

Zusatzblatt für die Veröffentlichung der Dissertation

1.1 Titel der Dissertation in deutscher Sprache:

Untersuchung der Vigilanz unter unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen zur ergonomischen Gestaltung von Überwachungstätigkeiten

1.2 Titel der Dissertation in englischer Sprache:

Analyses of Vigilance Under Different Lighting Conditions for an Ergonomic Design of Monitoring Tasks

2.1 Zusammenfassung in deutscher Sprache:

Überwachungstätigkeiten spielen in einer zunehmend höher automatisierten Arbeitswelt eine wachsende Rolle. Sind diese Tätigkeiten ungünstig gestaltet, kann sich das in einem Rückgang der Vigilanz als spezielle Form der Aufmerksamkeit äußern. Dies wiederum kann unter Umständen unerwünschte Konsequenzen, wie z.B. Fehlhandlungen, Produktionsstillstände oder Unfälle nach sich ziehen. Ziel der vorgelegten Promotion war deshalb die Untersuchung der Wirksamkeit kurzweiliger Beleuchtung in einem Bereich von $\lambda = 380 - 580\text{nm}$ auf die Vigilanz tagsüber. Dazu sollte zunächst der Vigilanzverlust über die Dauer einer monotonen Überwachungstätigkeit nachgewiesen werden.

Der theoretische Hintergrund ergibt sich aus Nachweisen der Wirksamkeit kurzweiligen Lichtes nachts zur Verbesserung von Aufmerksamkeit und Vigilanz. Dies geschieht vermittelt über hormonelle Prozesse und wird durch einen bestimmten Zelltyp in der Netzhaut des menschlichen Auges angestoßen. Tagsüber existierten ebenfalls einzelne Hinweise auf eine Wirkung, wobei diese jedoch überwiegend mittels subjektiver Methoden gefunden wurden.

Hier setzt die vorliegende Arbeit an und untersucht die Wirkung auf die Vigilanz neben subjektiven Methoden ebenfalls mit objektiven Methoden. Dazu wurde eine simulierte Überwachungsaufgabe unter unterschiedlichen Beleuchtungsbedingungen durchgeführt, in der Versuchsbedingung mit kurzweiligen Spektralanteilen und in der Kontrollbedingung nahezu ohne diese Anteile. Als Indikatoren für den Zustand der Vigilanz wurden Fehleranzahl und Reaktionszeit in der simulierten Überwachungsaufgabe herangezogen. Zusätzlich wurden zwei weitere Messverfahren angewendet. Dies war zum einen als objektives Maß ein pupillographisches Verfahren, welches durch die Schwankungsbreite des Pupillendurchmessers am Auge den zentralnervösen Aktivierungszustand ermittelt. Andererseits wurde auf eine Ratingskala zur Ermittlung des subjektiven Müdigkeitsempfindens zurückgegriffen. Beide Verfahren gestatten indirekte Rückschlüsse auf den Zustand der Vigilanz.

Die aus der Zielstellung abgeleiteten Hypothesen bezogen sich auf das Absinken der Vigilanz über die Dauer der simulierten Überwachungsaufgabe und auf die Unterschiede zwischen den Beleuchtungsbedingungen.

In einer Laborsituation wurde die simulierte Überwachungsaufgabe von 36min Dauer unter den beiden Beleuchtungsbedingungen an unterschiedlichen Tagen durchgeführt. Aus versuchsplanerischen Überlegungen wurde die Durchführung in eine Phase abgesenkter Leistungsfähigkeit am frühen Nachmittag gelegt. Es wurden $N = 44$ Teilnehmer unter beiden Beleuchtungsbedingungen gemessen, um statistisch aussagekräftige Ergebnisse zu gewährleisten. Sonstige Einflussfaktoren wurden weitestgehend konstant gehalten.

Das Absinken der Vigilanz durch die monotone Überwachungsaufgabe konnte bei allen Indikatoren gut nachgewiesen werden. Es zeigte sich jedoch kein Unterschied zwischen den Beleuchtungsbedingungen, somit konnte keine positive Wirkung kurzwelliges Lichts tagsüber festgestellt werden. Als Ergebnis wurden Leitfragen für die Begleitung von Automatisierungsprojekten abgeleitet sowie Empfehlungen zur Beleuchtungsgestaltung gegeben.

2.2 Zusammenfassung in englischer Sprache:

Monitoring tasks play an ever more important role in a higher automated working world. A quick decrease of vigilance as a special form of human attention can happen if these tasks are badly designed. In the next step this may lead towards unwanted consequences, e.g. faulty actions, loss of production or accidents. The aim of the doctoral thesis was to investigate the effects of short-wavelength lighting conditions of $\lambda = 380 - 580\text{nm}$ towards vigilance during the day. Therefore at first the loss of vigilance during a monitoring task had to be determined.

The theoretical background derives from evidence of effects of short-wavelength lighting condition at night on attention and vigilance. This is mediated by hormones and triggered by a certain cell type in the retina of the human eye. Some evidence suggests an effect during the day, whereas this comes mainly from subjective methods.

The thesis deals with this gap by utilizing objective methods besides subjective ones for determining the effect on vigilance. Therefore a simulated monitoring task was designed and processed under different lighting conditions. A test condition contained the short-wavelength part of the spectrum, the alternative condition almost had none of these short-wavelength parts. As indicators for vigilance the errors and the reaction time in the simulated monitoring task were taken. Additionally, two other measures were applied. On the one hand, this was a pupillographic measure, taking the range of the pupil's diameter for the amount of central-nervous activation. On the other hand, a rating scale indicating the individual level of perceived fatigue was applied. Both measures allowed taking a draft to the level of vigilance. From the aim of the study hypothesis were derived, some regarding to the decreasing level of vigilance over the course of the simulated monitoring task, others regarding to differences between the lighting conditions.

The simulated monitoring task of 36 minutes took place in a laboratory situation under both lighting conditions on different days. For taking study design into consideration the performance took place in a phase of relatively lower human performance in the early afternoon. Forty-four participants performed under both lighting conditions for reaching a statistically sound level of proof. Other influential factors were kept mostly constant.

The decreasing level of vigilance because of the monotonous monitoring task could be shown in all the measured indicators. Otherwise, no difference was shown between the lighting conditions, so no advantage of short-wavelength light during the day was evident. As an outcome