



Doctoral Thesis

Sehen & Bildschirm

Author(s):

Menziozi, Marino

Publication Date:

1989

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000578253> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 9042

SEHEN & BILDSCHIRM

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels
DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN
der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von
MARINO MENOZZI
dipl. Phys. ETH
geboren am 2. Juli 1958
von Italien

Angenommen auf Antrag von
Prof Dr. Dr. H. Krueger, Referent
Prof Dr. Th. Koller, Korreferent

Zürich, den 11. 11. 1989

Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Teilaspekt der Funktionsweise des visuellen Systems, nämlich der Akkommodationsregelungsmechanismus und die Beeinflussung des visuellen Systems durch die am Arbeitsplatz mit Bildschirm vorherrschenden Sehbedingungen studiert. Aufgrund der dadurch gewonnenen Erfahrung, konnte ein Messsystem zur optisch ergonomischen Qualitätsbeurteilung von Bildschirmgeräten entwickelt werden. Die Resultate werden im Folgenden in den drei Abschnitten "Akkommodation", "Sehen am Bildschirm" und "optisch-ergonomische Qualitätsbeurteilung von Bildschirmen" zusammengefasst.

Resultate: Akkommodation

Es wurde nachgewiesen, dass der zur Regelung der Akkommodation benötigte "Unschärfedetektor" in einem sehr engen fovealen Bereich lokalisiert ist. Aufgrund der experimentellen Ergebnisse wurde ein mathematisches Modell des Unschärfedetektors konstruiert, der lediglich mittels der retinalen Bildunschärfe funktioniert, ohne dass eine periodische Störung der Linsenbrechkraft (Mikrofluktuationen) für die Unschärfedetektion zu Hilfe genommen werden muss. Da gefunden wurde, dass die Wahrnehmung von Unschärfe (s. Schärfentiefe) wesentlich gröber ist als die Einstellgenauigkeit der Akkommodation, kann davon ausgegangen werden, dass zusätzlich zum objektiv arbeitenden "Unschärfedetektor" die Akkommodationsregelung auch auf einer subjektiven Basis erfolgen kann.

Im Zusammenhang mit Experimenten über das Sehen am Bildschirm wurden Erkenntnisse über die zeitlichen Integrationskonstanten und über mögliche Kriterien gewonnen, die das visuelle System des Menschen für die Unschärfedetektion hernimmt. Bedingt durch die Alterung der Augenmedien (v.a. Linse), ist die Leistung des Regelkreises der Akkommodation vom Alter abhängig.

Experimentelle Ergebnisse über die Kopplung zwischen der Akkommodation und der Vergenz lassen den Schluss zu, dass die Akkommodationsregelung bei "alltäglichen" Sehaufgaben über ein motorisches Muster an die Vergenz gekoppelt ist.

Es konnte festgestellt werden, dass der Regelkreis der Akkommodation nicht nur, wie bereits bekannt, im statischen Zustand, sondern auch im dynamischen Zu-

stand (Umstellvorgang) an die Vergenz gekoppelt ist. Die Kopplungsstärke ist von der Geschwindigkeit abhängig, mit der die Vergenz verstellt wird.

Resultate: Sehen am Bildschirm

Untersuchungen über die Sehbedingungen am Bildschirm ergaben, dass das visuelle System des Menschen die als Störung anzusehenden, periodisch zitterartig bewegten Bildschirmzeichen (Jitter), bereits bei sehr kleinen Auslenkungen (< 1 Bogenminute) bis zu einer Frequenz von ca. 30 Hz wahrzunehmen vermag. Daraus können Qualitätsrichtwerte für Jitter am Bildschirm abgeleitet werden. Anhand eines Experimentes mit alterssichtigen Bildschirmbenutzern, wurde festgestellt, dass der praktisch nutzbare Schärfentiefenbereich des visuellen Systems mit dem Alter abnimmt.

Resultate: Optisch ergonomische Qualitätsbeurteilung von Bildschirmen:

Mittels eines eigens entwickelten Verfahrens zur Photometrie von Bildschirmen wurde festgestellt, dass mit neueren, hochauflösenden Bildschirmen (z.B. EGA) eine wesentliche Verbesserung der Zeichenqualität gegenüber Bildschirmen mit niedriger Auflösung (z.B. CGA) erreicht wird. Es müssen jedoch weitere Anstrengungen von seiten der Bildschirmhersteller unternommen werden, um ebenfalls eine Qualitätssteigerung betreffend Flimmerfreiheit zu erzielen.

Untersuchungen haben ergeben, dass für die Bewertung der Reflexschutzmaßnahmen bei Bildschirmen, die Messung der gerichteten Reflexionen massgebend ist. Die Übereinstimmung dieser Messmethode mit der visuellen Wahrnehmung konnte mit einem psychophysischen Experiment abgesichert werden.

Summary

One aim of this work was to study the mechanism of regulation of accommodation of the human eye. Some investigations of this work were undertaken considering the particular viewing conditions at workplaces with visual display units (VDUs).

The knowledge acquired during the mentioned investigations, served for the development of an apparatus which is used to determine the ergonomic-optical quality of VDUs.

The results of this activities are summarized in the following three sections "accommodation", "seeing at VDUs" and "ergonomic-optical quality of VDUs".

Results: Accommodation

It was established, that the detector for unsharpness of the retinal image is localized in a small area of the fovea. Following the experimental results, a mathematical model was built, by means of which the mode of operation of the detector for unsharpness can be described. The model manages without the often discussed periodic changes in power of the crystalline lens called "micro-fluctuations".

As it was found that the perception of unsharpness is much less sensitive compared to the resolving power of the accommodation mechanism, it was deduced that beside an objective working detector for unsharpness a subjective controlled accommodation coexists.

By means of further experiments, integration-time and criterions for the detector for unsharpness were found.

Investigations about the speed of accommodation showed a strong dependence of the speed from age.

It was found that the coupling of accommodation to vergence for "everyday vision" is also controlled by a motoric pattern. Following the experimental results, a distinction between a static and a dynamic coupling has to be done. The strength of the dynamic coupling of the accommodation to vergence depends on the angular velocity of vergence movement.

Results: Seeing at VDUs

Jitter from characters of VDUs is already perceived as movement at amplitudes of less than 1 min.arc and till frequency of approx. 30Hz.

From experiments with presbyopic VDU users, it was found that the usable depth of focus of the visual system is reduced in size with increasing age.

Results: Ergonomic-optical quality of VDUs

An apparatus for assessing the photometric properties of VDUs was built. By the help of the apparatus, it was found that the new, high-resolving screens (EGA) have an improved quality of characters when compared to the screens with less resolution (e.g. CGA). More efforts have to be undertaken from the manufacturers of VDUs in order to enhance the quality of the screens, when flicker is taken in consideration.

A good valuation of anti-glare methods used at VDU-workstations is only possible, when the attenuation for specular reflections of the anti-glare is measured. In contrast to diffuse reflections the specular one correlates to the perceived glare.