

## **Wirkungsbeziehung zwischen Kopfneigung und Muskel-Skelett-Beschwerden bei Bildschirmarbeit: eine Interventionsfeldstudie mit alterssichtigen Beschäftigten.**

Patrick WEIDLING, Judith MASSEIDA, Jens PHILIPP, Matthias JÄGER,  
Alwin LUTTMANN, Wolfgang JASCHINSKI

*IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund,  
Ardey Str. 67, D-44139 Dortmund*

**Kurzfassung:** In einer Interventionsfeldstudie mit alterssichtigen Beschäftigten an Bildschirmarbeitsplätzen wurden die Monitore stufenweise tiefer positioniert. Als Reaktion darauf neigten die Teilnehmer den Kopf abwärts und gaben geringere Muskel-Skelett-Beschwerden an. Diese beiden Parameter zeigten eine lineare Wirkungsbeziehung. Sie wurde mit Funktionsverläufen in einem früheren Labor-Kopftrackingversuch verglichen: als Funktion der Kopfneigung ergab sich dabei ein parabelförmiger Verlauf der subjektiven Nacken-Anstrengung und der Aktivität des *Musculus sternocleidomastoideus*. Das Minimum dieser drei Beanspruchungsverläufe lag im Mittel bei einer Kopfneigung von ca. 10 Grad der Auge-Ohr-Linie.

**Schlüsselwörter:** Bildschirmarbeit, Alterssichtigkeit, Monitorposition, Muskel-Skelett-Beschwerden, Belastungs-Beanspruchungs-Konzept

### **1. Einleitung**

Das Ziel der Ergonomie ist eine physiologisch begründete Arbeitsplatzgestaltung. Die Arbeitswissenschaft erforscht daher die Wirkungskette von der Belastungssituation am Arbeitsplatz über die Reaktionen der physiologischen Mechanismen (objektive Beanspruchung) bis schließlich zu empfundenen Beschwerden bei der Arbeit (subjektive Beanspruchung). Diese Systematik ist im klassischen Belastungs-Beanspruchungs-Konzept beschrieben (Rohmert 1984). Das Ziel ist dabei die quantitative Vermessung von Wirkungsbeziehungen der Zusammenhänge zwischen Belastungen, sowie objektiven und subjektiven Beanspruchungen. Im Bereich der visuellen Ergonomie der vertikalen Monitorposition bei Bildschirmarbeit zeigte z. B. (Heuer 1990) Funktionsverläufe, wie sich der Blickwinkel zum Bildschirm auf den Vergenzwinkel zwischen beiden Sehachsen und die resultierenden Beschwerden auswirken kann.

Die vertikale Monitorposition ist auch von Bedeutung, wenn alterssichtige Beschäftigte eine Universal-Gleitsichtbrille bei Bildschirmarbeit tragen: wenn man den Monitor – wie oft üblich - mit der Oberkante fast in Augenhöhe aufstellt, kann man ihn nur scharf sehen, wenn man den Kopf in den Nacken legt, um die optische Nahwirkung im unteren Glasteil des Universal-Gleitsichtglases zu nutzen. Es stellt sich somit die Frage nach der physiologisch günstigen Kopfneigung.

In dieser Feldstudie an Büroarbeitsplätzen mit frei verstellbaren Monitoren wurde in zwei Interventionsstufen der Monitor schrittweise tiefer gestellt. Es wurde die Wirkung auf Kopfneigung und subjektive Muskel-Skelett-Beschwerden untersucht. Erste Befunde dieser Bürofeldstudie wurden von König et al. (2012) berichtet.

Der vorliegende Beitrag vergleicht die Ergebnisse mit denen einer Laborstudie über das Kopftrackingverhalten bei verschiedenen Kopfneigungen (Masseida et al. 2013; Jäger et al. 2014); daraus resultieren Funktionsverläufe der subjektiven Nacken-Anstrengung und der elektrischen Muskelaktivität des *Musculus sternocleidomastoideus* und des *Musculus splenius capitis*.

## 2. Methode

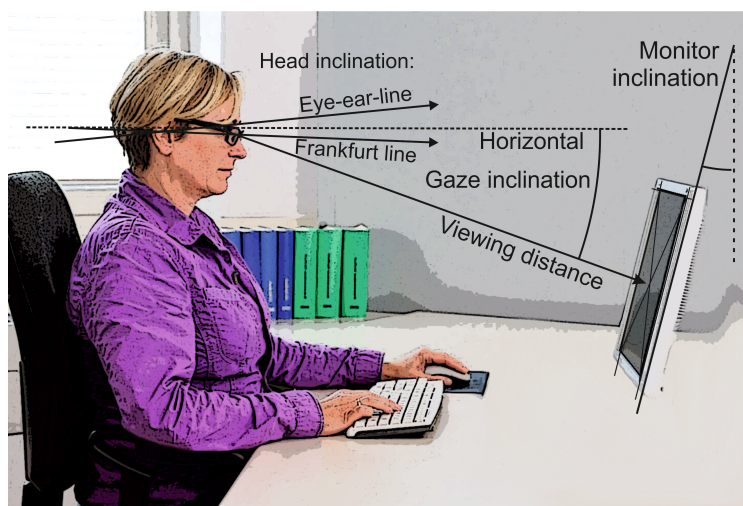
In dieser Feldstudie an Bildschirmarbeitsplätzen der Firma Novus (Lingen) wurden zur flexiblen Monitorpositionierung Schwenkarmsysteme verwendet. Von den 25 Teilnehmern im Alter von 41 bis 62 Jahren (Mittelwert  $51 \pm 6$  Jahre) trugen 15 eine Universal-Gleitsichtbrille, 8 eine Einstärken-Fernbrille und 2 eine Nahbrille für den Monitor (Weidling et al. eingereicht).

Die Intervention wurde in zwei Phasen vollzogen:

**Phase A:** Die Teilnehmer bekamen ein Informationsblatt, das eine Anleitung zur richtigen Bildschirmpositionierung passend zur jeweils getragenen Brille enthielt. Dementsprechend sollten die Teilnehmer ihren Arbeitsplatz selbstständig optimieren und die Bildschirmposition mit Hilfe der Schwenkarmsysteme anpassen.

**Phase B:** Aufgrund von speziellen optometrischen Messungen u. a. mit dem Neigungsoptometer (König et al. 2015), bestimmten die Versuchsleiter den individuellen Bereich für eine optimale Bildschirmposition und stellten den Monitor entsprechend auf.

Als Messgrößen dienten die Blickneigung, die Kopfneigung und der Sehabstand zum Bildschirm aufgrund von Fotografien am Arbeitsplatz (Abbildung 1) sowie die Augen-, Kopf- und Muskel-Skelett-Beschwerden aufgrund von Fragebögen.



**Abbildung 1:** Fotografie am Bildschirmarbeitsplatz. Es wurden geometrisch folgende Maße ermittelt: Sehabstand vom Auge zur Monitormitte, Blickneigung vom Auge zur Monitormitte, Kopfneigung der Auge-Ohr-Linie, d. h. der Linie vom Augenzwinkel (äußerer Canthus) zum Ohr-Knorpelvorsprung (Tragus). Die Frankfurter Linie (vom Tragus zum unteren Orbitarand) ist im Durchschnitt 11 Grad tiefer geneigt. Alle Winkel beziehen sich auf die Horizontale; negative Werte bedeuten Abwärtsneigungen.

### 3. Ergebnisse

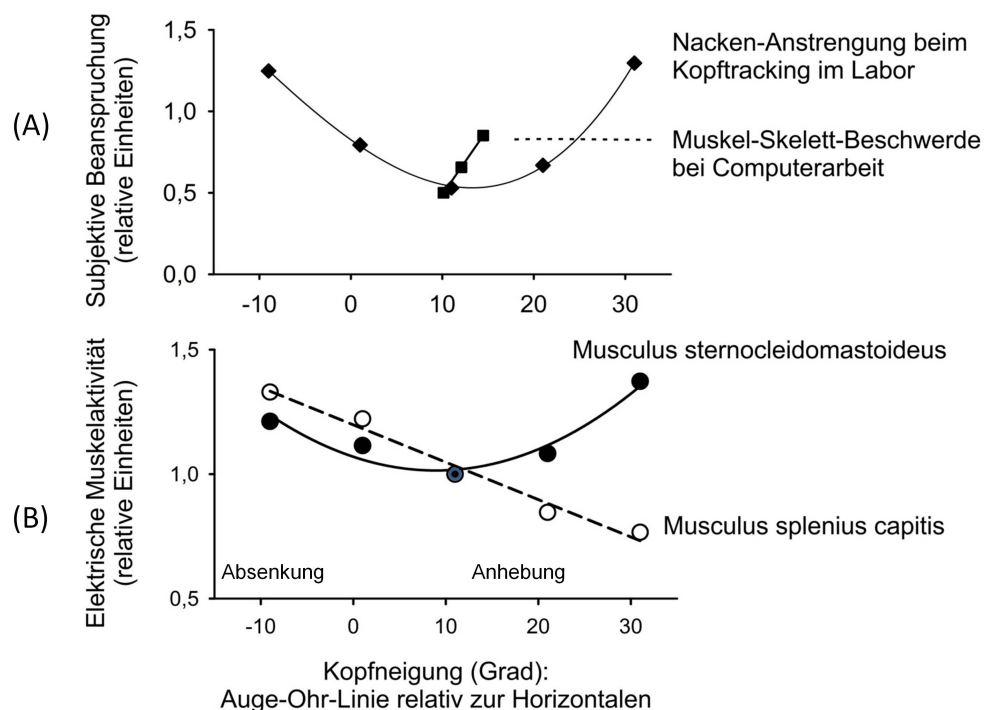
Beschäftigte mit Universal-Gleitsichtbrillen bzw. anderen Brillen zeigten ähnliche Befunde, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind.

**Tabelle 1:** Messgrößen im Laufe der Studie und Ergebnisse von Varianzanalysen ( $n=25$ ).

	<b>Blickneigung (Grad)</b>	<b>Kopfneigung (Grad)</b>	<b>Muskel-Skelett- Beschwerden</b>
<b>Vortest</b>	$-17,5 \pm 3,8$	$14,5 \pm 6,8$	$3,1 \pm 1,5$
<b>Phase A</b>	$-19,0 \pm 4,6$	$12,1 \pm 7,6$	$2,6 \pm 1,4$
<b>Phase B</b>	$-20,9 \pm 3,9$	$10,1 \pm 5,8$	$2,3 \pm 1,3$
<b>Statistik</b>	$F(2; 48) = 8,3$ $p < 0,01$	$F(2; 48) = 16,2$ $p < 0,01$	$F(1,2; 30) = 10,6$ $p < 0,01$

Die Statistik (Weidling et al., eingereicht) zeigte folgende signifikanten Effekte. Die Absenkung der Monitore im Laufe der Intervention ergab eine zunehmend niedrigere Blickneigung: als Reaktion darauf senkten die Teilnehmer ihren Kopf ab und gaben geringere Muskel-Skelett-Beschwerden an.

Zwischen Kopfneigung und Muskel-Skelett-Beschwerden bei Computerarbeit bestand ein linearer Verlauf der Gruppenmittelwerte (Abbildung 2A). Für jede Person wurde die entsprechende individuelle Steigung berechnet: deren Verteilung hatte einen signifikant positiven Mittelwert ( $t(24) = 2,11$ ,  $p = 0,022$ , einseitig).



**Abbildung 2:** (A) Subjektive Muskel-Skelett-Beschwerden bei Computerarbeit in dieser Feldstudie und subjektive Nackenanstrengung bei einer Kopfrackingaufgabe (Masseida et al., 2013). (B) Elektrische Muskelaktivität von Kopfhaltungsmuskeln bei einer Kopfrackingaufgabe (Masseida et al., 2013). Messwerte sind normiert.

## 4. Diskussion

An Bildschirmarbeitsplätzen führte eine mittlere Kopfablenkung um nur 4 Grad zu einer Verringerung der Muskel-Skelett-Beschwerden entsprechend einer linearen Wirkungsbeziehung. Dies entspricht einem Befund von Jaschinski et al. (2015): der Wechsel von einer Universal-Gleitsichtbrille zu einer Bildschirm-Gleitsichtbrille bewirkte eine Kopfablenkung von 2,3 Grad und ebenfalls eine Verringerung von Muskel-Skelett-Beschwerden. Diese Feldstudien ergaben eine günstige Kopfneigung der Auge-Ohr-Linie von ca. 10 Grad.

Abbildung 2 zeigt zum Vergleich Funktionsverläufe aus einer Laborstudie, in der eine Kopftrackingaufgabe bei Kopfneigungen über einen großen Bereich untersucht wurde (Masseida et al. 2013). Es ergaben sich parabelförmige Verläufe der subjektiven Nacken-Anstrengung und der elektrischen Aktivität des *Musculus sternocleidomastoideus*, der die Rechts-links-Kopfdrehung bewirkt. Die Parabeln und der lineare Verlauf der Muskel-Skelett-Beschwerden bei Computerarbeit zeigen eine Erhöhung der Beanspruchung, wenn der Kopf ausgehend von 10 Grad angehoben wird. Der *Musculus splenius capitis* hebt den Kopf gegen die Schwerkraft an; seine Aktivität sinkt linear mit zunehmender Kopfanhebung, weil dadurch der Schwerpunkt des Kopf über den Hals zu liegen kommt. Die subjektive Beanspruchung scheint eher mit der Aktivität des *Musculus sternocleidomastoideus* assoziiert zu sein.

In der Praxis können geringe Änderungen der Kopfneigung für die Beanspruchung von alterssichtigen Beschäftigten am Bildschirmarbeitsplatz relevant sein. Zur optimalen Arbeitsplatzgestaltung sind sowohl visuelle als auch muskuloskeletale Aspekte zu berücksichtigen (Jaschinski et al., 2014; <http://ergonomic-vision.ifado.de>).

## 5. Literatur

- Heuer H (1990). Die Ruhelage der Augen und ihre Konsequenzen. In: Meinecke C, Kehler L (Eds), Bielefelder Beiträge zur Kognitionspsychologie. 139-191.
- Jäger M, Philipp J, Masseida J, Jaschinski W, Luttmann A (2014) Untersuchungen zur Aktivität der Halsmuskulatur bei regulatorischen Kopfbewegungen zur Identifizierung einer günstigen Kopfneigung. Umweltmed Hygiene Arbeitsmed 19: 133.
- Jaschinski W, König M, Masseida J, Meinert M, Weidling P (2014) Zur Höhenpositionierung von Monitoren an Bildschirmarbeitsplätzen – ein physiologisches Konzept. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft. Dortmund: GfA-Press, 498-500.
- Jaschinski W, König M, Mekontso, TM, Ohlendorf A, Welscher M (2015, im Druck) Comparison of progressive addition lenses for general purpose and for computer vision: an office field study." Clinical and Experimental Optometry.
- Masseida J, Philipp J-J, Wicher C, Jaschinski W (2013) Verschiedene Kenngrößen für die physiologisch günstige Kopfneigung. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 67: 207-219.
- König M, Haensel C, Jaschinski W (2015, im Druck) How to place the monitor: Measurements of vertical zones of clear vision with presbyopia corrections. Clinical and Experimental Optometry
- König M, Jaschinski W (2012) Eine Feldstudie zur individuellen Bildschirmpositionierung für Brillenträger der Generation 40plus. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg) ): Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme – Wege zur gesunden, effizienten und sicheren Arbeit. Dortmund: GfA-Press, 419-422.
- Rohmert W (1984) Belastung-Beanspruchungs-Konzept. Zeitschrift für Arbeitswiss 38: 193-200.
- Weidling P, Jaschinski W (eingereicht). The vertical monitor position for presbyopic computer users with progressive lenses: how to reach clear vision and comfortable head posture.

**Danksagung:** Wir bedanken uns bei der Firma Novus und ihren Mitarbeitern.