

## **Das Awip-Bewertungskonzept: Ganzheitlicher Ansatz für Arbeitssystemanalysen am Beispiel von Leitwarten**

Roberto KOCKROW<sup>1</sup>, Annette HOPPE<sup>1</sup>, Sven BINKOWSKI<sup>2</sup>,  
Vivian SCHWEDT<sup>1</sup>, Rico GANßAUGE<sup>1</sup>

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

*<sup>2</sup> Stabsstelle Projektmanagement und besondere Aufgaben,  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg,  
Universitätsplatz 1, D-03044 Cottbus*

**Kurzfassung:** Seit 10 Jahren forscht das Lehrgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie (LG Awip) der BTU Cottbus-Senftenberg im Bereich der Arbeitssystemanalyse und Gefährdungsbewertung in Leitwarten und Leitstellen. Ergebnisse dieser Verbundforschung wurden bereits einzeln publiziert. Zu nennen sind dabei insbesondere Erkenntnisse für Qualifikations- und Kompetenzerfordernisse für Leitwartenpersonal, ergonomische Ableitungen zur menschengerechten Arbeitssystemgestaltung, die Visuelle Komfortzone für Operatortätigkeiten sowie das Erklärungsmodell für Technikstress. Mit der gesetzlichen Verpflichtung (ArbSchG, BetrSichV), die Gefährdungsbeurteilungen an Arbeitsplätzen nun auch auf psychische Stressoren zu erweitern, gewinnt der erprobte Methodenmix noch einmal maßgeblich an Bedeutung. Daher soll der vorliegende Beitrag alle Erkenntnisse zusammenführen und ein Konzept zur umfassenden Ausgestaltung der gesetzlichen Auflagen für Leitwarten aufzeigen.

**Schlüsselwörter:** Leitwarten, Awip-Bewertungskonzept, Ergonomie, Gefährdungsbeurteilung

### **1. Einleitung**

Der bereits 2005 vom Lehrgebiet entwickelte, systemische Ansatz aus qualitativen und quantitativen Methoden zur Erhebung wirkender Belastungen und Stressoren erlaubt eine umfängliche Evaluierung von Einflussfaktoren und resultierenden Beanspruchungen. Eine Vielzahl von Praxisstudien konnte unter Verwendung dieser Methodik erfolgreich durchgeführt werden. Es zeigte sich jedoch schnell, dass im Zuge zunehmender sich verändernder Rahmenbedingungen in der modernen Arbeitswelt eine differenzierte Analyse neuartiger bzw. verändert wirkender Stressoren unabdingbar ist. Zu nennen sind hier insbesondere Effekte, die sich aus Flexibilisierung und Globalisierung der Märkte, demografischen Entwicklungen, zunehmender Automatisierung und dynamischer Arbeitsorganisationsformen in der Arbeitswelt ergeben.

Aus diesem Grund erfolgte die Entwicklung und Integration weiterer Analysemethoden, welche bedarfsgerecht und modular einsetzbar diesen Erfordernissen umfassend Rechnung tragen. So wurde das Awip-Bewertungs-

konzept um Methoden zur Analyse und Bewertung von Kommunikations- und Blickverhalten im speziellen Arbeitskontext sowie organisationalen und tätigkeitsimmanenten Belastungsfaktoren erweitert. Die Kombinationen innerhalb des Methodenkonstrukts erlauben verschiedenste Ableitungen. So lassen sich die Auswirkungen von Höherautomatisierung technischer Anlagen und deren Wirkung auf die Vigilanz bei Überwachungstätigkeiten der zumeist im 24/7-Schichtbetrieb arbeitenden Personen gezielt ableiten. Der Fokus kann jedoch ebenso auf Erfordernisse an Zukunftskompetenzen und spezielle Weiterbildungsangebote gerichtet werden. Dies bietet eine schnelle Adaptierbarkeit auf Bedürfnisse von Industrie- und Projektpartnern.

## 2. Das Awip-Bewertungskonzept

Durch den Einsatz des Awip-Bewertungskonzeptes ist eine Vielzahl arbeitswissenschaftlich relevanter Faktoren als Basis für eine umfassende Bewertung wirkender Stressoren prüfbar. Dabei werden Einflüsse aus den sechs anerkannten Stressorenbereichen (vgl. z.B. McGrath 1970, Richter 2000)

- Arbeitsaufgabe,
- Arbeitsrolle,
- Arbeitsplatzeinbindung,
- materielle Umgebung,
- soziale Umgebung und
- Personen-System

eruiert und beurteilt. So kann das vom LG Awip der BTU Cottbus-Senftenberg abgedeckte und in Abb.1 gezeigte Anwendungsspektrum differenziert analysiert werden.

### 2.1 Anwendungsbereiche



**Abbildung 1:** Anwendungsbereiche des Awip-Bewertungskonzepts

Unter Berücksichtigung der jeweils bearbeiteten Fragestellung ist die kombinierte Betrachtung von Einflussfaktoren problemlos umsetzbar, um Interdependenzen

abbilden und bewerten zu können. Der verfolgte ganzheitliche Ansatz ermöglicht so das Erkennen von Potenzialen zur Verbesserung von Bedingungen und Prozessen. Synergieeffekte bestehen dabei insbesondere für Gefährdungsbeurteilungen und bei Aspekten des Betrieblichen Gesundheitsmanagements, bei dem das LG Awip ebenfalls als Wissens- und Erfahrungsmultiplikator agiert.

## 2.2 Angewendete Methoden

Mit einer als Statusanalyse betitelten, verknüpften Methodik konnten umfassende Analysen in Leitzentralen durchgeführt und in deren Folge praktikable, beachtete Ableitungen getroffen werden (vgl. Hoppe & Binkowski 2007; Hoppe et al. 2008; Binkowski et al. 2013). Der Fokus lag dabei hauptsächlich auf Belastungen und Stressoren aus der Arbeitsumgebung, der Arbeitsorganisation und den unter dem Konstrukt „Technikstress“ zusammengefassten Einflussfaktoren psychischer Beanspruchung (Hoppe 2009). Die Datenerhebung erfolgte durch quantitative und qualitative Bewertungen, wobei zum einen das messtechnische Erfassen wirkender Umgebungsfaktoren, wie z.B. Raumklima, Beleuchtung, Akustik und Arbeitsplatzgestaltung, mit der Analyse relevanter Dokumente und subjektiven Erhebungen (Fragebögen, Interviews, Explorationen, Beobachtungen) verknüpft wurde. In Erweiterung dieses Konstruktes kamen mit Eye-Tracking (Dikablis, Ergoneers GmbH) und einem pupillografischen Schläfrigkeitstest (F<sup>2</sup>D, Amtech GmbH) weitere quantitative Methoden zum Einsatz. Zudem ermöglichten erarbeitete Erhebungsinstrumente (z. B. Fragebögen, Leitfadeninterviews, digital gestützte Beobachtungsprotokolle, etc.) mehrdimensionale Analysen bezüglich tätigkeits- und kommunikationsrelevanter Eigenschaften sowie Kompetenzanforderungen und Arbeitszufriedenheit auf qualitativem Niveau.

## 3. Ausgewählte Forschungsergebnisse

Nachfolgend werden einige Teilergebnisse der Forschung am LG Awip zusammenfassend dargestellt. Dabei sollen vornehmlich Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Arbeiten gebündelt werden, welche vollständig publiziert und damit verfügbar sind.

### 3.1 Technikstress

Unter dem Konstrukt Technikstress werden psychische und physische Beanspruchungen subsummiert, die durch Wirkung von Technik als Stressor entstehen. „Technikstress ist eine spezielle Form von Stress, ein spezifisches oder unspezifisches Reaktionsmuster des Organismus auf äußere und innere Reizereignisse, die direkt oder indirekt durch Technik, das heißt schon durch die Gestaltung technischer Hilfsmittel, bei der Nutzung von technischen Hilfsmitteln und durch die allgemeine Einstellung und Akzeptanz gegenüber technischen Hilfsmitteln, entsteht und sein physisches und psychisches Gleichgewicht stört sowie seine Fähigkeiten zur Anpassung oder Bewältigung strapaziert oder überschreitet.“ (Hoppe 2009, S.56) In der zugehörigen Grundlagenstudie konnte u.a. gezeigt werden, dass der fokussierte Umgang mit Technik individuelle Kontrollmechanismen blockiert und messtechnisch nachweisbare, biophysische Reaktionen nicht wahrgenommen wurden.

### 3.2 Klimabedingungen Komfort

Unter Verwendung der Awip-Statusanalyse wurden Leitwartenarbeitsplätze unter anderem hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit analysiert und die Prognosequalität der Klimasummenmaße *Predicted Mean Vote* (PMV) und *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) nach DIN EN ISO 7730 für diese Arbeitsplätze validiert. Eine Zufriedenheitsbefragung von Operatoren (N = 315) zeigte im Abgleich mit gemessenen Klimaparametern, dass sich der PMV nach FANGER als nicht ausreichend zuverlässig erwies (Binkowski 2011, S.160). In Anlehnung an das PMV-Modell nach MAYER wird auf Basis der Studie eine optimale Klimasituation an Leitstandarbeitsplätzen mit  $0,2 \leq \text{PMV} \leq 0,6$ , also tendenziell etwas wärmeren Grundbedingungen gefordert. Zudem wurde im Gegensatz zur ISO 11064-6 die Anhebung einer noch tolerierbaren Untergrenze der relativen Luftfeuchte von  $rH = 30\%$  auf  $rH = 40\%$  empfohlen. Ebenfalls sollte die maximale Konvektionsgeschwindigkeit  $v_a$  bei Einhaltung des Behaglichkeitsbereiches  $0,15 \text{ m/s}$  nicht überschreiten, sondern eher deutlich geringer ausgeprägt sein.

### 3.3 Zukunftskompetenzen

Auf Basis mehrjähriger Studien (N = 48) an unterschiedlichen Operator-Arbeitsplätzen in der energieerzeugenden Branche wurde ein mehrstufiges Evaluationsverfahren entwickelt, das unterschiedliche Kompetenzprofile erarbeitet und miteinander vergleicht. Ziel war es, zum einen mögliche Diskrepanzen zwischen dem SOLL- und dem IST-Kompetenzprofilen zu eruieren. Zum anderen sollten Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie diese durch gezielte Aus- und Weiterbildung zukünftig vermieden werden können. Zur Anwendung kamen Experteninterviews mit Akteuren verschiedener Hierarchieebenen sowie schriftliche Befragungen. Es hat sich gezeigt, dass neben der notwendigen Fach- und Methodenkompetenzen zunehmend auch Merkmale sozial-kommunikativer, personeller und handlungsbestimmender Kompetenzen zur erfolgreichen Ausübung der Operator-Tätigkeit notwendig sind. Dieser Effekt kann damit begründet werden, dass z. B. situative Handlungserfordernisse und Problemlösungsfähigkeiten im Kontext automatisierter Bedien- und Beobachtungsarbeitsplätze an Bedeutung gewinnen. (Schwedt 2014, S.146ff)

### 3.4 Visuelle Komfortzone der Operatortätigkeit

In einer breit angelegten Eye-Tracking Studie (N = 86) wurde das Nutzerverhalten von Operatoren an realen Leitstandarbeitsplätzen analysiert. Im Fokus standen dabei Bedienstrategien und Visualisierungsmittelnutzung in Abhängigkeit der Anzahl zur Verfügung stehender Visualisierungselemente. Es zeigte sich, dass durch die Operatoren eine Visuelle Komfortzone unabhängig von der Anzahl installierter Visualisierungsmittel ausgeprägt wird, wenn es der Automatisierungsgrad, organisatorische Freiheitsgrade beim Ausüben der Tätigkeit und eine ausreichende, softwareseitige Individualisierbarkeit zulassen. „Die Visuelle Komfortzone ist ein individuell gewählter Hauptaktionsbereich von Operatoren an dynamischen Leitständen mit hohem Automatisierungsgrad, welcher durch erhöhte Blickbelegung charakterisiert ist und für Bedien- bzw. Beobachtungshandlungen im bestimmungsgemäßen Normalbetrieb einer prozesstechnischen Anlage bevorzugt genutzt wird“ (Kockrow 2014, S.140).

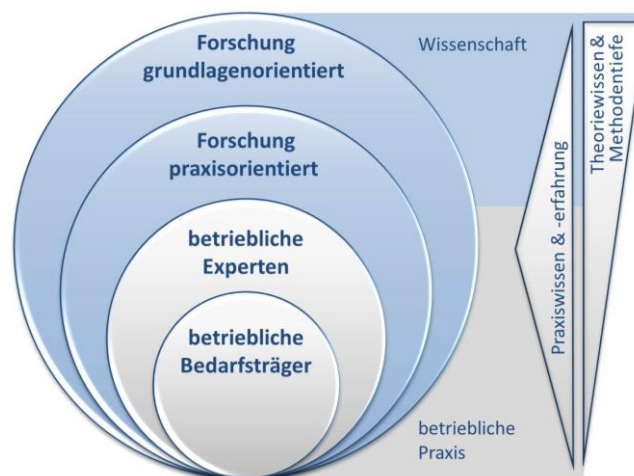
### 3.5 Beleuchtungswirkung bei monotoner Überwachungstätigkeit

Während die biologische Wirkung von kurzwelligem Licht in der Nachtzeit gut nachgewiesen ist, existierten zur Wirkung tagsüber widersprüchliche Befunde (eine umfassende Betrachtung siehe Ganßauge, in press). In einer Laborstudie (N = 44) wurde untersucht, wie sich entsprechende Beleuchtung bei monotoner Überwachungstätigkeit auf die Vigilanz des Operators auswirkt. Die Messung erfolgte mittels pupillographischen Schläfrigkeitstest „F<sup>2</sup>D“ und weiteren subjektiven und objektiven Verfahren (KSS-Ratingskala, Mackworth-Clock-Test). Eine ungünstige Auswirkung der monotonen Überwachungstätigkeit auf die Vigilanz konnte deutlich nachgewiesen werden. Aus diesen Erkenntnissen wurden Ableitungen zur menschengerechten Gestaltung von Automatisierungskonzepten getroffen. Die Studie zeigte ebenfalls, dass zwischen kurzwelliger und langwelliger Beleuchtung keine signifikanten Unterschiede in der biologischen Wirkung auf die Vigilanz nachweisbar waren. (Ganßauge, im Druck)

## 4. Fazit

Mit diesem Kurzausschnitt soll zum einen gezeigt werden, dass viele Einflussfaktoren für eine sichere und gesunde Arbeitswelt deutlich über die existierenden Vorgaben und Empfehlungen hinausgehen. Zum anderen wird die fachliche Breite und Tiefe erkennbar, die für die Umsetzung ergonomischer Anforderungen in der Praxis benötigt werden. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass die Akribie methodischer Analysen innerhalb der Anwendungsstufen differiert (siehe Abb. 2). Die wissenschaftliche Zielrichtung muss es daher sein, ganzheitliche Erkenntnisse zeitnah, verständlich und anwendungsorientiert in die Praxis zu transformieren, ohne dabei durch zu starke Vereinfachung die Wirkung zu schmälern. Das Awip-Bewertungskonzept berücksichtigt diese Anforderungen gezielt. Dessen Anwendung in Feldstudien und Praxisprojekten transferiert arbeitswissenschaftliches Know-How zu betrieblichen Akteuren und bewirkt durch transparente Aufarbeitung damit zugleich die Sensibilisierung für dieses Spannungsfeld.

Um grundlagen- und praxisorientierten Forschung am LG Awip bestmöglich kombinieren und dessen Ergebnisse zu betrieblichen Kooperationspartnern transportieren zu können, wurde die Kooperative Forschungsstelle Technikstress



**Abbildung 2:** Stufenmodell arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisgewinns

(KFT) 2011 gegründet und dem LG Awip angegliedert. Viele der in diesem Rahmen erarbeiteten Ergebnisse werden bei Industriepartnern erfolgreich eingesetzt. Durch eine intensive Zusammenarbeit konnte die Umsetzung von Maßnahmen zudem bereits evaluiert werden. Es zeigte sich ein durchweg positives Feedback. Die durch das LG Awip konzipierten und begleiteten Best Practice-Lösungen tragen so zu einer erhöhten Arbeitszufriedenheit und verbesserten Arbeitsbedingungen bei.

## 5. Literatur

- Binkowski, Sven; Kockrow, Roberto; Hoppe, Annette: Ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen mit komplexen Aufgabenspektrum bei begrenzten räumlichen Voraussetzungen. In: Bericht zum 59. Arbeitswissenschaftlichen Kongress an der Hochschule Niederrhein Krefeld. Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Dortmund, GfA-Press, 2013, 517ff.
- Binkowski, Sven: Untersuchungsmethodik zur operatorbezogenen Auslegung der Klimabedingungen in Leitwarten. Dissertationsschrift. Aachen, Shaker Verlag, 2011.
- DIN EN ISO 11064-6: Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen - Teil 6: Umgebungsbezogene Anforderungen an Leitzentralen. Berlin: Beuth, 2005.
- DIN EN ISO 7730: Ergonomie des Umgebungsklimas. Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD- Indexes und der lokalen thermischen Behaglichkeit. Berlin: Beuth, 2006.
- Fanger, P.O.: Conditions for thermal comfort. Introduction of a general comfort equation. In: Hardy, J.D.; Gagge, A.P.; Stolwijk, J.A.J. (Eds.): Physiological and behavioral temperature regulation. Springfield: Charles C. Thomas, 1970, 152-176.
- Ganßauge, Rico: Untersuchung der Vigilanz unter verschiedenen Beleuchtungsbedingungen zur ergonomischen Gestaltung von Überwachungstätigkeiten. Dissertationsschrift. Aachen, Shaker Verlag, im Druck.
- Hoppe, Annette (Hrsg.): Wissenschaft im Dialog - Kooperative Forschungsstelle Technikstress (KFT). Band 2: Leistung und Gesundheit. Aachen: Shaker Verlag, 2014.
- Hoppe, Annette (Hrsg.): Wissenschaft im Dialog - Kooperative Forschungsstelle Technikstress (KFT). Band 1: Arbeit und Technik im Wandel. Aachen: Shaker Verlag, 2012.
- Hoppe, Annette: Technikstress - Theoretische Grundlagen, Praxisuntersuchungen und Handlungsregularien. Habilitationsschrift. Aachen: Shaker Verlag, 2009.
- Hoppe, Annette; Binkowski, Sven; Kockrow, Roberto: Moderne Kraftwerksgestaltung – eine Arbeitsplatzanalyse von Kraftwerksleitzentralen als Grundlage für mehr Sicherheit und Arbeitszufriedenheit durch Vermeidung von Technikstress. In: Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation (Hrsg.): EnInnov08 - 10. Symposium Energieinnovation. Energiewende. Graz: Verlag der TU Graz, (2008), 112ff.
- Hoppe, Annette; Binkowski, Sven: Prozess- und Arbeitsplatzoptimierung in Kraftwerks-Blockwarten - eine arbeitswissenschaftlich/ arbeitspsychologische Untersuchung unter Berücksichtigung von Technikstress. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 60. Jg (2006), Nr. 2, 133-139.
- Kockrow, Roberto: Eye-Tracking Studien in Leitwarten – Evaluation einer 'Visuellen Komfortzone' für Operatortätigkeiten. Dissertationsschrift. Aachen: Shaker Verlag, 2014.
- Mayer, E.: A new correlation between Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD). In: Proceedings of ISIAQ 2nd International Conference Healthy Buildings, 1997, 189-194.
- McGrath, J.E.: A conceptual formulation for research on stress. In McGrath, J.E. (Ed.): Social and psychological factors in stress. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1970, 10–21.
- Richter, Gabrielle: Psychische Belastung und Beanspruchung. Stress, psychische Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung. 1. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH 2000.
- Schwedt, Vivian: Kompetenzmanagement an hochautomatisierten Arbeitsplätzen mit Hilfe eines Evaluationsverfahrens. Dissertationsschrift. Aachen: Shaker Verlag, 2014.