beitragen, die wirbelsäulenbelastende Beckenrückdrehung zu vermeiden.

Das schädigende Moment beschränkt sich allerdings nicht allein auf die Bandscheibenstruktur, sondern auch auf die Wirbelbogengelenke, die bei einer Vorbeugung der LWS unnötig stark belastet werden.

Niethard konnte dies an seinen biomechanischen Studien zum lumbosakralen Übergang eindrucksvoll nachweisen (Niethard 1981). Wie er weiterhin festgestellt hat, sind gerade in diesem Bereich vermehrt Facettenasymmetrien zu beobachten, die das Problem bei Fehllage noch verstärken. Diese hohen mechanischen Belastungen durch eine „schlammige Sitzhaltung“ sind letztlich auch die Ursache für die späteren Abnutzungserscheinungen, die individuell sehr unterschiedlich verlaufen können, je nach morphologischer Ausgangssituation. Der lumbosakrale Übergang ist und bleibt der „Wetterwinkel“ der Wirbelsäule (Niethard 1981). Daher sollten wir im Sinne einer vernünftigen Haltungserziehung alles daran setzen, das „Wettergeschehen“ in diesem Bereich so günstig wie möglich zu beeinflussen.

Der Ansicht von Kössler und Hartmann (2001), dass es sich bei dem Bewegungssegment der Wirbelsäule um ein

Gebilde von komplexen Subsystemen handelt, dessen einzelne Komponenten nicht isoliert betrachtet werden dürfen, kann man nur zustimmen.

Wenn immer wieder das dynamische Sitzen im Zusammenhang mit der Rückengesundheit und hier mit der Bandscheibenernährung durch Aktivierung der Bewegungssegmente in Verbindung gebracht wird, dann sollte man sich kritisch die Frage stellen, wo überhaupt bei der ausschließlichen Relativbewegung zwischen Sitzfläche und Rückenlehne Bewegung am Menschen stattfindet, nämlich überwiegend im Hüftgelenk und nirgendwo sonst. Erst durch die automatische und angepasste Bewegung der Sitzfläche in sich findet die notwendige Schwingung in der Wirbelsäule beim Ausbalancieren in die Lotrechte statt.

Die Ergebnisse aus dem Seminarbereich haben gezeigt, dass das Prinzip der Sitzneigung auch auf den Objektstuhlbereich angewendet werden sollte. Bisher ist man bei der großen Vielzahl an Objektstühlen für Wartezonen und Vortragssäle davon ausgegangen, dass die bevorzugte Sitzhaltung die leichte hintere Sitzposition mit permanentem Rückenlehnenkontakt sei. Dies ist auch nach wie vor der Fall, wenn in diesen

Räumen keine Tischmöblierung besteht. Ist dies aber der Fall, dann ergibt sich nach den oben genannten Beobachtungen eine völlig andere Anforderung an diesen Objektstuhl. Um die belastende Beckenrückdrehung in einer vorderen Sitzhaltung beim Schreiben oder Abstützen der Unterarme auf der Tischplatte zu vermeiden, sollten diese Stühle auch mit einer einfachen Art von Sitzneigemechanik ausgestattet sein, bei denen die Sitzfläche durch Verlagerung des Körpergewichtes jeweils um ca. 10° nach vorne und hinten schwingt. Für Seminar- und Konferenzstühle an entsprechender Tischmöblierung wäre dies aus ergonomischer Sicht ein Fortschritt.

#### Literatur

- Brügger A (1990) Gesunde Körperhaltung im Alltag. Verlag Dr. A. Brügger, Zürich
- Eder M, Tilscher H (1978) Schmerzsyndrome der Wirbelsäule. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Band 81. Hippokrates, Stuttgart
- Grandjean E, Hünting W (1989) Sitzen Sie richtig? Schriftenreihe für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, München
- Junghanns H (1979 a) Die Wirbelsäule in der Arbeitsmedizin, Teil I, Biomechanische und biochemische Probleme der Wirbelsäulenbelastung. Hippokrates Stuttgart
- Junghanns H (1979 b) Die Wirbelsäule in der Arbeitsmedizin, Teil II, Einflüsse der Berufarbeit auf die Wirbelsäule. Hippokrates, Stuttgart

Kössler F, Hartmann B (2001) Struktur, Funktion und Degeneration der Bandscheiben unter körperlicher Belastung der Wirbelsäule. Zbl. Arbeitsmed. 51, 74–105

Kurz B, Diebschlag W (1992) Arbeitsmedizinische Expertise zum Einstellbereich der Sitzflächenneigung bei Bürodrehstühlen. Industrieverband der Bürositzmöbel, Düsseldorf

Niethard FU (1981) Die Form-Funktionsproblematik des lumbosakralen Überganges. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis Band 90. Hippokrates Stuttgart

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

Schober H (1989) Orthopädie des Sitzens. Springer, Berlin-Heidelberg-New York

Schön FA, Preim D (2000) Untersuchungen zur Bestimmung des individuellen Sitzneigungswinkels. Zbl. Arbeitsmed. 50, 78–85

Wilke H-J, Neef P, Caimi M, Hoogland T, Claes LE (1999) Neue intradiscale In-Vivo-Druckmessungen bei Alltagsbelastungen. Der Unfallchirurg Heft 271, S.16–24, Springer, Berlin-Heidelberg

#### Danksagung

*Die Autoren danken Herrn Dr. Marco Burkschat vom Institut für Statistik und Wirtschaftsmathematik an der RWTH Aachen für die statistische Auswertung der Messergebnisse und Herrn Max Mascheraux vom Institut für Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung an der RWTH Aachen für den Bau der Elektronikmodule.*

# Sonderdruck aus Zentralblatt 2/2009

Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH, Dischingerstraße 8, 69123 Heidelberg, info@haefner-verlag.de, www.haefner-verlag.de

## IMPRESSUM

**Verlag:** Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH,  
Dischingerstraße 8, D-69123 Heidelberg,  
Telefon: +49+6221-6446-0, Telefax: +49+6221-6446-40.  
E-Mail: zentralblatt@haefner-verlag.de  
Internet: www.zentralblatt-online.de  
Registriert in: EMBASE/Excerpta medica, SOMED  
ISSN 0944-2502

**Herausgeberin:** Katja Kohlhammer

**Geschäftsführung:** Katja Kohlhammer, Peter Dilger

**Verlagsleitung:** David Wiechmann

**Redaktion und Layout:** Bernd Wilfing

**Schriftleitung:**

**Medizin:**

Wissenschaftlicher Hauptschriftleiter:  
Prof. Dr. Dr. h.c. mult. David Groneberg, Institut für Arbeitsmedizin, Charité –  
Universitätsmedizin Berlin, Freie Universität Berlin & Humboldt-Universität zu Berlin,  
Thielallee 69–73, D-14195 Berlin, E-Mail: arbeitsmedizin@charite.de

Stellvertretende Hauptschriftleiterin:

PD Dr. Birgitta Kütting, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umwelt-  
medizin, Universität Erlangen-Nürnberg, Schillerstraße 25 und 29,  
D-91054 Erlangen, E-Mail: Birgitta.Kuetting@ipasmus.uni-erlangen.de

Stellvertretender Hauptschriftleiter:

PD Dr. Andreas Seidler, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,  
Nöldnerstr. 40–42, D-10317 Berlin, E-Mail: seidler.andreas@baua.bund.de

**Technik:**

Wissenschaftlicher Hauptschriftleiter:

Prof. Dr. Alwin Luttmann, IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der  
TU Dortmund, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund, E-Mail: luttmann@ifado.de

Stellvertretender Hauptschriftleiter:

PD Dr. Matthias Jäger, IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der  
TU Dortmund, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund, E-Mail: mjaeger@ifado.de

**Weitere Mitglieder der Schriftleitung:**

Prof. Dr. X. Baur, Hamburg, Dr. A. Bergmann, Halle, PD Dr. I. Böckelmann,  
Magdeburg, PD Dr. J. Bünger, Bochum, Dr. U. Euler, Dortmund/Berlin, Dr. P. Kujath,  
Dortmund/Berlin, Prof. Dr. U. Latza, Berlin, PD Dr. A. Nienhaus, Hamburg,  
Prof. Dr. S. Schwarze, Düsseldorf, Dr. M. Spallek, Berlin

**Wissenschaftlicher Beirat:**

Prof. Dr. U. Bolm-Audorff, Wiesbaden, Dr. I. Bradl, Erfurt, Dr. E. Brinkmann, Hannover,  
Prof. Dr. A. Buchter, Homburg, Dr. A. de Roux, Berlin, Dr. P. Egler, Reinbek,  
Dr. R. Ellegast, Sankt Augustin, Prof. Dr. A. Fischer, Potsdam, Dr. G. Freude,  
Dortmund/Berlin, Dr. H. Gebhardt, Wuppertal, Dr. T. Giesen, Bonn, Prof. Dr. K. Golka,  
Dortmund, Prof. Dr. E. Hallier, Göttingen, PD Dr. V. Harth, Bochum, Prof. Dr. B. Hartmann,  
Hamburg, Dr. B. Hoffmann, Bonn, Prof. Dr. U. Hölscher, Steinfurt, Dr. W. Jaschinski,  
Dortmund, Prof. Dr. R. Kessel, Lübeck, Prof. Dr. K. Kluth, Siegen, Prof. Dr. T. Kraus,  
Aachen, Prof. em. Dr. H. Krueger, Zürich, Prof. Dr. S. Letzel, Mainz, Dr. F. Liebers,  
Dortmund/Berlin, PD Dr. M. Menozzi, Zürich, Dir. u. Prof. Dr.-Ing. H.-J. Moriske,  
Dessau, Dr. H.-G. Mücke, Berlin/Dessau, Dr. M. Nasterlack, Ludwigshafen,  
Dr. M. Nübling, Freiburg, Dr. R. Packroff, Dortmund/Berlin, Prof. em. Dr. C. Piekarski,  
Köln, Dr. D. Quarcio, Berlin, Dr. K. Schäfer, Mannheim, Prof. Dr. K. Scheuch, Dresden,  
Prof. Dr. F. Schindler, Berlin, Dr. G. Schmeisser, Dresden, Prof. Dr. K.-H. Schmidt,  
Dortmund, Dr. F. Sladeczek, Merseburg, Prof. Dr. H. Strasser, Siegen, Dr. F. Thalau,  
Dortmund/Berlin, Dr. A. van Mark, Lübeck, Dr. C. van Thriel, Dortmund, Dr. S. Weiler,  
Ingolstadt, Dr. S. Wicker, Frankfurt, Dr. A. Windel, Dortmund/Berlin

Anzeigenverkauf: Sandra Rink, Tel.: +49 6221 6446-11, Fax: -40

E-Mail: sandra.rink@haefner-verlag.de

Anzeigenpreisliste Nr. 26 ab 1.10.2008

Leserservice: Anne Fahlke, Tel. +49 6221 6446-15, Fax: -40

E-Mail: anne.fahlke@haefner-verlag.de

Erscheint monatlich, Abonnementpreis € 149,04 jährlich, Einzelheft € 12,90 zzgl.

Versandspesen. Abonnementkündigungen können jeweils nur zum Jahresende  
berücksichtigt werden, unter Einhaltung einer Kündigungsfrist von 3 Monaten

Nachdruck nur mit Erlaubnis des Verlages. Alle Rechte vorbehalten.

Bei Nichtbelieferung ohne Verschulden des Verlages oder im Falle höherer Gewalt  
besteht kein Entschädigungsanspruch.

Die Veröffentlichung von Leserzuschriften, ggf. in gekürzter Form, behält sich der  
Herausgeber vor.

Druck: abcdruck GmbH, Heidelberg

**Manuskripte von Originalarbeiten** sind der Schriftleitung oder dem Verlag

(zentralblatt@haefner-verlag.de) einzureichen.

Für die Manuskripte gelten die Hinweise für Autoren (siehe unten und rechte Spalte).

**Tagungsberichte und Mitteilungen** von Organisationen und Körperschaften,  
Personelles sowie Referate, Buchbesprechungen und weitere Beiträge sind an den  
Verlag (zentralblatt@haefner-verlag.de) zu richten.

**Tagungsberichte** sollen nicht mehr als 6 Seiten, 1 1/2-zeilig, 30 Zeilen pro Seite  
umfassen.

Der Verlag erwirbt mit der Annahme des Manuskripts das ausschließliche Recht  
der Vervielfältigung, Verbreitung, Übersetzung und Verwendung für fremdsprachige  
Ausgaben.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt.  
Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf foto-  
mechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk-  
und Fernsendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch  
auszugsweise – sind nur mit Genehmigung des Verlags möglich.

Die in den Heften mit Namen bezeichneten Artikel stellen stets die Ansichten der  
Verfasser dar und müssen nicht mit denen der Schriftleitung identisch sein.

**Hinweise für Autoren:**

Zielgruppen dieser Zeitschrift sind Arbeitsmediziner, Sicherheitsingenieure, Arbeits-  
wissenschaftler und andere der Arbeitsmedizin und Arbeitssicherheit sowie der Um-  
weltmedizin nahe stehenden Personenkreise und Institutionen.

1.0 Der Text der Arbeiten muss verständlich, 1 1/2-zeilig geschrieben sein.

1.1 Die Titelseite (Seite 1 des Manuskriptes) muss umfassen

2.1 Titel der Arbeit in deutscher und englischer Sprache

2.2 Namen, Vornamen mit Titel(n) des Autors (der Autoren) und Anschrift.

2.3 Name(n) der Institution(en), aus der (denen) die Arbeit stammt

3.0 Eine Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache muss dem Ma-  
nuscript beigefügt sein. Die Zusammenfassung soll die wichtigsten Ergebnisse  
und Schlussfolgerungen enthalten und maximal 300 Worte umfassen.

4.0 Maximal 5 Schlüsselwörter sind in deutscher und englischer Sprache anzuge-  
ben. Sie sollen repräsentativ für den Inhalt der Arbeit sein. Außerdem ist eine  
Kurzüberschrift in deutscher und englischer Sprache zu formulieren.

5.0 Literaturverzeichnis: Alle Autoren und Quellen – und nur diese – müssen in  
alphabetischer Reihenfolge nach dem erstgenannten Autor im Literaturver-  
zeichnis aufgeführt sein. Sämtliche Autoren / Herausgeber sind zu nennen. Bei  
mehrfachen Nennungen von Autoren oder Autorengruppen ist die chronologi-  
sche Reihenfolge einzuhalten. Werden mehrere Arbeiten eines Autors oder  
einer Autorengruppe aus dem gleichen Jahr zitiert, werden der Jahreszahl die  
Buchstaben a, b, c ... hinzugefügt.

Beispiele:

Schäcke G, Scutaru C, Groneberg DA (2007). Effect of aircraft-cabin altitude  
on passenger discomfort. *New Engl J Med* 357: 1445–1446

Groneberg DA, Fischer A (2008). Neuropeptides. In: Kay AB, Bousquet J, Holt P,  
Kaplan AP (Hrsg.) *Allergy and allergic diseases*. 509–521. Wiley-Blackwell, Oxford

Haustein KO, Groneberg D (Hrsg. 2008). *Tabakabhängigkeit*. Springer Verlag,  
Heidelberg

5.1 Zitierweise im Text:

– Bei einem Autor: (Kütting 2008) oder (Luttmann 2007; Seidler 2008)

– Bei zwei Autoren: (Groneberg & Quarcio 2008)

– Bei drei oder mehr Autoren: (Jäger et al. 2008).

6.0 Illustrationen sollen sich auf das notwendigste Maß beschränken.  
Jede Abbildung muss im Text erwähnt sein. Bildinschriften müssen gut lesbar  
sein. Identische Daten sollen nicht gleichzeitig in Abbildungen und Tabellen  
erscheinen. Die Abbildungen sind der Arbeit gesondert beizufügen.

6.1 Legenden zu den Illustrationen und Tabellen sollen kurz sein und sich auf  
deren Inhalt beschränken (in deutscher und englischer Sprache).

7.0 Mit der Einsendung des Manuskriptes hat/haben der/die Autoren sicher-  
gestellt, dass bei positiver Entscheidung über die Annahme einem Druck  
keinerlei Gründe entgegenstehen.

8.0 Alle eingereichten Originalarbeiten unterliegen einem Beurteilungsverfahren  
(Peer review).

9.0 Autorenerklärung / Interessenkonflikte

**Das Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie ist an die  
Regeln des International Committee of Medical Journal Editors gebunden.  
Diesbezüglich werden von allen Autorinnen und Autoren im Rahmen der  
„Uniform Requirements for Manuscripts“ des International Committee of  
Medical Journal Editors folgende Informationen verlangt:**

Erklärung über Interessenkonflikte. Download: www.zentralblatt-online.de/autoren  
Erklärung über finanzielle / materielle Unterstützung bei der Studie (im Artikel).  
Erklärung zur Ethik bei Humanstudien und über Patienten- / Probanden-Einver-  
ständniserklärungen (im Artikel).

Erklärung zum Tierschutz bei Tierexperimenten (im Artikel).

Es werden keine Arbeiten berücksichtigt, die von der Tabakindustrie unterstützt  
wurden. Die o.g. Informationen werden während der Begutachtung vertraulich  
behandelt.

Die Autoren sind gebeten, zur technischen Bearbeitung ihrer Beiträge,  
folgende Hinweise zu beachten: Texte als Word Dokument. Bilder in den Formaten  
jpg, psd oder tiff. (Auflösung 300 dpi). Grafiken abgespeichert einzeln in den Forma-  
ten eps, jpg oder als xls-Datei.