

Visuelle Ermüdung am Bildschirmarbeitsplatz: Individuelle Aspekte von Sehabstand und Blickneigungswinkel

von
Wolfgang Jaschinski

Einleitung

Für ein möglichst ermüdungsfreies Sehen am Bildschirmarbeitsplatz ist zunächst die ergonomische Qualität des Bildschirmgeräts von Bedeutung. Die erforderlichen Monitoreigenschaften sind weitgehend untersucht (Bauer 1996). Der Anwender kann mit Hilfe von technischen Daten und Checklisten ein Bildschirmgerät auswählen, das eine flimmerfreie Bilddarstellung mit scharfen und kontrastreichen Zeichen besitzt. Die gesetzliche Grundlage dafür ist die „Bildschirmarbeitsverordnung“; konkrete Hinweise geben z. B. die „Hilfen für die Gestaltung der Arbeit an Bildschirmgeräten“ (1997) der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der weitergehenden Frage, wo und wie man Bildschirmgeräte relativ zum Auge aufstellen sollte. Dabei geht es um den Sehabstand d vom Auge zum Bildschirm und den Blickneigungswinkel γ zwischen der Horizontalen und der Blickrichtung (Abb. 1). Beobachtungen in der Praxis zeigen, daß die Bedeutung der Positionierung des Bildschirms oft übersehen wird. Häufig ergibt sich die Aufstellung aus den vorhandenen Büromöbeln, ohne daß die möglichen ergonomischen Konsequenzen beachtet werden.

In einer umfassenden Feldstudie beschrieben Bergqvist und Knave (1994) eine Vielzahl von Bedingungen, die zu Sehbeschwerden am Bildschirmarbeitsplatz beitragen können. Neben einer Reihe von Einflußfaktoren (z.B. Dauer der täglichen Arbeitszeit, Tragen von Brillen oder Alter) zeigten sich



Abb. 1

Abbildung 1: Sehabstand d und Blickneigungswinkel γ zwischen der Horizontalen und der Blickrichtung an einem Bildschirmarbeitsplatz mit frei verstellbarer Monitorposition

auch Wirkungen von Sehabstand und Bildschirmhöhe: Sehbeschwerden waren im Mittel dann stärker, wenn der Sehabstand geringer als 60 cm war und wenn der Bildschirm in Augenhöhe und nicht tiefer stand. Dieses Ergebnis bestätigte sich auch in Feldstudien von Jaschinski et al. (1998a und 1999). Lie et al. (1997) fanden ebenfalls in einer Feldstudie bei niedrigen Bildschirmen eine Tendenz zu geringeren Sehbeschwerden. Diese Untersuchungen zeigen also, daß unter praktischen Arbeitsbedingungen Sehbeschwerden davon abhängen können, wo der Bildschirm relativ zum Auge aufgestellt ist. Es stellt sich nun die Frage nach den zugrundeliegenden physiologischen Ursachen und Mechanismen dieser Befunde.

Sehabstand und Vergenzsystem

Der Sehabstand ist von Bedeutung für das Vergenzsystem der Augen: bei unendlich

weit entfernten Sehobjekten stehen die Augenachsen parallel, während beim Nahsehen die Augenachsen einen Winkel zueinander bilden, so daß der fixierte Objektpunkt in beiden Augen möglichst auf der Foveamitte, d.h. der Netzhautstelle mit dem höchsten räumlichen Auflösungsvermögen, abgebildet wird. Diese Einstellung des Vergenzwinkels wird von den äußeren horizontalen Augenmuskeln vorgenommen. Je näher ein Sehobjekt, um so größer ist der Vergenzwinkel und um so größer ist die aufzubringende Augenmuskelkraft.

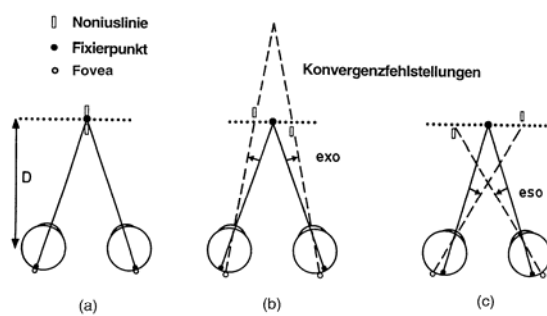


Abb. 2

Abbildung 2: Illustration möglicher Vergenzfehlstellungen (Fixationsdisparationen) bei der Fusion eines binokularen Fixierpunktes.

(a) Genaue Vergenzstellung - durchgezogene Linien,

(b) und (c) exo- bzw. eso-Fixationsdisparation mit Schnittpunkten der Sehachsen hinter bzw. vor dem Fixierpunkt - gestrichelte Linien. Diese Fixationsdisparationen relativ zur Foveamitte lassen sich mit Hilfe von zwei Noniuslinien messen, die jeweils einem Auge dargeboten werden.

Man kann die Funktion des Vergenzsystems unter den Sehbedingungen des Bildschirmarbeitsplatzes beurteilen, indem man die Genauigkeit mißt, mit der die Sehachsen der beiden Augen auf den anzublickenden Fixierpunkt ausgerichtet sind. Während sich die Sehachsen idealerweise exakt im Fixierpunkt schneiden (durchgezogene Linien in Abb. 2a), bestehen bei manchen Personen Abweichungen von diesem optimalen Vergenzwinkel, d.h. die Sehachsen kreuzen sich hinter bzw. vor dem Fixierpunkt (gestrichelte Linien in Abb. 2 b bzw. c). Solche Fehlstellungen der Vergenz werden als exo- bzw. eso-Fixationsdisparationen bezeichnet und bedeuten, daß der Objektpunkt nicht auf

die Netzhautstelle mit dem höchsten Auflösungsvermögen, die Foveamitte, abgebildet wird, sondern etwas horizontal versetzt davon. Der Fixierpunkt wird dabei nicht doppelt gesehen, da diese Abweichungen bei den meisten Personen nur wenige Bogenminuten betragen und somit innerhalb der normalen Panum'schen Bereiche liegen. Forschungsergebnisse und klinische Erfahrungen weisen darauf hin, daß Personen mit Fixationsdisparationen häufiger zu Sehbeschwerden neigen (Howard & Rogers 1995; Scheiman & Wick 1994).

Im folgenden wird speziell die Rolle der Fixationsdisparation am Bildschirmarbeitsplatz betrachtet, und zwar bei normalsichtigen Personen. Dabei wird unter der Fixationsdisparation die motorische Vergenzfehlstellung verstanden, die sich trotz eines starken zentralen Fusionsreizes einstellt, der beiden Augen dargeboten wird. Unter den Sehbedingungen eines typischen Bildschirmarbeitsplatzes wird diese Fixationsdisparation durch die Bildwiederholrate, die Leuchtdichte des Bildschirms, geringfügige Unschärfen der Zeichen und die Kontrastpolarität praktisch nicht beeinflusst (Jaschinski-Kruza & Schubert-Alshuth 1992; Jaschinski-Kruza 1994; Jaschinski et al. 1996). Der Sehabstand ist jedoch von Bedeutung: je näher der Bildschirm steht, umso größer werden im Mittel die exo-Fixationsdisparationen. Es zeigten sich aber erhebliche und reliable inter-individuelle Unterschiede. Bei manchen Personen stellt sich der Vergenzwinkel bei allen Sehabständen genau ein, d.h. die Fixationsdisparation hat unabhängig vom Sehabstand einen Wert nahe bei Null (z. B. Person A in Abb. 3b). Andere Personen haben zwar keine Fixationsdisparation in der Ferne, aber deutliche exo-Werte, wenn der Bildschirm näherrückt (z. B. Person B in Abb. 3b). Diese Abhängigkeit der Fixationsdisparation vom Sehabstand erwies sich als individuelles Merkmal unter normalsichtigen jungen Erwachsenen mit gutem Stereosehen (Jaschinski 1997).

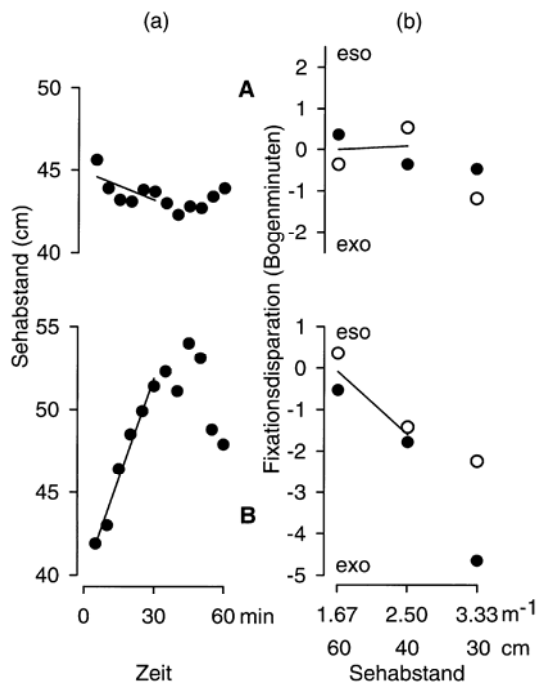


Abbildung 3:

(a) Verlauf des spontan eingenommenen Sehabstands im Laufe einer 1-stündigen Bildschirmtätigkeit im Laborversuch: die Probanden mußten zu Beginn einen Sehabstand von etwa 40 cm einnehmen, konnten danach aber den Sehabstand frei wählen. Person A behält einen konstanten Sehabstand von etwa 40 cm bei, während Person B während der ersten 30 Minuten zu größeren Sehabständen übergeht.

(b) Messungen der Fixationsdisparation (Bogenminuten) bei Sehabständen von 60, 40 und 30 cm, linear in der Einheit Meterwinkel (m^{-1}) für den Vergenzwinkel aufgetragen. Die wiederholten Messungen an zwei Tagen (jeweils zwei Symbole) zeigen bei Person A relativ konstante Werte bei Null und bei Person B deutlich zunehmende negative, d.h. exo-Werte, wenn die Vergenzbelastung in der Nähe zunimmt.

In einer Laborstudie waren diese individuellen Unterschiede für die Wahl des Sehabstands bei der Arbeit am Bildschirm von Bedeutung (Jaschinski 1998). Während einer einstündigen Bildschirmtätigkeit wurde zu Beginn ein Sehabstand von 40 cm vorgegeben und dann kontinuierlich der Sehabstand vermessen, den die Probanden spontan eingenommen haben. Von den Personen, die in der Nähe eine stärkere exo-Fixationsdisparation aufwiesen, gingen die meisten im Laufe der Arbeit zu einem größeren Sehabstand über. Andere Personen

mit einer besseren Vergenzgenauigkeit in der Nähe rückten im Durchschnitt nicht so weit vom Bildschirm zurück. Dieses Ergebnis spricht dafür, daß ein geringer Sehabstand im Bereich von 40 cm von solchen Personen vermieden wird, die in der Nähe eine größere exo-Fixationsdisparation zeigen. Die Ergebnisse von 2 Probanden dieser Studie sind in Abb. 3 als individuelle Beispiele dargestellt. In der Gesamtgruppe von 33 Personen bestand eine signifikante Korrelation von $r = 0,38$ zwischen der individuellen Steigung der Fixationsdisparation als Funktion des Sehabstands (beschrieben durch die Geraden in Abb. 3b) und der individuellen Zunahme des Sehabstands als Funktion der Tätigkeitsdauer (Geraden in Abb. 3 a).

Vertikale Blickneigung, Höhe des Bildschirms relativ zum Auge

Die Höhe des Bildschirms relativ zum Auge ist ein weiterer Aspekt des Bildschirmarbeitsplatzes, der physiologische Auswirkungen haben kann, denn die Bildschirmhöhe bestimmt den Neigungswinkel des Kopfes im Vergleich zum Rumpf, sowie die Neigung der Augen innerhalb des Kopfes.

Die Neigung von Augen und Kopf beeinflusst eine Reihe von anderen Sehfunktionen. Nach Ripple (1952) und Takeda et al. (1992) steigt die Akkommodationsfähigkeit in der Nähe, wenn man die Augen abwärts neigt; dies war auch bei alterssichtigen Personen zu beobachten, so daß es mit zunehmendem Alter nützlich sein könnte, das Scharfsehen durch Abwärtsblicken zu unterstützen. Die Neigung von Kopf und Augen beeinflusst außerdem das Vergenzsystem: die Heterophorie (Holland 1958) und die Vergenzruhelage (Heuer & Owens 1989; Heuer 1988; 1993) verschieben sich – in individuell unterschiedlichem Maße – in die Nähe; entsprechend kann sich die Fixationsdisparation in die eso-Richtung verschieben (Jaschinski et al. 1998b). Diese Einflüsse der Blickneigung auf die Akkommodation und Vergenz können so interpretiert werden, daß die Beanspruchungen dieser Augen-

muskelsysteme beim Nahsehen durch ein Abwärtsblicken vermindert werden. Dies läßt sich phylogenetisch durch das Sehen in natürlichen Umgebungen während der Evolution des Menschen erklären. Die Augen sind meist auf die Ferne eingestellt, wenn wir horizontal z. B. in die Landschaft blicken. Dagegen ist der Blick beim Nahsehen typischerweise abgesenkt, z. B. bei handwerklichen Tätigkeiten, beim Nahrung sammeln oder beim Essen (Lie & Fostervold 1995). Diese natürliche Kopplung von Nahsehen und Abwärtsblickneigung bleibt beim Lesen von Büchern oder bei traditioneller Büroarbeit am Schreibtisch noch bestehen. Nahe Bildschirme in Augenhöhe widersprechen jedoch dieser Vorstellung, so daß ein Absenken des Bildschirms helfen kann, Sehbeschwerden zu vermindern (Bergqvist & Knave 1994; Lie & Fostervold 1995; Lie et al. 1997; Jaschinski et al. 1998a).

Eine Reihe von sinnesphysiologischen und ergonomischen Studien kommen also in der Tendenz zu der übereinstimmenden Schlußfolgerung, daß nahe Bildschirme, insbesondere in Augenhöhe, zumindest bei entsprechender individueller Disposition, zu Sehbeschwerden bei Bildschirmarbeit beitragen können. Sinnesphysiologische Studien deuten darauf hin, daß das Vergenzsystem der Augen der beanspruchungsrelevante physiologische Mechanismus ist. Wegen der individuellen Unterschiedlichkeit in diesen Sehfunktionen ist das ausschlaggebende Kriterium für eine Arbeitsplatzgestaltung in jedem Fall das beschwerdefreie Sehen des einzelnen Mitarbeiters.

Die individuell bevorzugte Position des Bildschirmgeräts

In einigen Studien ist ermittelt worden, welcher Sehabstand vom Auge zum Monitor

und welche Höhe des Bildschirms relativ zum Auge von Bildschirmbenutzern bevorzugt werden. Grandjean (1987) gibt eine Zusammenfassung über eine Reihe von Labor- und Feldstudien zu Bildschirmpositionen, die Benutzer an frei einstellbaren Arbeitsplätzen am angenehmsten empfanden. Die individuell bevorzugten Sehabstände lagen zwischen etwa 50 und 100 cm (Gruppenmittelwert ca. 70 cm) und die entsprechenden Blickneigungswinkel etwa zwischen der Horizontalen und 25 Grad abwärts (Gruppenmittelwert 10 Grad abwärts). Bei einem Sehabstand von 57 cm entspricht 1 cm einem Winkel von 1 Grad.

Erst zwei jüngere Feldstudien (Jaschinski et al. 1998a; 1999) belegten erhebliche reliable Unterschiede in den bevorzugten Bildschirmpositionen zwischen normalsichtigen, nicht alterssichtigen Personen. In diesen Studien wechselten die Beschäftigten täglich zwischen gleichartigen Bildschirmarbeitsplätzen in Großraumbüros; dabei ließ sich beobachten, daß die meisten Beschäftigten zu Beginn der Arbeit den frei verstellbaren Bildschirm in die subjektiv bevorzugte Position brachten. Manche Bildschirmbenutzer bevorzugten eher einen großen Sehabstand, manche aber auch einen geringen; die einen fanden einen sehr tiefen Bildschirm angenehm, andere aber auch einen Bildschirm in Augenhöhe. Im Vergleich zu dem recht großen Bereich von Bildschirmpositionen, der von Personengruppen bevorzugt wird, wählen einzelne Beschäftigte den Sehabstand und die Bildschirmhöhe in engen Bereichen (Abb. 4). Dies zeigte sich auch in hoch-signifikanten Test-Retest-Korrelationen der individuell bevorzugten Bildschirmpositionen über einen Zeitraum von 8 Wochen, wobei täglich der Bildschirm wieder neu eingestellt wurde.

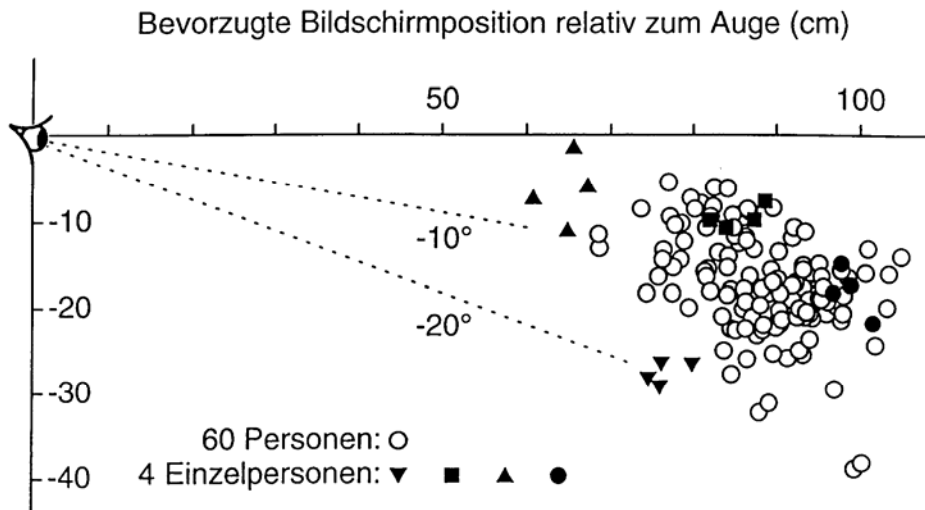


Abbildung 4: Bevorzugte Bildschirmpositionen relativ zum Auge nach der Erprobung verschiedener Positionen. Bei 60 Personen ist mit offenen Symbolen die mittlere Position eines Tages pro Woche innerhalb von bis zu 4 Wochen dargestellt. Die geschlossenen Symbole zeigen Beispiele von 4 Personen, bei denen die bevorzugte Bildschirmposition viermal im Abstand von einer Woche gemessen wurde; in der Zwischenzeit waren die Bildschirme verstellt worden.

Es ließ sich auch belegen, daß die individuelle Wahl des Sehabstands mit der Vermeidung von Sehbeschwerden zusammenhängt. Wenn man alle Probanden im Feldversuch an einem nahen Bildschirm arbeiten ließ, dann resultierten insbesondere bei solchen Personen stärkere Sehbeschwerden, die bei freier Wahl einen größeren Sehabstand bevorzugten.

In diesen Feldversuchen kannten die Probanden ihre individuell bevorzugte Bildschirmposition aufgrund von zwei Aspekten der vorliegenden Arbeitsplatzbedingungen. Erstens standen Bildschirmarbeitsplätze zur Verfügung, an denen die Bildschirmposition sehr leicht verändert werden konnte, z. B. ließen sich die Tastaturhöhe und die Bildschirmhöhe unabhängig voneinander mit Motorantrieben variieren. Zweitens wechselten die Beschäftigten täglich nach einem bestimmten Dienstplan zwischen technisch gleichartigen Bildschirmarbeitsplätzen und fanden den Arbeitsplatz täglich so vor, wie der Vorgänger ihn benutzt hatte. Auf diese Weise lernten die Mitarbeiter verschiedene Bildschirmpositionen kennen, bemerkten die Vor- und Nachteile und konnten so aufgrund ihrer Erfahrung herausfinden, mit welcher

Bildschirmposition sie persönlich am besten zurechtkamen.

Eine Anleitung zur Ermittlung der individuell günstigen Bildschirmposition

Die eigenen Erfahrungen sind nach den obigen Feldstudien eine wichtige Voraussetzung, eine individuell günstige Lösung zu finden. Wir haben daher eine Anleitung entworfen, um Bildschirmbenutzern eine Hilfestellung zur Ermittlung der individuell günstigen Bildschirmposition zu geben. Diese Anleitung erfordert die aktive Mitarbeit, denn die Beschäftigten werden aufgefordert, an vier Tagen jeweils mit einer anderen Bildschirmposition zu arbeiten. Am ersten Tag steht der Bildschirm hoch und nah, am zweiten Tag tief und nah, am dritten Tag hoch und entfernt und am vierten Tag tief und entfernt. Nachdem die Beschäftigten die Vor- und Nachteile der jeweiligen Positionen persönlich erfahren haben, sollen sie am fünften Tag den Bildschirm so aufstellen, wie sie es am angenehmsten empfinden. Eine Anleitung für ein solches Erprobungsverfahren kann im Institut für Arbeitsphysiologie angefordert werden; sie ist außer-

dem auf S. 34-35 dieses Bandes und im Internet (<http://www.ergonetz.de/bildschirm/>) beschrieben.

Wir haben dieses Verfahren in einem Feldversuch angewendet (Jaschinski et al. 1999) und dabei festgestellt, daß manche der Teilnehmer aufgrund der gemachten Erfahrungen zu einer anderen Bildschirmposition übergangen. Einige bevorzugten nach der Erprobung den Bildschirm näher, andere weiter entfernt; teils wechselten sie zu höheren, teils zu tieferen Bildschirmen. Insbesondere die individuellen Änderungen der bevorzugten Sehabstände wurde während des gesamten Beobachtungszeitraums von 4 Wochen nach der Erprobung beibehalten. Dies deutet darauf hin, daß die neuen Positionen für die einzelnen Benutzer ergonomisch günstiger waren. Die meisten Teilnehmer berichteten, daß sie durch die Erprobung etwas neues über die ergonomische Bildschirmaufstellung gelernt hatten. Die in Abb. 4 dargestellten Bildschirmpositionen wurden innerhalb von 4 Wochen nach der Erprobung erhoben.

Ein solches Erprobungsverfahren ist dann am einfachsten durchzuführen, wenn ein flexibel verstellbarer Bildschirmtisch zur Verfügung steht, an dem der Bildschirm unabhängig von der Tastatur in der Höhe verstellbar ist und auch genügend Tiefe für eine großzügige Verstellung des Sehabstands vorhanden ist. Wenn solche Tische nicht zur Verfügung stehen, so kann man dennoch mit einfacheren Lösungen zum Ziel kommen. Große Sehabstände kann man z. B. erreichen, indem man den Bildschirm auf einen hohen oder niedrigen Beistelltisch hinter den normalen Schreibtisch stellt. Steht der Schreibtisch vor einem Wandregal mit höhenverstellbaren Fächern, so kann man die Bildschirmhöhe durch leichtes Umbauen des Regals variieren. Der Computerzubehörhandel bietet auch verschiedene Hilfsmittel zur Verstellung von Bildschirmen an. Eine solche Erprobung der individuell günstigen Aufstellung des Bildschirms erfordert sicherlich einen gewissen Aufwand. Man hat dadurch aber den Nutzen

einer individuell angepaßten ergonomischen Lösung. Der Vorteil wird um so größer sein, je ungünstiger die ergonomische Ausgangslage ist, wenn z. B. der Einstellspielraum für Sehabstand und Blickneigungswinkel sehr eingeschränkt ist.

Was außerdem zu berücksichtigen ist

Die Zeichen auf dem Bildschirm müssen in ihrer Größe an den gewählten Sehabstand angepaßt werden, damit sie gut lesbar und unterscheidbar sind. Bei Sehabständen von 50 bzw. 100 cm sind Zeichenhöhen von 3,5 bzw. 7,0 mm geeignet.

Wenn man den Bildschirm relativ zum Auge absenkt, um dadurch das Nahsehen zu unterstützen (Jaschinski et al. 1999), sollte man den Bildschirm entsprechend nach hinten neigen, so daß man etwa senkrecht auf die Bildschirmfläche schaut. Dabei muß aber vermieden werden, daß Reflektionen von Deckenleuchten auf dem Bildschirm sichtbar werden.

Alle bisherigen Überlegungen beziehen sich auf Personen, die nicht alterssichtig (presbyop) sind. Mit zunehmendem Alter läßt die Fähigkeit zur Nahakkommodation stetig nach, so daß man in der Nähe unscharf sieht. Dies läßt sich bei beginnender Alterssichtigkeit evtl. durch einen größeren Sehabstand kompensieren. Bei stärkerer Presbyopie muß jedoch eine Bildschirmarbeitsplatzbrille an die individuelle Sehfähigkeit und an die jeweiligen Bildschirmtätigkeiten (evtl. mit Textbelegen) angepaßt werden.

Die bisherigen Darstellungen haben die Situation beschrieben, daß der Benutzer während der Arbeit hauptsächlich auf den Bildschirm schaut. Oft werden zusätzlich auch schriftliche Belege, z. B. Manuskripte oder Zeichnungen benutzt. Da die Zeichen auf Belegen gewöhnlich kleiner sind als auf Bildschirmen, müssen sie - auch zur leichten Handhabbarkeit - bei Sehabständen von etwa 40 - 50 cm angeordnet sein. Wenn der Bildschirm dabei einen großen Sehabstand hat, so erfordert dies bei jedem Blickwechsel eine Umstellung der Akkommo-

dation und Vergenz. Personen bis zu 40 Jahren bevorzugen selbst dann Sehabstände zwischen 50 und 80 cm. Bei einer Alterssichtigkeit sollten Sehabstände von Bildschirm und Text allerdings angeglichen werden und das Scharfsehen durch eine entsprechende Bildschirmarbeitsplatzbrille gewährleistet sein.

Zusammenfassung

Die hier zusammengefaßten Literaturbefunde sprechen dafür, daß eine ergonomische Gestaltung von Sehabstand und Bildschirmhöhe aufgrund von Gruppenmittelwerten der bevorzugten Bildschirmpositionen oder aufgrund von durchschnittlichen Seheigenschaften zwar für viele, aber nicht für alle Bildschirmbenutzer zu einer günstigen Lösung führt. Vielmehr ist es im Einzelfall nützlich, individuelle Aspekte zu berücksichtigen, so wie es selbstverständlich ist, die Tischhöhe oder Stuhleinstellung an das Individuum anzupassen. Die eigenen Erfahrungen der Benutzer bei der Erprobung verschiedener Bildschirmpositionen können hilfreich sein, den Sehstand und die Bildschirmhöhe am Bildschirmarbeitsplatz individuell zu gestalten.

Literatur

Bauer D (1996). Entwicklung eines Verfahrens für die Güteprüfung von Bildschirmen im Feld. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, Forschung – Fb 737). Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW.

Bergqvist UOV, Knave BG (1994). Eye discomfort and work with visual display terminals. *Scand J Work Environ Health* 20: 27-33.

Grandjean E (1987). Design of VDT workstations. In: Salvendy G (ed.): *Handbook of human factors* (pp 1359-1397). New York: Wiley.

Heuer H (1988). Der Einfluß von Kopf- und Augenneigung auf die Ruhelage des Vergenzsystems. *Z Exp Angew Psychol* 35: 88-108.

Heuer H (1993). Bildschirmarbeit und die Ruhelage des Vergenzsystems. *Z Exp Angew Psychol* 40: 72-102.

Heuer H, Owens DA (1989). Vertical gaze direction and the resting posture of the eyes. *Perception* 18: 363-377.

Holland G (1958). Untersuchung über den Einfluß der Fixationsentfernung und der Blickrichtung auf die horizontale Heterophorie (Exo- und Esophorie). *v Graefes Arch Ophthalmol* 160: 144-160.

Howard IP, Rogers BJ (1995). *Binocular vision and stereopsis*. Oxford: Oxford University Press.

Jaschinski-Kruza W (1994). Dark vergence in relation to fixation disparity at different luminance and blur levels. *Vision Res* 34: 1197-1204.

Jaschinski W (1997). Fixation disparity and accommodation as a function of viewing distance and prism load. *Ophthal Physiol Opt* 17: 324-339.

Jaschinski W (1998). Fixation disparity at different viewing distances and the preferred viewing distance in a laboratory near-vision task. *Ophthal Physiol Opt* 18: 30-39.

Jaschinski-Kruza W, Schubert-Alshuth E (1992). Variability of fixation disparity and accommodation when viewing a CRT visual display unit. *Ophthal Physiol Opt* 12: 411-419.

Jaschinski W, Bonacker M, Alshuth E (1996). Accommodation, convergence, pupil diameter and eye blinks at a CRT display flickering near fusion limit. *Ergonomics* 39: 152-164.

Jaschinski W, Heuer H, Kylian H (1998a). The preferred position of visual displays relative to the eyes: a field study of visual strain and individual differences. *Ergonomics* 41: 1034-1049.

Jaschinski W, Koitcheva V, Heuer H (1998b). Accommodation and vergence during inclined gaze. *Ophthal Physiol Opt* 18: 351-359.

Jaschinski W, Heuer H, Kylian H (1999). A procedure to determine the individually-comfortable position of visual displays relative to the eyes. *Ergonomics* 42: 535-549.

Lie I, Fostervold KI (1995). VDT-work with different gaze inclinations. In: Grieco A, Molteni G, Piccoli B, Occipinti E (eds.): *Work with Display Units '94* (pp 137-142). Amsterdam: Elsevier.

Lie I, Fostervold KI, Aarås A, Larsen S (1997). Gaze inclination and health in VDU-operators. In: Seppälä P, Luopajarvi T, Nygård C-H, Mattila M (eds.): *From experience to innovation. Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomics Association, Vol. 5* (pp 50-52). Tampere: The Finnish Institute of Occupational Health.

Ripple P H (1952). Variation of accommodation in vertical directions of gaze. *Am J Ophthalmol* 35: 1630-1634.

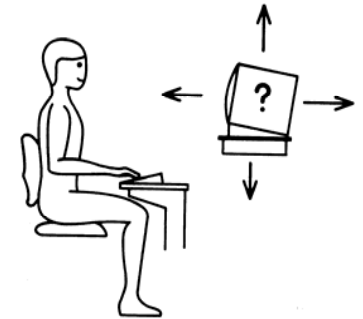
Scheiman M, Wick B (1994). *Clinical management of binocular vision*. Philadelphia, PA: Lipincott.

Takeda T, Neveu C, Stark L (1992). Accommodation on downward gaze. *Optom Vis Sci* 69: 556-561.

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (1997). *Hilfen für die Gestaltung der Arbeit an Bildschirmgeräten in Büro und Verwaltung - SP 2.1*.

Wohin mit dem Bildschirm?

Anleitung für eine individuell günstige Bildschirmposition



Diese Anleitung soll helfen

- Bildschirmgeräte ergonomisch richtig aufzustellen
- Die Augen- und Rückenbeschwerden, die durch einen falschen Sehabstand oder durch eine ungünstige Höhe des Monitors auftreten können, zu vermeiden.

Jeder Mensch sollte seine individuelle Bildschirmposition finden

Die physiologischen Eigenschaften der Augen sind von Person zu Person sehr unterschiedlich - wie natürlich auch die Körpergröße. Daher kann die ergonomisch günstige Position eines Bildschirms nicht für alle Menschen gleich sein.

Stellen Sie gemäß der weiteren Anleitung an vier aufeinander folgenden Arbeitstagen Ihren Monitor anders auf, damit Sie die Vorzüge und Nachteile von verschiedenen Bildschirmpositionen kennenlernen können.

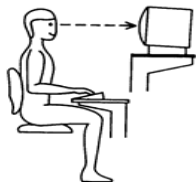
Aufgrund der Erfahrungen an den vier Tagen können Sie am fünften Tag den Bildschirm so aufstellen, wie Sie persönlich am besten daran arbeiten können.

Bevor Sie beginnen noch einige Tips:

- Schauen Sie beim Arbeiten möglichst senkrecht auf die Bildschirmfläche, so als ob Sie Ihr Gesicht in einem Spiegel betrachten wollten. Nutzen Sie dazu auch die Möglichkeit, den Bildschirm zu neigen. Die Zeichen auf dem Monitor sollten etwa 4 mm hoch sein.
- Körperliche Beschwerden durch die ungewohnten Positionen können Sie gering halten, wenn Sie so entspannt wie möglich sitzen. Stellen Sie Ihren Stuhl so ein, daß die Knie und Ellenbogen jeweils einen rechten Winkel bilden. Die Füße sollten gerade auf dem Boden stehen und der Rücken immer durch die Lehne abgestützt sein.
- Wenn Sie alterssichtig sind oder eine Bildschirmarbeits-Brille tragen, kommen nicht alle Positionen in Frage. Probieren Sie die Positionen, bei denen Sie scharf sehen können.
- Die Beleuchtung am Arbeitsplatz ist eine wichtige Voraussetzung für gutes Sehen. Stellen Sie den Bildschirm bzw. die Lampen so, daß keine störenden Reflektionen im Bild erscheinen.
- Wahrscheinlich werden Sie während der vier Erprobungstage etwas improvisieren und die Möbel rücken müssen. Mit einem Kasten unter dem Bildschirm oder einem Beistelltisch hinter dem Schreibtisch lassen sich die verschiedenen Positionen herstellen. Sorgen Sie aber immer für eine stabile und sichere Bildschirmaufstellung.

Die für Sie richtige Position können Sie durch eine fünftägige Erprobung herausfinden:

1. Tag: Bildschirm hoch und nah



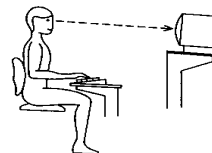
Stellen Sie Ihren Bildschirm auf einer geeigneten Unterlage in Augenhöhe auf, so daß Sie gerade nach vorne blicken. Sie sollten dabei aber nicht aufwärts schauen. Ziehen Sie die Unterlage so nah an sich heran, daß der Abstand vom Auge zum Monitor etwa 50 cm beträgt.

2. Tag: Bildschirm tief und nah



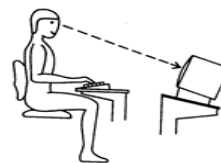
Plazieren Sie Ihren Monitor so tief es eben geht. Behalten Sie dabei den Bildschirmabstand des ersten Tages bei. Stellen Sie zum Beispiel den Bildschirm vorne auf eine kleine Unterlage, so daß er leicht schräg steht.

3. Tag: Bildschirm hoch und entfernt



Bringen Sie den Bildschirm mit der Unterlage vom ersten Tag wieder in Augenhöhe, stellen Sie den Bildschirm etwa in 90 cm Entfernung auf, zum Beispiel, indem Sie einen kleinen Tisch hinter den Schreibtisch stellen.

4. Tag: Bildschirm tief und entfernt



Stellen Sie Ihren Bildschirm wieder tief, wie Sie es schon am zweiten Tag gemacht haben. Die Entfernung des dritten Tages, etwa 90 cm, behalten Sie bei.

5. Tag: Freies Einstellen der optimalen Position

Erst an diesem Tag stellen Sie den Monitor so auf, wie es für Sie am günstigsten ist. Probieren Sie so lange, bis Ihnen die Aufstellung für Augen und Wirbelsäule am angenehmsten ist.



IfADo

Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund



*WHO Collaborating Centre
for Occupational Health*

**H.M. Bolt
B. Griefahn
H. Heuer
W. Laurig
(Hrsg.)**

Arbeitsphysiologie heute

Bd. 1 (1999)

Dortmund

ISBN 3-00-004302-0

Als Manuskript gedruckt.

Alle Rechte vorbehalten.

© *IfADo*, Institut für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund
Ardeystr. 67, D-44139 Dortmund
Tel.: 0231/1084-0
Fax: 0231/1084-308

Druck: Koffler-Druck, Dortmund

Printed in Germany

Vorwort

Mit der Umstrukturierung des Instituts für Arbeitsphysiologie an der Universität Dortmund (*IfADo*) zum 1.5.1997 erhielten die jährlichen Forschungsberichte und Forschungspläne eine neue Form. Die inhaltliche Berichterstattung über die *IfADo*-Projekte wird ab 1999/2000 in den Forschungsplan mit integriert. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit, die Berichterstattung des *IfADo* um Elemente zu erweitern, die sich besonders an Abnehmern der *IfADo*-Forschungsergebnisse orientieren.

Diskussionen über geeignete Formen einer solchen Präsentation wurden im Verlauf des Jahres 1998 im *IfADo* geführt und ergaben den Vorschlag der Publikation einer neuen jährlichen Institutsreihe. Diese möchte anhand wechselnder Beiträge aus dem Institut unterschiedliche Arten des Brückenschlages zwischen arbeitsphysiologischer Grundlagenforschung und der Praxis aufzeigen.

Der erste Band 1999 enthält aktuelle exemplarische Beiträge aus allen fachlichen Bereichen des *IfADo*. Die Institutsleitung des *IfADo* stellt den neuen Ansatz nun zur Diskussion und möchte diesen in den Folgejahren weiterentwickeln.

gez. Univ.-Prof. Dr. Dr. Hermann M. Bolt
(Institutsdirektor des *IfADo*)