



**ERGONOMIE
INSTITUT
MÜNCHEN**
Dr. Heidinger,
Dr. Jaspert &
Dr. Hocke GmbH

Ergonomische Bedeutung der zurückgeneigten Arbeitshaltung

Florian Heidinger

Waldshuter Arbeitsmedizinische Gespräche am 27.03. und 28.03.2003

Problematik der sitzenden Körperhaltung

Ogleich die am Büroarbeitsplatz exogen, also von außen auf den Menschen einwirkenden Belastungen gemeinhin als nicht allzu hoch eingestuft werden, findet sich bei Büroangestellten dennoch eine hohe Beschwerderate mit skeleto-muskulärer Problematik – im Vordergrund stehen hierbei Rückenbeschwerden (vgl. Abb. 1 und Abb. 2).

Als (mit-)auslösend für sitzhaltungsbedingte Beschwerden sind in erster Linie folgende Ursachen zu benennen:

- Langandauerndes, überwiegend **statisches Sitzen**, das zu einer Stagnation des Stoffwechsels in der Muskulatur und in den Bandscheiben führt.

In der **Muskulatur** bedingt die statische Beanspruchung eine Drosselung der Durchblutung mit folglich verminderter Sauerstoff- und Nährstoffversorgung. Daraus resultieren vorzeitige Muskelermüdung, Muskelverhärtungen und Muskelschmerzen.

In den **Bandscheiben**, die ja beim erwachsenen Menschen grundsätzlich nicht vaskularisiert sind, führt statische Dauerbelastung ebenfalls zur Stagnation der osmotischen Stoffaustauschprozesse und damit zu einer mangelhaften Nährstoffversorgung mit sich daraus ergebender, vorzeitiger Bandscheibendegeneration.

Degenerierte Bandscheiben wiederum wirken sich auf die Belastbarkeit des jeweiligen Bewegungssegmentes der Wirbelsäule nachteilig aus, wodurch die Bereitschaft für eine entsprechende Beschwerdesymptomatik steigt.

- **Fehlhaltungen**, also unphysiologische Sitzhaltungen, die zu ungleichmäßiger Belastung der Bandscheiben führen, so z.B. die Rundrückenhaltung mit einseitig ventraler Überbelastung; hierzu ist bekannt, dass das mobile, zentralliegende Bandscheibenkerngewebe (Nucleus pulposus) bei asymmetrischen Belastungen der Bandscheiben sukzessive zu den weniger belasteten Abschnitten hin ausweicht. Diese zunehmende Dezentralisierung des Gallertkerns steht in direktem Zusammenhang mit bandscheibenbedingten Beschwerden (Bandscheibenprotrusio, -prolaps).

Um der knapp beschriebenen, sitzhaltungsbedingten Problematik entgegenzuwirken, wurden von wissenschaftlicher Seite aus entsprechende Empfehlungen zur **Verhältnis-** und **Verhaltensprävention** gegeben.

Diese Empfehlungen beziehen sich zum einen darauf, **Fehlhaltungen** durch eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung zu **vermeiden**. Dies erfordert entsprechend an die individuellen anthropometrischen Gegebenheiten des Benutzers anpassbare Arbeitsplatzelemente, also Bürodrehstuhl, Arbeitstisch, Fußstützen etc. (sog. **Verhältnisprävention** - vgl. Abb. 3) sowie auch das individuell richtige Einstellen dieser Arbeitsplatzelemente durch den einzelnen Arbeitnehmer (sog. **Verhaltensprävention** – vgl. Abb.4).

Der zweite zentrale arbeitswissenschaftliche Ansatz zur Prävention sitzhaltungsbedingter Beschwerden besteht darin, **statische Haltungsanteile** nach Möglichkeit zu **vermeiden** und **dynamische Elemente** in die Arbeitshaltung zu integrieren.

Hieraus resultieren die Empfehlungen zu einem Wechsel der Arbeitshaltung im Rahmen von alternierender **Sitz-/Steharbeit** sowie auch zum sog. **Dynamischen Sitzen**, also dem zeitweiligen Wechsel der Sitzhaltungen (vordere, mittlere, hintere Sitzhaltung; vgl. Abb. 5).

Der **Bürodrehstuhl** spielt bei der arbeitsplatzbezogenen Umsetzung dieser Empfehlungen eine **zentrale Rolle**:

- Einerseits sind die vielfältigen **Einstellmöglichkeiten** der Sitzhöhe, Lehnenhöhe bzw. Lordosenhöhe, Sitztiefe, Armstützenhöhe usw. entscheidende Voraussetzung dafür, Personen mit unterschiedlichen Körpermaßen sowie auch bei unterschiedlichen Arbeitsplatzsituationen eine physiologisch sinnvolle Körperhaltung zu ermöglichen und damit Fehlhaltungen der Wirbelsäule zu vermeiden.
- Andererseits ist eine sinnvoll konzipierte (synchrone) **Bewegungsmechanik** von Sitz- und Lehnenfläche eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass am Arbeitsplatz die Sitzhaltung regelmäßig gewechselt werden kann, womit statischen Dauerbelastungen der Muskulatur und der Bandscheiben entgegengewirkt wird.

Als kennzeichnende Kriterien für die Qualität einer Synchronmechanik sind in erster Linie das Kopplungsverhältnis von Sitz- und Lehnenflächenbeweglichkeit, Einstellbarkeit und Verlauf der Rückstellkraft sowie die vom Bewegungsablauf überdeckten **Winkelbereiche** zu nennen.

Zur Gestaltung von Bürodrehstühlen unter ergonomischen Gesichtspunkten existiert neben den Anforderungen gemäß DIN 4551 seit 1995 das Prüfzeichen 'ERGONOMIE GEPRÜFT' des TÜV Rheinland (HEIDINGER, JASPERT, DIEBSCHLAG, 1995), das differenzierte Anforderungen an ergonomisch hochwertige Bürodrehstühle hinsichtlich wesentlicher Funktionen - Geometrie von Sitz- und Lehnenfläche, Stuhlfunktionen und zugehörige Einstellbereiche sowie insbesondere auch Anforderungen an die synchrone Bewegungsmechanik - ausweist (vgl. Abb. 6 bis 8).

Zur zurückgeneigten Arbeitshaltung

Die Empfehlungen zum Dynamischen Sitzen betrafen zunächst den zeitweiligen Wechsel der Sitzhaltungen, wobei die hintere Sitzhaltung dabei im wesentlichen als Ruhehaltung für zwischendurch (HETTINGER, WOBBE, 1993; BULLINGER, 1994) und nur selten als anteilig echte Arbeitshaltung (DIEBSCHLAG, HEIDINGER, 1992) verstanden wurde. Die Nutzungsempfehlung ging also eher dahin, prinzipiell in der aufrechten (vorderen bis mittleren) Sitzhaltung zu arbeiten und sich nur zwischendurch, beispielsweise zum Telefonieren, in die hintere Sitzhaltung zu begeben – eher im Sinne einer kurzzeitig eingenommenen Entspannungshaltung. Zudem waren die realisierten Winkelbereiche der Lehnenneigungen in der Regel recht begrenzt (bis etwa 110° gegenüber der Horizontalen).

Dagegen führten bereits die Untersuchungen von KRÄMER (1973) zur Biomechanik des lumbalen Bewegungssegments zu den Empfehlungen (vgl. Abb. 9),

- die Bandscheiben häufig wechselnd zu be- und entlasten;
- eine **45° gegen die Vertikale** (entsprechend 135° gegen die Horizontale) nach hinten geneigte Sitzhaltung mit **körperkonturgerechter Formgebung der Rückenlehne** und **Abstützung auch im Kopf-/Nackbereich** zumindest im Freizeitbereich umzusetzen, da hiermit eine ca. 50%-ige Bandscheibenentlastung gegenüber dem aufrechten Sitzen zu erzielen ist.

Untersuchungen von MARX, WIRTH (1996) zeigten, dass die Intensität von Rückenbeschwerden dann zurückgeht, wenn die **hintere Sitzhaltung** (120° Neigung gegen die Horizontale) **als echte anteilige Arbeitshaltung** bei Büro- (Bildschirmtätigkeit) einbezogen wird.

Auch zeigte sich in dieser Untersuchung, dass statisch eingenommene sitzende Arbeitshaltungen – aufrecht sowie auch zurückgeneigt – zu verstärkten Beschwerden im Rückenbereich und verminderter Akzeptanz bei den Beschäftigten führen. Dabei bedingen statische Dauerhaltungen in aufrechter Sitzposition eher Beschwerden im Lendenwirbelbereich, in zurückgeneigter Position eher in der Schulter-/Nackenregion – letzteres vor allem dann, wenn keine geeignete Kopf-/Nackenunterstützung am Stuhl vorhanden ist.

Weiterhin ist den Untersuchungsergebnissen von MARX, WIRTH (1996) zu entnehmen, dass allein vom dynamischen Element, also dem **Wechsel** der Arbeitshaltungen eine positive Wirkung ausgeht. Dies setzt voraus, dass die hintere Sitzhaltung anteilig als echte Arbeitshaltung einbezogen wird.

Durch Dynamisches Sitzen soll prinzipiell der Stagnation des Stoffwechsels infolge statischer Dauerhaltungen in der Muskulatur und in den Bandscheiben entgegengewirkt werden. In der Literatur sind die Aussagen dazu, welche Winkelbereiche der Lehnenflächenneigung welche Bedingungen für die Rückenmuskulatur sowie die Bandscheiben insbesondere im Bereich der Lendenwirbelsäule ergeben, nicht eindeutig.

Gerade hinsichtlich der intradiskalen Bandscheibenbelastung bestehen unterschiedliche Untersuchungsergebnisse. Die über viele Jahre herrschende Lehrmeinung, wonach die Belastung der Wirbelsäule im Sitzen generell höher ist als im Stehen, gilt bereits bei ALTHOFF et al. (1993) als 'korrekturbedürftig'; neuere intradiskale Druckmessungen von WILKE et al. (1996) belegen, dass die Druckverhältnisse in der Bandscheibe stark von der jeweiligen Sitzhaltung abhängen und beispielsweise bei entspannter hinterer Haltung nur etwa 50% der Belastung bei aufrechter Sitzhaltung ausmachen (vgl. Abb. 10).

Folgende Kernaussagen sind zur **Muskelaktivität** und zur **Bandscheibenbelastung** in **Abhängigkeit von der Sitzhaltung** zusammenzufassen:

Zwar ist die **Muskelaktivität** der Rückenmuskulatur bei sitzender Körperhaltung absolut gesehen recht niedrig - die muskuläre Beanspruchung ist in erster Linie durch statische Haltungsanteile gekennzeichnet – dennoch findet sich eine Abnahme der Muskelaktivität bei zunehmender Neigung der Rückenlehne (vgl. Abb. 11).

Auch die **Bandscheibenbelastung** zeigt prinzipiell eine Abnahme bei zunehmender Neigung der Rückenlehne (vgl. Abb. 12).

Zum Verständnis der Bandscheibenbelastung bei unterschiedlichen Sitzhaltungen sind die besonderen **Bedingungen des Bandscheibengewebes** zu berücksichtigen: Die Bandscheiben stellen die größten nicht vaskularisierten Strukturen im menschlichen Körper dar. Die Ernährung des knorpeligen Bandscheibengewebes kann folglich nicht über Blutgefäße erfolgen, sondern über druckabhängige Diffusionsprozesse.

Die **Aufnahme von Flüssigkeit und Nährstoffen in die Bandscheibe** (Hydratation) sowie auch die Entsorgung von Stoffwechselmetaboliten (Dehydratation) sind dabei abhängig von den **Druckverhältnissen** in der Bandscheibe. Durch mechanische Belastungen von außen steigt der Druck in den Bandscheiben, wodurch sich zwangsläufig deren **nutritive Situation verschlechtert**. Schlecht versorgte Bandscheibenzellen können jedoch nur Moleküle von minderwertiger Qualität produzieren. Hierdurch werden jedoch die typischen Veränderungen der Bandscheiben, nämlich Rissbildungen und Zermürbungen, - letztlich also **Degenerationserscheinungen** des Bandscheibengewebes - **verstärkt**.

In Abbildung 13 sind die Flüssigkeitsverschiebungen in der Bandscheibe in Abhängigkeit vom Belastungsdruck schematisch dargestellt: KRÄMER (1994) stellte fest, dass ab einer bestimmten intradiskalen Druckbelastung ein Umkehrpunkt in der Weise besteht, dass bei höheren Belastungen Dehydratation und bei niedrigeren Belastungen Hydratation erfolgt. So ergeben sich bei den meisten, tagsüber ausgeübten Tätigkeiten Belastungen der Bandscheiben, die eine Dehydratation bewirken. Aus diesem Grund ist ja bekanntermaßen die durchschnittliche Körpergröße abends um durchschnittlich ca. 2 cm niedriger als morgens.

Unabhängig von der absoluten Druckhöhe in der Bandscheibe bei unterschiedlichen Sitzhaltungen - über die in der Literatur keine Einigkeit herrscht - ist zusammenfassend doch

festzustellen, dass in einer hinteren entspannten Sitzhaltung eine Druckumkehr in der Bandscheibe stattfindet. Das Einnehmen einer **zurückgeneigten Arbeitshaltung**, anteilig **integriert in das dynamische Sitzen**, bedingt also letztlich, dass tagsüber **eine Flüssigkeits- und Nährstoffaufnahme** in die Bandscheibe erfolgen kann, die sich auf die nutritive Situation und damit letztlich auch auf deren biochemischen Zustand positiv auswirkt.

Innerhalb eines bestimmten Bereichs ist der Flüssigkeitsstrom in die Bandscheibe bzw. aus der Bandscheibe dem Druckgefälle proportional, was prinzipiell für den Hydratationsprozess bedeutet, dass eine **zunehmende Lehneneigung** grundsätzlich zu einer **verbesserten Ernährungssituation der Bandscheibe** führt.

Die getroffenen Aussagen werden bestätigt durch Untersuchungen zur **Körperhöhenveränderung**, die ebenfalls eine Aussage zur Bandscheibenbelastung zulassen: In hinterer Sitzhaltung und bei Abstützung des Rückens durch die Lehne ist die weitaus deutlichste Zunahme der Körperhöhe (als Maß für die gegenüber dem Stehen verminderte Bandscheibenbelastung) festzustellen (ALTHOFF et al.; 1993 – vgl. Abb. 14).

Auch zeigt der Verlauf der Körperhöhenveränderung beim Sitzen in einer zurückgeneigten Haltung, dass bereits nach ca. 15 min ein erheblicher Effekt der Bandscheibenhydratation stattgefunden hat, der sich dann im weiteren Verlauf der Sitzphase exponentiell abflacht (vgl. Abb. 15).

Zwar ist dieser exponentielle Verlauf der Flüssigkeitsaufnahme in die Bandscheibe prinzipiell typisch für biologische Vorgänge, dennoch lässt sich beispielsweise im Vergleich zur Muskulatur folgendes feststellen: Der Verlauf der Körperhöhenzunahme, der ja als Restitutionsprozess der Bandscheibe zu interpretieren ist, zeigt gegenüber muskulären Erholvorgängen einen deutlich langsameren, gedämpfteren Verlauf. Dies dürfte mit den unterschiedlichen Ernährungsprinzipien dieser beiden Gewebe zusammenhängen, nämlich den schnell wirksamen, via Blut unterstützten Restitutionsprozessen in den Muskelzellen einerseits und dem vergleichsweise schwerfälligen, durch Diffusion erfolgenden Aufnahmen von Nährstoffen in das Bandscheibengewebe andererseits.

Aus diesem Zusammenhang ist abzuleiten, dass das Einnehmen der zurückgeneigten Arbeitshaltung durchaus über mehrere Minuten zusammenhängend erfolgen sollte, um das Ausmaß des Hydratationsprozesses, also das Aufnehmen von Flüssigkeit und Nährstoffen in die Bandscheiben, deutlich wirksam werden zu lassen.

Nicht richtig interpretiert wäre es, die zurückgeneigte Arbeitshaltung als längerdauernde, statische Arbeitshaltung anzusehen. Jede Form von statischer Körperhaltung führt grundsätzlich zu Stoffwechselstagnation und damit zu unphysiologischen Bedingungen.

Sinnvoll ist es also allein, die **zurückgeneigte Arbeitshaltung** in den **Prozess des dynamischen Sitzens** einzubeziehen. Aus Sicht der Muskulatur und vor allem aus Sicht des

Bandscheibenstoffwechsels sind dann positive Effekte auf den Bandscheibenstoffwechsel bei zeitweiligem Einnehmen dieser zurückgeneigten Haltung zu erwarten.

Zu berücksichtigen ist jedoch, dass ein **Bürodrehstuhl** über verschiedene **zusätzliche Einstellfunktionen** verfügen muss, um auch unter Beachtung der **Arbeitsplatzumgebung**, also der Einstellung von Arbeitstisch, Bildschirm und Tastatur, eine möglichst ideale Anpassung an die individuellen anthropometrischen Gegebenheiten, die jeweilige Sitzhaltung sowie auch tätigkeitsspezifische Besonderheiten zu erzielen.

Hierzu wiesen bereits MARX, WIRTH (1996) darauf hin, dass am **Bürodrehstuhl** folgende Funktionen gegeben sein sollten, um die hintere Arbeitshaltung in den Arbeitsprozess einbinden zu können:

- Höhen-/neigungseinstellbare **Kopf-/Nackenstütze**, um zumindest eine temporäre Entlastung der Schulter-/Nackermuskulatur in zurückgeneigter Arbeitshaltung zu ermöglichen.
- Höhen-/neigungseinstellbare **Armstützen**, die ggf. zusätzlich einwärts-/auswärts-drehbar und zudem recht kurz gestaltet sein sollen, da das Heranfahen an den Tisch in hinterer Arbeitshaltung wesentlich sein kann, um erforderlichenfalls den Abstand zum Bildschirm bzw. der Tastatur zu verkürzen. Auch ist aus verschiedenen elektromyographischen Untersuchungen bekannt, dass Armstützen bei Tastatur- oder Mausbedienung eine erhebliche Entlastung des Schultergürtels bieten.

Sowohl Kopf-/Nackenstütze als auch die Armstützen sind bei zurückgeneigter Arbeitshaltung wesentliche Funktionsmerkmale eines Bürodrehstuhles, um die Schulter-/Nackermuskulatur vom Gewicht der Kopf-/Nackenregion (ca. 8,8% der Körpermasse) sowie auch der Arme (ca. 10,8% der Körpermasse) entlasten zu können. Die Einstellbarkeit beider Elemente in Höhenlage und Neigung ist zur Anpassung an unterschiedliche individuelle sowie tätigkeitsbedingte Gegebenheiten unabdingbar.

Weiterhin sind bei der Anpassung der **Arbeitsumgebung** funktionelle Besonderheiten zu berücksichtigen, um auch in zurückgeneigter Arbeitshaltung die empfohlenen Kopfneigungs- und Blickneigungswinkel sowie auch Greifbereiche einzuhalten.

Die Untersuchungen von MARX, WIRTH (1996) zeigten hierzu, dass ein ständiges Verstellen der Arbeitsplatzelemente beim Wechsel der Arbeitshaltungen nicht erforderlich ist, gerade weil beim dynamischen Sitzen die Arbeitshaltungen häufig geändert werden und damit eine Belastungsumverteilung stattfindet. So wurden die einmal eingestellten Bildschirm-, Tisch- und Tastaturhöhen in der Praxis im wesentlichen beibehalten. Allerdings dürfte es bei anteiliger Nutzung der zurückgeneigten Arbeitshaltung durchaus zu einer etwas anderen **Grundeinstellung der Arbeitsplatzelemente** kommen, als bei einer allein an der aufrechten Sitzposition orientierten Einstellung. So kann sich eine erhöhte Anordnung des Bildschirms bzw. ggf. auch eine veränderte Höhen- und Neigungseinstellung der Tastatur ergeben, um zu intensive Kopfneigungswinkel in zurückgeneigter Arbeitshaltung zu vermeiden.

Wesentlich kann sein, ein verstärktes Heranfahren an den Arbeitstisch zu ermöglichen, um erforderlichenfalls die Sehdistanz zum Bildschirm in zurückgeneigter Sitzhaltung zu verkürzen. Hier wirkt sich eine entsprechend den obigen Hinweisen angepasste Ausführung der Armstützen positiv aus; zudem ist hier eine Einstellbarkeit der Arbeitstischhöhe hilfreich.

In zurückgeneigter Arbeitshaltung kann die Gefahr zu großer Kopfneigungswinkel bestehen, weniger beim Blick auf den Bildschirm, als vielmehr bei der Tastaturbeobachtung. Diese dürfte weniger bei sog. Blindschreibern problematisch sein, als vielmehr bei Personen, die einen dauernden optischen Kontakt zur Tastatur benötigen.

Hierzu empfehlen MARX, WIRTH (1996) unabhängig voneinander **einstellbare Bildschirm- und Tastaturhöhen** sowie auch eine entsprechende **Neigbarkeit** dieser Arbeitsplatzelemente.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die **zurückgeneigte Arbeitshaltung** aus ergonomischer Sicht grundsätzlich eine **sinnvolle Erweiterung des Bewegungsspektrums** bei sitzender Körperhaltung bietet. Aus physiologischer Sicht ist eine positive Auswirkung auf die Stoffwechselsituation der Rückenmuskulatur und insbesondere des Bandscheibengewebes zu erwarten, da die zurückgeneigte Arbeitshaltung hier eine erhebliche Entlastung bietet.

Um die positiven Auswirkungen dieses Sitzhaltungskonzeptes im erwarteten Ausmaß zur Wirkung kommen zu lassen, sind bestimmte **Stuhlfunktionen** erforderlich, wie die individuell in Höhe und Neigung anpassbare **Kopf-/Nackenstütze** sowie in verschiedenen Freiheitsgraden einstellbare **Armstützen**.

Auch die **Arbeitsumgebung** (Arbeitstisch, Bildschirm- und Tastaturposition) ist bei diesem Konzept in die Individualanpassung einzubeziehen, um die Qualität der Körperhaltung unter den Aspekten Entlastung der Muskulatur und Bandscheiben sowie auch Kopfneigung, Blickwinkel, Greifraum und Sehabstand zu optimieren.

Experimentelles Potenzial zur Thematik 'Zurückgeneigte Sitzhaltung' besteht derzeit in der Weise, dass die Randbedingungen für die Nutzung dieser Sitzhaltung exakt zu klären sind. Als zugehörige Fragestellungen sind insbesondere von Interesse:

- Welche Lehnenneigung führt zu welchem Regenerationseffekt der Bandscheiben?
- Innerhalb welcher Zeitdauer ergibt sich welcher Regenerationseffekt bzw. wie lange muss mindestens in zurückgeneigter Sitzhaltung gesessen werden, um welchen Regenerationseffekt zu erzielen?
- Verläuft der Regenerationseffekt abhängig von der Vorbelastungsdauer, letztlich also tageszeitabhängig ?
- Welche Unterschiede bestehen hinsichtlich des Regenerationsprozesses in Abhängigkeit vom individuellen Zustand der Bandscheiben bei z.B. jüngeren Menschen mit nicht/kaum vorgeschädigten Bandscheiben bzw. älteren Menschen mit starker Vorschädigung?

Letztlich sollen aus den zugehörigen Untersuchungsergebnissen konkrete Empfehlungen zur Anwendung der zurückgeneigten Arbeitshaltung in der Praxis abgeleitet werden (Lehnenwinkel, Intervalldauer etc.).

Neben den geschilderten Aspekten der Muskel- und Bandscheiben-Physiologie bietet die zurückgeneigte Sitzhaltung auch unter dem Aspekt der zentralen **Ermüdung - Erholung** einen interessanten Ansatz: Hierzu ist bekannt, dass das menschliche Leistungsverhalten keine Konstante ist, sondern im Tagesverlauf erheblichen Schwankungen unterliegt. Der tagesrhythmische (circadiane) Kurvenverlauf der physiologischen Leistungsbereitschaft weist hierzu die beiden deutlichen Tiefs mit reduziertem Aktivitätsniveau, reduzierter subjektiver Wachheit (erhöhter Schlafbereitschaft) und eingeschränkter Konzentrationsfähigkeit in der Nacht (ca. 3^{oo} - 4^{oo} Uhr) und im Tagesverlauf (ca. 13^{oo} - 15^{oo} Uhr) aus (vgl. Abb. 16). Diese beiden Tiefs können aus Sicht der Chronobiologie als optimale Zeiten für Ruhepausen angesehen werden (ZULLEY, 1998).

Die Bedeutung dieses Leistungsverhaltens im 24-Stundenverlauf zeigt sich in der Praxis beispielsweise anhand der tageszeitabhängigen Häufigkeit von Verkehrsunfällen (vgl. Abb. 17). Hierzu zeigen die vom HUK-Verband durchgeführten Erhebungen zwei Gipfel der Häufigkeit von Unfällen mit tödlichem Ausgang infolge von Einschlafens am Steuer – korrespondierend mit dem Kurvenverlauf der physiologischen Leistungsbereitschaft:

Die Spitzenwerte der Unfallzahlen liegen in den frühen Morgenstunden sowie nachmittags gegen 14^{oo} Uhr.

Während der Tagesschlaf in asiatischen Ländern (Japan, China etc.) sowie auch südlichen Ländern nach wie vor gepflegt wird, hat diese Form der Erholung heutzutage bei uns eher einen mäßigen Ruf im Sinne von `Kraftlosigkeit` und `Faulheit`.

Aus Sicht der Chronobiologie ist jedoch festzuhalten, dass der Mittagsschlaf zu unserem normalen biologischen Programm gehört (ZULLEY, KNAB; 2000); der Mensch ist in der Mittagszeit weniger leistungsfähig, die Körpertemperatur ist abgesenkt und unter Bedingungen, die nicht ausgesprochen anregend sind, schläft er leicht ein. Zudem zeigt sich in verschiedenen experimentellen Studien, dass der Mittagsschlaf nicht nur den Effekt hat, eine Zeit geringerer Leistungsfähigkeit zu überbrücken, sondern dass Aufmerksamkeit und Reaktionsschnelligkeit nach dem Mittagsschlaf deutlich erhöht sind im Vergleich zu Personen ohne Mittagsschlaf.

In diesem Zusammenhang also bietet ein Stuhl mit der Funktion der hinteren Sitz-(Liege-) Haltung in Verbindung mit einer Kopf-/Nackenzstütze durchaus die Möglichkeit, einem kurzzeitigen Erholungsbedürfnis des Menschen in einer bequemen Lage im Sinne eines `naps` (Nickerchens) nachzukommen.

Immerhin zeigt sich nicht nur in internationalen Konzernen vermehrt der Trend dazu, den Mitarbeitern das Mittagsschläfchen zu ermöglichen, auch in Deutschland spendierte die

Stadtverwaltung von Vechta den Mitarbeitern Isoliermatten, damit eine Mittagsruhezeit entsprechend genutzt werden kann.

Das Konzept des Bürodrehstuhles mit zurückgeneigter Sitzhaltung lässt sich weiterhin auch in **zukunftsorientierte Arbeitsplatzkonzepte** sinnvoll einordnen: Im Rahmen der 'New Work' beschreibt das Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart (2000) die Situation im Bürobereich dahingehend, dass aufgrund der rasanten Entwicklung in der Informations- und Telekommunikationstechnik die Zahl der Erwerbstätigen in den sog. TIME-Branchen (Telekommunikation, Informationstechnologie, Medien, Entertainment) bis in das Jahr 2010 auf 60% ansteigen wird.

Das Büro wird in diesem Zusammenhang als Wissenscenter der Zukunft verstanden, die klassischen Randbedingungen der Büroarbeit werden dabei grundlegend verändert: Das Arbeiten in festen Strukturen zu einer bestimmten Zeit an einem definierten Ort weicht bei diesem Konzept zunehmend einem mobilen Arbeiten zu flexiblen Zeiten. Als ein Bestandteil dieser Entwicklung löst sich auch die klassische Anbindung des Bürodrehstuhles an die übrigen bekannten Arbeitsplatzelemente (Arbeitstische, Bildschirm, Tastatur etc.), der Bürodrehstuhl hat eher eine selbständige Funktion.

In der zunehmend dynamischen Arbeitswelt – im wesentlichen ausgelöst durch den technischen Fortschritt und die Globalisierung der Märkte – wird die Innovationsdynamik zu einem zentralen Wettbewerbsfaktor für die Unternehmen. Der typische Arbeitnehmer in dieser modernen, hochdynamischen Bürowelt ist der kreative Mitarbeiter, dessen Aufgabe in erster Linie darin besteht, innovativ zu sein. Damit erweitert sich auch die klassische Arbeitshaltung mit Betonung der vorderen und mittleren Sitzhaltung für das Arbeiten am Bürotisch hin zu einer entspannten Sitzhaltung zur Kommunikation, zum Nachdenken, zum kreativen Tätigseins. An dieser Stelle lässt sich auch der Bürodrehstuhl mit der Möglichkeit der zurückgeneigten Sitzhaltung harmonisch in das Konzept dieser zukünftigen Arbeits- und Bürowelt eingliedern.

- ALTHOFF, I.; BRINKMANN, P.; FROBIN, W.; SANDOVER, J.; BURTON, K.: Die Bestimmung der Belastung der Wirbelsäule mit Hilfe einer Präzisionsmessung der Körpergröße. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz – Forschung – Fb 683, Dortmund, 1993.
- BKK BUNDESVERBAND (HRSG.): Krankheitsarten 2000/2001. Essen, 2002.
- DIN 45 51: Bürodrehstühle und Bürodrehsessel
- DIEBSCHLAG, W.; HEIDINGER, F.; DUPUIS, H.; HARTUNG, E.; MEILLER, H.: Ergonomie des Sitzens. Die Bibliothek der Technik Bd. 68, Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1992.
- FRAUNHOFER INSTITUT IAO (HRSG.): Zukunftsoffensive OFFICE 21: Büroarbeit in der dotcom-Gesellschaft gestalten. Köln: vgs, 2000.
- GRANDJEAN, E.: Physiologische Arbeitsgestaltung. Leitfaden der Ergonomie. 4.Aufl. Landsberg: ecomed, 1991.
- HETTINGER, TH.; WOBBE, G. (HRSG.): Kompendium der Arbeitswissenschaft. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl, 1993.
- HEIDINGER, F.: Sitzentwicklung aus arbeitsphysiologischer Sicht.
In: FAUST, E. (HRSG.): Optimale Sitzgestaltung. Renningen-Malmsheim: expert verlag, 1994. - S. 66-82
- HEIDINGER, F.; JASPERT, B.; DIEBSCHLAG, W.: Ergonomische Bewertung von Bürodrehstühlen: Ein erweitertes Prüfprogramm.
In: Z. f. Arb.wiss. 49 (21 NF), (1995), Nr. 1, S. 33-39
- HEIDINGER, F.; JASPERT, B; DUELLI, B.: Ergonomie und Arbeitsmedizin - Angewandte Arbeitsplatzergonomie - Sitzarbeitsplätze
In: HÜTER-BECKER, A; SCHEWE, H.; HEIPERTZ, W. (HRSG.): Physiotherapie. Band 1: Biomechanik, Arbeitsmedizin, Ergonomie. Stuttgart: Thieme, 1999. - S. 360-394
- HILDEBRANDT, G.: Die Missachtung der biologischen Zeitprogramme des Menschen durch Nacht- und Schichtarbeit.
In: ADAM, B.; GEISLER, K.-H.; HELD, M. (HRSG.): Die Nonstop-Gesellschaft und ihr Preis. Stuttgart - Leipzig: S.Hirzel, 1998.
- KEMPF, H.D.: Jetzt sitzen Sie richtig – Die Rückenschule gegen Schmerzen und Verspannungen. Reinbek/Hamburg: Rowohlt, 1997.
- KRÄMER, J.: Biomechanische Veränderungen im lumbalen Bewegungssegment. Reihe: Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 58. Stuttgart: Hippokrates, 1973.
- KRÄMER, J.: Bandscheibenbedingte Erkrankungen. 3.Aufl. Stuttgart, New York: Thieme, 1994.

KRÜGER, H.: Richtig sitzen! Schriftenreihe des Bay. Staatsministeriums für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen, Gesundheit, München, 1995.

MARX, G.; WIRTH, D.: `Dynamisches Sitzen` im Vergleich zu statischen Sitzhaltungen – eine experimentelle Studie.

In: Z. f. Arb.wiss. 50 (22 NF), (1996), Nr. 1, S. 51-59

PETERS, TH.: Büropraxis – Besser arbeiten, mehr leisten, gesund bleiben. Ludwigshafen: Kiehl, 1993.

RÜHMANN, H.; HEIDINGER, F., JASPERT, B.: Entwicklung eines ergonomisch optimierten Hörsaalgestühls.

In: Z. f. Arb.wiss. 51 (23 NF), (1997), Nr. 3, S. 137-148

SCHOBERTH, H.: Orthopädie des Sitzens. Berlin – Heidelberg: Springer, 1989.

WILKE, H.-J.; NEEF, P.; CAIMI, M.; HOOGLAND, T.; CLAES, L.E.: Neue intradiskale Druckmessungen bei Alltagsbelastungen.

In: Hefte zu `Der Unfallchirurg` 271 (1996), S. 16-24

WITTIG, T.: Ergonomische Untersuchung alternativer Büro- und Bildschirmarbeitsplatzkonzepte. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – Forschung – Fb 678, Dortmund/Berlin, 2000.

ZULLEY, J.: Menschliche Rhythmen und der Preis ihrer Missachtung.

In: ADAM, B.; GEISLER, K.-H.; HELD, M. (HRSG.): Die Nonstop-Gesellschaft und ihr Preis. Stuttgart - Leipzig: S.Hirzel, 1998.

ZULLEY, J.; KNAB, B.: Unsere innere Uhr. 5.Aufl. Freiburg i. Br.: Herder, 2000.

Verteilung der Krankentage im Jahr 2000 nach unterschiedlichen Erkrankungsarten (BKK-BV, 2002)

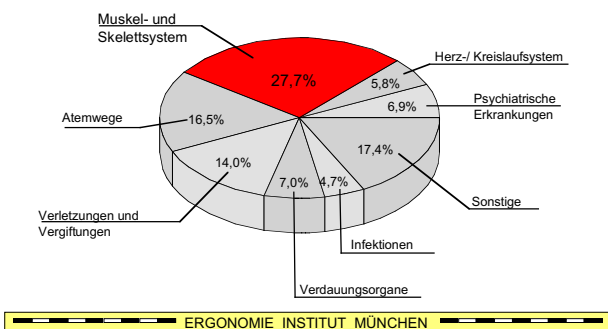


Abbildung 1

Subjektive Aussagen zur Belastungsintensität und Dauer von Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat infolge sitzender Beschäftigung (KRÜGER, 1996)

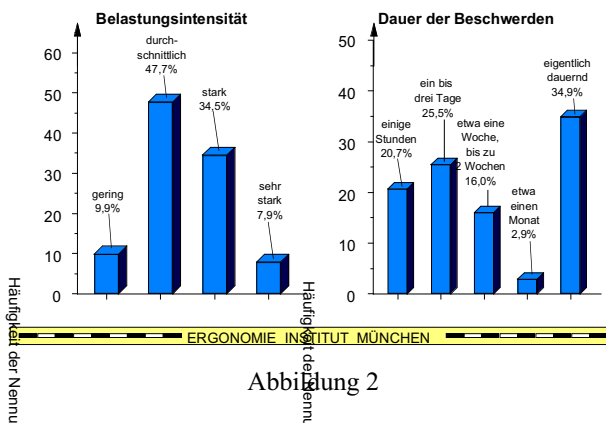


Abbildung 2

Maßempfehlungen für einen Büro- (Bildschirm-) Arbeitsplatz

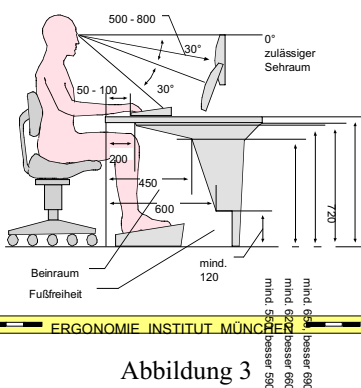


Abbildung 3

Verhaltensergonomie: Schematische Darstellung zur richtigen Einstellung des Stuhles (links), zur richtigen Sitzposition auf dem Stuhl (mitte) und zum Dynamischen Sitzen (rechts)

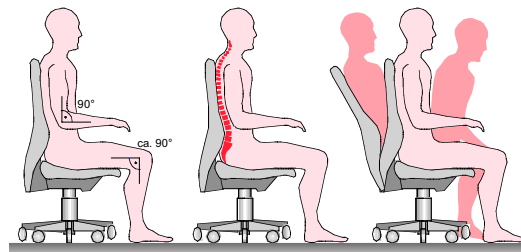


Abbildung 4

Dynamisches Sitzen: Wechsel zwischen hinterer, mittlerer und vorderer Sitzhaltung

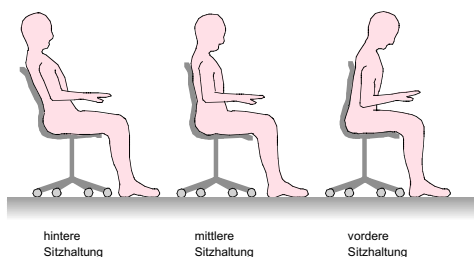


Abbildung 5

Sitz-Messgerät 'Sedometer'
Vermaßungsprinzip: 'Messposition' entspricht 'Sitzposition'

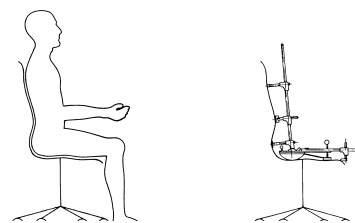
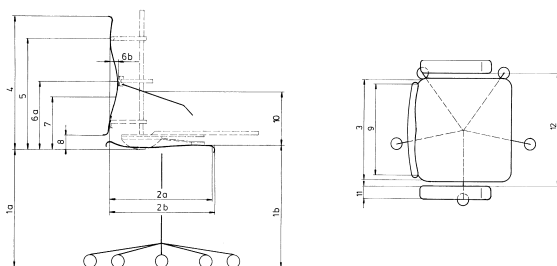


Abbildung 6

Prüfprogramm 'Ergonomie Geprüft': Ergonomische Anforderungen / 1



ERGONOMIE INSTITUT MÜNCHEN

Abbildung 7

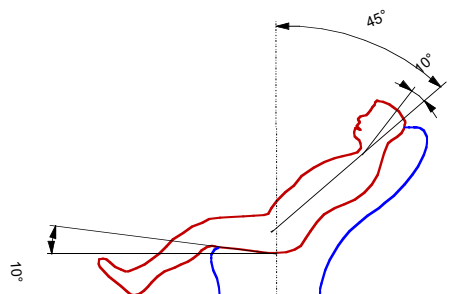
Prüfprogramm 'Ergonomie Geprüft': Ergonomische Anforderungen / 2

Sitzfläche		Armlehnen		
Sitzflächenhöhe im Sitzbein-Bereich	1a	Armlehnenhöhe		10
Sitzflächenhöhe im Bereich der Oberschenkelauflage	1b	Armlehnenbreite (effektiv)		11
Restfederweg	1c	Lichte Weite zwischen den Armlehnen		12
Sitztiefe (effektiv)	2a	Bewegungsmechanik		
Sitztiefe (konstruktiv)	2b	Sitzflächenneigung (Grundst., Veränd.)		α
Sitzbreite (effektiv)	3	Rückenlehnenneigung (Grundst., Veränd.)		β
Lehnenfläche		Sitz-Lehnen-Öffnungswinkel (Grundst., Veränd.)		δ
Lehnenhöhe (konstruktiv)	4	Synchronisationsverhältnis		μ
Brustkyphosenanlagenhöhe	5	Anheben Sitzvorderkante		ϵ
Lendenlordosenhöhe	6a	Hemdschiebeeffect (Relativbewegung)		ζ
Lordosenvorwölbungstiefe	6b	Beckenkontaktverlust bei Rückneigung		τ
Beckenkammabstützung	7	Federkraft bei Rückneigung		-
Gesäßfreiraum	8	Polsterdruck		
Lehnenbreite (effektiv)	9	Sitzpolsterung (Spitzendruckwert)		-

ERGONOMIE INSTITUT MÜNCHEN

Abbildung 8

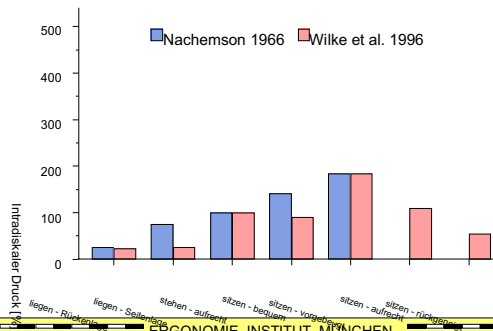
Entlastende hintere Sitzhaltung mit einer um 45° gegenüber der Vertikalen geneigten Lehnenfläche, rückenkonturgerechter Formgebung und Kopf-/Nackenabstützung nach KRÄMER (1973)



ERGONOMIE INSTITUT MÜNCHEN

Abbildung 9

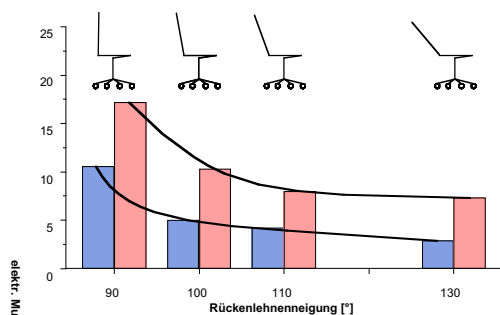
Intradiskale Druckverhältnisse bei Alltagssituationen bezogen auf den Druck beim Stehen aufrecht; Datenvergleich NACHEMSON (1966) und WILKE et al. (1996)



ERGONOMIE INSTITUT MÜNCHEN

Abbildung 10

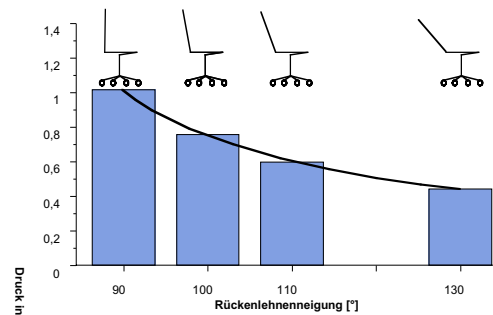
Relative Abnahme der elektrischen Aktivität der Rückenmuskulatur bei zunehmender Neigung der Lehne. Modifiziert nach ANDERSSON; zit. in KRUEGER (1995); (rel. E.: relative Einheit).
Linke Balken: Muskulatur im Lendenbereich Rechte Balken: Muskulatur im Brustbereich.



ERGONOMIE INSTITUT MÜNCHEN

Abbildung 11

Relative Abnahme des Druckes in der Bandscheibe (Lendenwirbelbereich L3/L4) bei zunehmender Neigung der Rückenlehne. Modifiziert nach ANDERSSON; zit. in KRUEGER (1995); (rel. E.: relative Einheit).



ERGONOMIE INSTITUT MÜNCHEN

Abbildung 12

elektr. Muskelaktivität (EMG) [rel. E]

Druck in Bandscheibe L3/L4 [rel. E]

Hydratation und Dehydratation der Bandscheibe in Abhängigkeit von der Belastung:
Modifiziert nach ALTHOFF et al.(1993); KRÄMER (1994); WILKE et al. (1999)

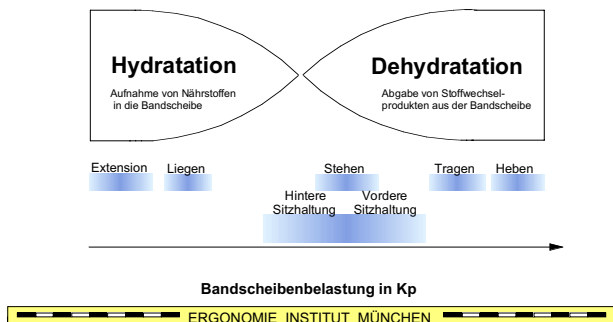


Abbildung 13

Körpergrößenzunahme beim Sitzen im Vergleich zum Stehen
(nach 30-minütigem Sitzen)

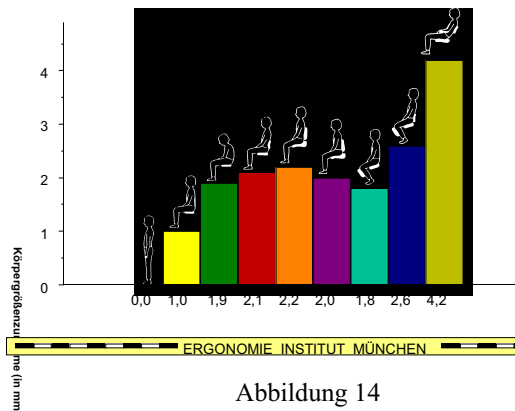


Abbildung 14

Veränderung der Körpergröße bei 30-minütigem Stehen, 30-minütigem Sitzen, 15-minütigem Stehen; entspannte zurückgeneigte Sitzhaltung (ohne Winkelangaben);
modifiziert nach ALTHOFF et al. (1993)

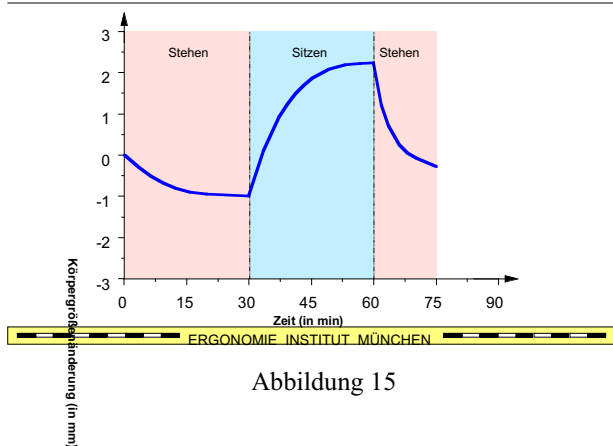


Abbildung 15

Konzept der zurückgeneigten Sitzhaltung aus Sicht der Chronobiologie
(Ermüdung - Erholung)

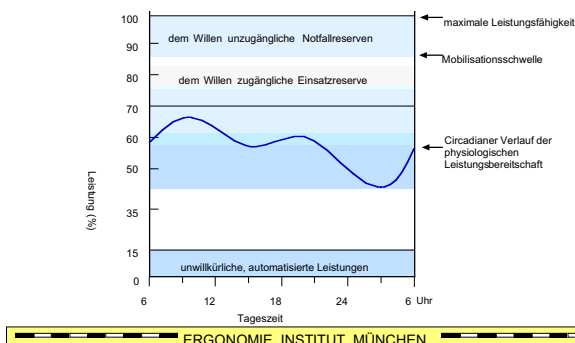


Abbildung 16

Häufigkeitsverteilung der durch Übermüdung bedingten Verkehrsunfälle im Tagesverlauf; modifiziert nach ZULLEY (1998)

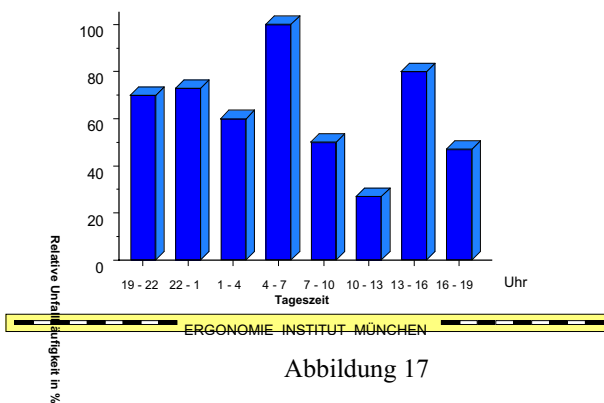


Abbildung 17