

Vigilanzuntersuchungen an Dauerüberwachungsarbeitsplätzen

Marian ROCKAU, Rico GANßAUGE, Annette HOPPE

*Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg,
Lehrgebiet Arbeitswissenschaft / Arbeitspsychologie,
Siemens-Halske-Ring 14, D-03046*

Kurzfassung: In der modernen Produktion spielen Tätigkeiten an hoch automatisierten Arbeitsplätzen eine bedeutende Rolle. Diese bestehen zu einem erheblichen Anteil aus der Überwachung ablaufender Prozesse. Im Rahmen von mehreren Praxisprojekten in vier Großkraftwerken wurden deshalb 98 Leitstandsfahrer auf deren Schläfrigkeitsentwicklung während ihrer Nachtschicht untersucht. Ziel war es, die individuelle Schläfrigkeitsentwicklung der einzelnen Leitstandsfahrer und die Einflüsse der gegebenen Umgebungsbedingungen zu untersuchen und mögliche Verbesserungspotenziale herauszuarbeiten. Methodisch wurde dabei ein standardisierter Mix aus verschiedenen subjektiven und objektiven Ansätzen angewendet, womit eine ausführliche Datenerfassung und Datenauswertung sichergestellt werden konnte.

Schlüsselwörter: Umgebungsbedingungen, Schläfrigkeitsentwicklung, Überwachungstätigkeiten, Nachtschicht

1. Einleitung und Zielstellung

Laut DIN EN ISO 10075-3:2004 kann es unter ungünstigen Voraussetzungen bereits nach relativ kurzer Zeit zu einem Absinken der Aufmerksamkeit kommen. Die Erhaltung der Wachheit und Aufmerksamkeit stellt jedoch bei überwiegender Überwachungstätigkeit eine vordringliche Aufgabe dar. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer ausführlichen wissenschaftlichen Untersuchung von Daten zur Wachheits- und Schläfrigkeitsentwicklung bei Dauerüberwachungstätigkeiten. Im Rahmen mehrerer Praxisprojekte wurden deshalb in den letzten drei Jahren in acht verschiedene Kraftwerksleitwarten der vier Lausitzer Braunkohlekraftwerke Untersuchungen durchgeführt, die methodisch stetig weiterentwickelt und angepasst wurden, immer jedoch zur Nachtschicht stattfanden. Ziel der Projekte war es, die verschiedenen Einflussfaktoren und deren Auswirkungen auf die Entwicklung der Schläfrigkeit und Vigilanzleistung der Leitstandsfahrer zu untersuchen und aus den Ergebnissen mögliche Gestaltungsempfehlungen abzuleiten.

2. Methodik

Die Erhebung der notwendigen Messdaten erfolgte dabei unter Verwendung eines Methodenmixes aus objektiven und subjektiven Messverfahren. So wurden im dritten und vierten Praxisprojekt neben den bereits in den vorangegangenen Praxisprojekten erfassten Individualdaten (subjektive Müdigkeitseinschätzung, Alter,

Geschlecht, Erholung, Schlaf, psychisch belastende Vorereignisse), Klimafaktoren (Umgebungslautstärke, Temperatur, Luftfeuchte) und Beleuchtungsfaktoren (Leuchtdichte, Lichtspektrum, Beleuchtungsstärke) auch Daten zum Chronotypen, zur Anzahl der vorangegangenen Nachtschichttage, zu Meldungshäufigkeiten und zu Bedieneingriffen berücksichtigt.

Um die Vigilanz der Leitstandsfahrer objektiv messen zu können, wurde mit dem Messgerät „F2D“ der Firma Amtech ein pupillografisches Messverfahren eingesetzt, welches ermöglicht, direkt vor Ort Daten über den aktuellen Wachheits- bzw. Ermüdungszustand des jeweiligen Operators zu erfassen und darzustellen. Hierbei wurden die Schwankungen des Pupillendurchmessers (Pupillenunruheindex PUI), sowie die Lidschläge als Maßstab zur Beschreibung der Schläfrigkeit genutzt. Um den hier störenden Einfluss des Lichtes auf die Pupillenadaptation zu umgehen, haben die Probandenmessungen (pupillografischer Schläfrigkeitstest PST) unter Verwendung einer Dunkelbrille und somit unter Ausschluss von Licht stattgefunden. Um vergleichbare Anfangs- und Endniveaus zu erzeugen, wurden die Hauptmessungen mit dem F2D Messgerät jeweils am Anfang und am Ende der Nachtschicht durchgeführt.

Neben den objektiven Messungen wurde im Rahmen eines Probandenfragebogens mit Hilfe der Karolinska Sleepiness Scale KSS (Åkerstedt & Gillberg 1990) auch das subjektive Schläfrigkeitsempfinden erfasst, bei welcher der Operator auf einer neunstufigen Skala mit standardisierten verbalen Ankern seinen momentanen Wachheitszustand selbst einschätzen konnte.

Das Auftreten steigender Schläfrigkeit hängt u.a. auch von der individuellen zirkadianen Phasenlage der Probanden ab und spielt bei der Bewältigung von Schichtarbeit eine wesentliche Rolle. Deshalb wurden auch die Daten zum jeweiligen Chronotyp der Probanden bei der Betrachtung mit berücksichtigt. Ein zuverlässiges Instrument zur Chronotypenbestimmung ist der Morningness-Eveningness Questionnaire MEQ (Horne & Östberg 1976), der als D-MEQ für den deutschen Sprachraum aufbereitet und validiert wurde (Griefahn et al. 2001). Um aussagefähige Daten über die Häufigkeit der unmittelbar vorangegangenen Nachtschichttage eines Probanden, die Anzahl der vom jeweiligen Probanden zu beachtenden Meldungen und dessen Bedieneingriffe (Arbeitstätigkeiten) zu evaluieren, wurden im Rahmen einer Dokumentenanalyse zusätzlich sowohl die Meldeprotokolle der jeweiligen Schichten, als auch deren Schichtpläne intensiv analysiert.

3. Tendenzen und Ergebnisse

Die Auswertung der 98 Probanden- und Arbeitsplatzmessungen ließ erkennen, dass sich alle untersuchten Klimafaktoren im Bereich der nach DIN EN ISO 11064-6:2005 vorgegebenen Werte für Wartenarbeitsplätze bewegten, nur gering voneinander abwichen und durchgängig im Normbereich lagen. Die damit verbundenen Werte zur Luftfeuchte, Umgebungstemperatur und Umgebungslautstärke schienen in ihrer gemessenen Ausprägung und erfragten subjektiven Bedeutung keine deutlichen praxisrelevanten Beeinflussungen auf die Schläfrigkeit zu haben. Auch bei den untersuchten Beleuchtungsfaktoren befanden sich alle betrachteten Messwerte im von der DIN EN ISO 11064-6:2005 vorgegebenen Rahmen und wiesen, unterstützt durch die Befragung, keine deutlichen praxisrelevanten Beeinflussungen auf die Schläfrigkeit auf. Die sich in der vergangenen Auswertungsphase (nach dem dritten Praxisprojekt; N=67)

abzeichnenden praxisrelevanten Einflüsse der Beleuchtungsstärke und der Meldehäufigkeiten auf die Wachheit der Leitstandsfahrer, konnten in der nun deutlich größeren Stichprobe (N=98) nicht bestätigt werden. Die unter Laboruntersuchungen nachgewiesenen positiven Auswirkungen verschiedener Beleuchtungsstärken (Van Bommel & van den Beld 2004) scheinen hier aufgrund der zu geringen Beleuchtungsstärkeunterschieden nicht aufzutreten oder von anderen Einflüssen überstrahlt zu werden. Die individuell regelbare Beleuchtungsstärke am Arbeitsplatz scheint also in der breiten praxisnahen Betrachtung trotz deutlich sichtbarer Helligkeitsunterschiede (Maximalwert: 456 lx; Minimalwert: 57 lx) für die Vigilanz eher eine untergeordnete Rolle zu spielen. Die Datenauswertung der in den Fragebögen erfassten Messwerte ergab zusätzlich, dass weder das Geschlecht, das Alter noch die individuell unterschiedliche Schichtanpassungsfähigkeit durch die Chronotypenzuordnung eine klar abgrenzbare praxisrelevante Auswirkung auf die Wachheitsentwicklung der Leitstandsfahrer während der Schicht hatten. Einen leicht positiv-signifikanten Zusammenhang konnten in der Auswertung der psychischen Vorbelastung (außergewöhnliche Ereignisse der Vortage; z.B. Todesfälle, Unfälle etc.) sowie der Schlaf- und Erholungsphase vor der Nachtschicht festgestellt werden. Je höher die individuelle psychische Vorbelastung der Probanden in Form von „Nachdenkeffekten“ war, desto höher waren ihre Schläfrigkeitwerte zum Ende der Nachtschicht (Siehe Abb.1). Ähnlich stellten sich die Ergebnisse auch bei der Erholungs- und Schlafphase vor der Schicht dar. Je besser sich die Probanden vor der Nachtschicht erholt bzw. je besser sie geschlafen haben, umso geringer waren ihre Schläfrigkeitwerte am Beginn und am Ende der Nachtschicht (Siehe Abb.1).

Korrelation		Nachdenkeffekte	Erholungsphase	Schlafphase	
Spearman-Rho	F2D beginn	Korrelationskoeffizient	,255	-,214*	-,219
		Sig. (2-seitig)	,087	,034	,030
		N	46	98	98
	F2D ende	Korrelationskoeffizient	,322*	-,242*	-,279**
		Sig. (2-seitig)	,029	,017	,005
		N	46	98	98

Abbildung 1: Korrelation der Schläfrigkeitwerte (F2D)

Es ist an dieser Stelle aber festzuhalten, dass bei der bisherigen Betrachtungsstichprobe aus den vier Praxisprojekten mit einer Probandenzahl von N=98 ein deutlicher Einflussbereich auf die Wachheit/Schläfrigkeit und somit auf die Vigilanz hervortritt, der für den Arbeitgeber eher ungünstig zu steuern sein wird, da die hier hervortretenden Einflussfaktoren (Erholungs- und Schlafphase vor der Schicht und psychische Vorbelastungen durch ständiges Nachdenken über starke Vorereignisse) hauptsächlich im Privatleben der Untersuchten angelagert waren.

4. Diskussion

In Feldversuchen ist es oft schwierig eine Vielzahl von Einflussfaktoren konstant zu halten, um genauere Ergebnisse über die davon abweichenden Umgebungsgrößen zu erhalten. Dennoch sind gerade Feldversuche für die Unternehmen besonders wichtig, da hier reale Bedingungen zu Trendaussagen führen und einen wissenschaftlich fundierten Veränderungsdruck erzeugen können.

In den bisherigen Untersuchungen wurde darauf geachtet die beeinflussbaren Faktoren, wie Messzeiten, Messabläufe und Messabstände beizubehalten und trotzdem so wenig wie möglich in den laufenden Arbeitsprozess der Leitstandsfahrer einzugreifen. Da die im Laufe einer Nachtschicht dreimal stattfindenden Vigilanzmessungen unter Ausschluss von Licht stattfanden, entstand durch die recht lange Messzeit von jeweils 11 Minuten die Gefahr, die Schläfrigkeit und Einschlafgefahr des Probanden ungewollt zu erhöhen. Weiterhin konnte sowohl der PST als auch die Befragung durch den Fragebogen nicht direkt während der Tätigkeit des Leitstandsfahrers durchgeführt werden, was immer ein „Herausnehmen“ aus dem Arbeitsablauf bedeutete und somit auch die Kooperation aller vor Ort verfügbaren Kollegen erforderte, um die Messzeiten zu überbrücken. Weitere mögliche Fehlerquellen waren durch den Kraftwerksbetrieb entstehende, laute und plötzlich auftretende Geräusche während der Messung, die ebenfalls einen verfälschenden Einfluss auf die Messergebnisse des PST haben könnten (Weeß 2009). Dieser Effekt wurde jedoch stark minimiert, indem die Messungen nach Verfügbarkeit immer in einem ruhigen und gleichtemperierten Nebenraum durchgeführt wurden. Ein unumgängliches Problem für die Messung des Pupillenverhaltens stellte allerdings das Blinzeln der Augenlider dar. Für die Dauer des Wimpernschlags konnte dabei die Pupille nicht mit der Infrarotkamera des Messgeräts aufgenommen und musste interpoliert werden. Auch aus Gründen der Persönlichkeitsrechte nicht abgefragte medizinische Bedingungen konnten hier Interpretationsschwierigkeiten der Messwerte führen. Zusammenfassend kann jedoch festgehalten werden, dass die gewählte Methodik neben statistisch eindeutigen und klaren Einflussfaktoren auch sehr hilfreiche Tendenzaussagen zu Potenzialen in der Arbeitsgestaltung ermitteln und darstellen kann. Um noch genauere Aussagen zu Wirkzusammenhängen der einzelnen Einflussfaktoren in der Praxis auf die Schläfrigkeit (und somit Vigilanz) in Schichtarbeit treffen zu können wird der Versuch in anderen Schichtzyklen (Frühschichtschicht) in einer zweiten Phase bis 2016 fortgesetzt.

6. Literatur

- Åkerstedt T, Gillberg M (1990) Subjective and objective sleepiness in the active individual. *Int Neurosci J* 1990 May; 52(1-2), 29-37.
- DIN, Deutsches Institut für Normung (2000) Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 1: Allgemeines und Begriffe, DIN EN ISO 10075-1.
- DIN, Deutsches Institut für Normung (2004) Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung, DIN EN ISO 10075-3.
- DIN, Deutsches Institut für Normung (2005) Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen, DIN EN ISO 11064-6.
- Griefahn B, Kühnemann C, Bröde P, Mehnert P (2001) Zur Validität der deutschen Übersetzung des Morningness-Eveningness-Questionnaires von Horne und Östberg. *Somnologie* 5, 71-80.
- Hoppe A (2009) Technikstress – Theoretische Grundlagen, Praxisuntersuchungen und Handlungsregularien. Shaker. Aachen.
- Horne JA, Östberg O (1976) A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol* 4, 97-110.
- Rockau M, Hoppe A (2014) Untersuchungen zur Vigilanz bei Überwachungstätigkeiten unter Praxisbedingungen. In: Gestaltung der Arbeitswelt. 60. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft. GfA Press. Dortmund. 590-592.
- Van Bommel WJM, van den Beld GJ (2004) Beleuchtung am Arbeitsplatz: Visuelle und biologische Effekte. *Lighting Res. Technol.* 36:4, 255–269.
- Weeß HG (2009) Praxis der Tagesschläfrigkeitsdiagnostik. In: *Somnojournal* (3). Berlin.