

Zuverlässige Stromversorgung durch Vermeidung von Technikstress

Annette Hoppeⁱ, Sven Binkowskiⁱ, Rico Ganßaugeⁱ, Roberto Kockrowⁱ,
Dietmar Haakeⁱⁱ

ⁱ Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus, Lehrgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie, Tel: +49 (0)355 694824, Fax: +49 (0)355 694866, sekr-awip@tu-cottbus.de, www.tu-cottbus.de/awip

ⁱⁱ Vattenfall Europe Generation AG, Fachverantwortlicher Elektro- und Leittechnik, Tel: +49 (0)355 28873736, dietmar.haake@vattenfall.de, www.vattenfall.de

Kurzfassung: Durch die Energiewende kommen auf Stromerzeuger und Netzbetreiber neue Anforderungen zu, denen sie sich in schneller Folge stellen müssen. Mit der Entwicklung neuer Technik und Technologie und dem vermehrten Einsatz von automatisierter Arbeitstechnik versucht man neuen Bedingungen positiv zu begegnen. Ziel ist die zuverlässige Stromversorgung der Gesellschaft. In den öffentlich geführten Diskussionen findet man kaum Überlegungen zu den ständig steigenden Anforderungen an das Bedienpersonal von Leitwarten. Aber auch dort werden sich diese Veränderungen auswirken. Ziel der wissenschaftlichen Arbeit eines interdisziplinären Teams in der Kooperativen Forschungsstelle Technikstress (KFT) der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus ist es Arbeitssysteme zu untersuchen, um Belastungen durch Technik zu identifizieren, Beanspruchungen zu evaluieren und Handlungsregularien für Hersteller und Nutzer von Technik abzuleiten. In der vorliegenden Studie wird eine Untersuchung von Technikstress am Kraftwerksleitstand beschrieben, die mit qualitativen und quantitativen Messmethoden die psychische Beanspruchung der Operatoren bei der Arbeit im Normalbetrieb, bei An- und Abfahrprozessen und im Kraftwerkssimulator untersucht.

Keywords: psychische Beanspruchung, Technikstress, Biosignalerfassung, Beanspruchungsoptimierung

1 Bedeutung und Fokussierung der Thematik

Noch nie war der Begriff einer Wende inhaltlich so deutlich sichtbar, wie die Energiewende der Bundesrepublik Deutschland nach der Katastrophe von Fukushima. Der schnelle Ausstieg aus der Atomenergie, der eine eben beschlossene Verlängerung der Laufzeiten für AKWs aufhob und das vorab beschlossene Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) 2009 stellten Stromerzeuger und Netzbetreiber sehr schnell vor neue Aufgaben. Diskutiert wurde in den Medien über zu erwartende Preise, in der Politik über die Sicherheit und in verschiedenen Organisationen über die Umweltfreundlichkeit unterschiedlicher Technologien und Ausgangsstoffe zur Stromgewinnung. Bisher gab es in diesem Zusammenhang keine öffentliche Diskussion, welche Herausforderungen auf die Menschen zukommt, die mit komplexer Technik zu jeder Zeit an der Erfüllung der oben genannten Prämisse arbeiten. Im Zuge der fortschreitenden Automatisierung verfahrenstechnischer Anlagen durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien haben sich die Arbeitstätigkeiten, Arbeitsinhalte, Aufgaben und Funktionen des Menschen in der Mensch-Maschine-Interaktion in den letzten Jahrzehnten grundlegend verändert (vgl. Nachreiner,

1988). Die technologische Entwicklung steigerte dabei die Komplexität der Maschinen und damit auch die Anforderungen (vgl. Hollnagel, 1990). Leitstandsfahrer an den Kraftwerks- und Netzleitständen arbeiten mit hoch automatisierter Technik und haben ständig Beobachtungs-, Überwachungs- und Regelungstätigkeiten zu vollziehen. Daraus ergeben sich durch die veränderten Bedingungen neue Belastungen, die auch erhöhte Beanspruchungen zur Folge haben. Darauf müssen sich die Operatoren einstellen. Sie stehen in der Pflicht, ständig Entscheidungen schnell, zuverlässig und verantwortungsvoll zu treffen und sich den veränderten Situationen am Leitstand anzupassen. Das trifft vor allem für den Umgang mit ungeplanten Ereignissen zu, da die Leitstandsfahrer aufgrund des Erfahrungswissens und der Problemlösungsfähigkeit in diesen Situationen Vorteile gegenüber der programmierten Technik bei der Entscheidungsfindung aufweisen (vgl. Reason, 1994). In der Vergangenheit (1970er Jahren) wurden in Zwickau schon einmal Untersuchungen an solchen Arbeitsplätzen mit dem Ziel vorgenommen, Ausbildungs- und Trainingsprogramme zur sicheren Beherrschung der damaligen Technik zu entwickeln. Danach verschob sich der Fokus der Forschung auf die Weiterentwicklung der Leittechnik. Mit der Technikstressforschung am Lehrgebiet Arbeitswissenschaft/Arbeitspsychologie der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus werden seit 2004 auch wieder Beanspruchungen des arbeitenden Menschen im Umgang mit neuer Technik interdisziplinär wissenschaftlich bearbeitet. In einer Kooperativen Forschungsstelle Technikstress (KFT) erforscht ein neunköpfiges Forscherteam in Kooperation mit Stromerzeugern und Netzbetreibern seit April 2011 Beanspruchungen durch Technik in drei Säulen: der Grundlagenforschung, der Feldforschung und der Konzeptentwicklung.

Die folgenden Ausführungen beschreiben eine Feldstudie aus einem mehrjährigen Forschungsprogramm zur psychischen Beanspruchung bei der Leitstandsarbeit in Kraftwerkswarten.

2 Zielstellung

Wissenschaftliches Ziel einer mehrjährigen Untersuchung an Leitständen, die im Rahmen der Kooperativen Forschungsstelle Technikstress (KFT) 2011 abgeschlossen wurde, war es, einen Beitrag bei der Erforschung von Technikstress durch konkrete Feldforschung zu leisten und Beanspruchungen bei der Arbeit mit moderner Leittechnik zu evaluieren. Hauptzielstellung der Praxispartner war es, die Zuverlässigkeit der Stromversorgung und die Gesunderhaltung der Operatoren durch Beanspruchungsoptimierung zu fördern.

Basierend auf der Dateninterpretation wurden in einer weiteren Arbeitsphase Handlungsregularien für Trainingsprogramme am Leitstandssimulator oder während verschiedener Arbeitssituationen entwickelt..

Die folgenden Fragestellungen wurden bearbeitet:

- Welche psychischen Belastungsfaktoren (Stressoren) existieren bei der Leitstandstätigkeit?
- Können Ereignisse identifiziert werden, die zur signifikanten Veränderung der psychischen Beanspruchung führen?
- Können prospektiv Handlungsregularien für den Umgang mit der Leittechnik entwickelt werden?

3 Untersuchungsmethodik

Zuerst wurde durch eine Dokumentenanalyse eine theoretische Standortbestimmung zur psychischen Beanspruchung allgemein und in Form von Technikstress vorgenommen. „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) Auf dieser Grundlage und der DIN EN ISO 10075-3:2004 wurde eine mehrdimensionale Herangehensweise ausgewählt. Damit die psychische Beanspruchung von Leitstandsfahrern im Umgang mit der Prozessleittechnik in Form von Technikstress untersucht werden kann, bedarf es eines umfassenden Methodeninstrumentariums, welches sich zum einen aus quantitativen und zum anderen aus qualitativen Methoden zusammensetzt. Die einzelnen Methoden sind in Abbildung 1 dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert.

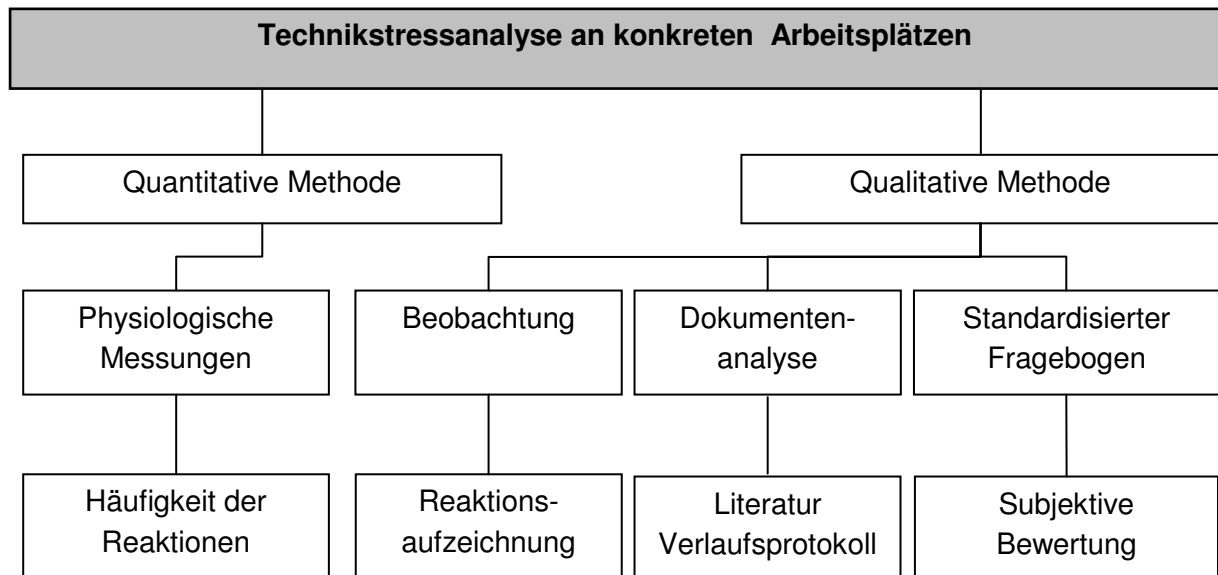


Abbildung 1: Methodenübersicht

Befragung: Um die subjektive Beanspruchung der einzelnen Leitstandsfahrer zu evaluieren wurde ein schriftlich standardisierter Fragebogen bestehend aus einer vierstufigen Likert-Skala mit geschlossenen Fragen für Leitstandsfahrer entwickelt. Mit Hilfe des Fragebogens können subjektive Daten über die momentane Befindlichkeit (Item F1–F3), soziographische Daten (Item F4–F9), Daten über Arbeitsanforderungen (Item F10–F35), Daten zur psychischen und physischen Belastung (Item F36–F37) und Daten über zukünftige Fähigkeiten und Fertigkeiten bei der Arbeit erhoben werden (Item F52–F53).

Beobachtung: Zweck der wissenschaftlichen Beobachtung ist die Absicherung der Messgüte und die Dokumentation der einzelnen Handlungen beim Umgang mit dem Prozessleitsystem. Dabei wurden auch Einflussgrößen evaluiert, die als so genannte Artefakte nicht in die

Auswertung eingehen sollten. Mit Hilfe eines Beobachtungsprotokolls konnte die Vergleichbarkeit der Probanden hergestellt werden.

Psycho-physiologische Messung: Als wichtige Indikatoren für die psychische Beanspruchung werden in dieser Untersuchung mit Hilfe des Biosignalmessgerätes Parport/ F die psycho-physiologischen Parameter Herzschlagfrequenz und Hautleitfähigkeit verwendet. Die Hautleitfähigkeit ist als Indikator für die Erfassung kurzfristiger Beanspruchungen und Beanspruchungsveränderungen gut geeignet (Nienhaber, 1997). Die Herzschlagfrequenz liefert zusätzliche Daten zur Absicherung der Erkenntnisse. Sie ist als Einzelparameter weniger aussagekräftig. Zeitgleich können für die Messung bedeutsame Handlungen der Probanden mit Hilfe des Beobachtungsprotokolls erfasst werden.

Für die Auswertung genutzte Datenquellen:

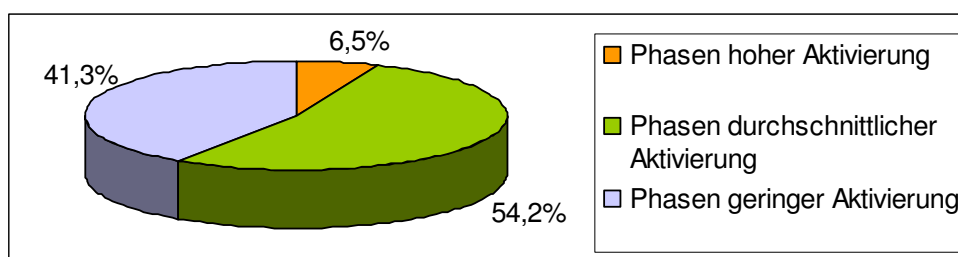
- Biosignaldaten während der Arbeit am Leitstandssimulator (Messdauer 30 min) und einer Arbeitsschicht am Kraftwerksblock (Messdauer im Mittel $t = 04 \text{ h } 40 \text{ min } 11 \text{ s}$)
- Bedien- und Meldeprotokolle des Prozessleitsystems für diesen Zeitraum
- Beobachtungsprotokolle während der Messungen

Die erfassten Biosignalmessreihen jedes Probanden wurden anhand der Beobachtungsprotokolle zeitsynchron verknüpft, um Beeinflussungen der Messaufzeichnung erkennen zu können, die nicht mit der zu untersuchenden Arbeitshandlung zusammenhängen, und somit zu einer Verfälschung der Ergebnisse beigetragen hätten. Solche Situationen sind hierbei starke physische Bewegungsvorgänge, Husten und Situationen, in denen der Proband spricht oder isst. Die Daten wurden für die weitere Bearbeitung und für die statistische Analyse mittels des Statistikprogramms SPSS im ersten Schritt mit MS Excel aufbereitet. Dazu konnte eine teilweise Automatisierung durch die Programmierung von VBA-Makros erreicht werden. Eine manuelle Auswertung der erfassten Daten war durch die hohe Datendichte und –menge praktisch nicht umsetzbar. Die Datenreihen der Biosignalmessungen in den Kraftwerken betragen je Proband mehrere zehntausend Zeilen. Im Zuge der Auswertung war die zeitsynchrone Verknüpfung dieser Daten mit Beobachtungs- sowie Bedien- und Meldeprotokollen erforderlich. Dadurch wuchs die zu analysierende Datenmenge soweit an, dass die gewählte automatisierte Datenauswertung an ihre Grenzen stieß. Diesen Umfang erreichten die Messdaten während der Simulatorszenarien nicht, jedoch wurden hier mehr Messungen durchgeführt. Im Kraftwerksbetrieb sind die Messdaten von 26 Probanden, im Kraftwerkssimulator von 35 Probanden in je zwei Szenarien protokolliert. Um die Daten weiter zu verdichten und nur Bedien- und Meldeereignisse für eine weitere Untersuchung einzuschließen, welche potentiell für eine Aktivierung im Sinne eines Auslösekriteriums (AK) verantwortlich sind, wurde für die Arbeit am Kraftwerksleitstand eine Annahme vorausgesetzt: Entsprechend der Fachliteratur benötigt der Hautleitwert als Indikator eine Latenzzeit von ca. 1 s – 6 s, um eine psychophysiologische Reaktion auf einen Stimulus messbar zu machen (Hoppe, 2009; Boucsein, 1992). Diese Latenzzeit muss vor Überschreiten des Auslösekriteriums berücksichtigt werden, um Rückschlüsse auf den potentiellen Reizauslöser ziehen zu können. Da im Kraftwerk aufgrund der jeweiligen Situation und organisatorischen Gegebenheiten nicht zwingend von einem ständigen interaktiven Umgang mit dem Prozessleitsystem ausgegangen werden kann (wichtige Telefonate, Absprachen u.a.m.), wurde diese Latenzzeit auf 60 s erhöht, um auch die verzögerte Wahrnehmung von

Ereignissen als Stimulus bewerten zu können. Im Leitstandsimulator wurde im Gegensatz dazu an der Lösung eines speziellen Problems fokussiert gearbeitet, so dass eine permanente Interaktion mit dem System vorausgesetzt werden kann. Daher wurde zu der Reaktionslatenz von 6 s eine Wahrnehmungslatenz von 9 s hinzugerechnet, so dass Ereignisse im Bedien- und Meldeprotokoll als Stimuli berücksichtigt werden, die bis max. 15 s vor dem Erreichen des Auslösekriteriums protokolliert wurden. Zur Auswertung der Daten wurden diese Latenzspannen einberechnet und aufgelistete Ereignisse der Bedien- und Meldeprotokolle unter Berücksichtigung der sich ergebenden Zeitfenster für weitere Betrachtungen herangezogen. Die so gewonnenen Daten liegen vor allem den Betrachtungen auffälliger Aktivierungszustände zugrunde. Nicht weniger interessant sind Phasen, in denen über einen längeren Zeitraum keine markante Aktivierung im Sinne des Auslösekriteriums zu verzeichnen war. DIN EN ISO 10075 „Psychische Beanspruchung“ schreibt langen Phasen ohne eine entsprechende Aktivierung die Gefahr einer herabgesetzten Wachsamkeit zu, wodurch das Reaktionsvermögen eingeschränkt werden könnte. Die Norm versteht unter langer Phase eine Zeitspanne von 10 min bis 20 min, woraufhin eine differenzierte Untersuchung dieser Phasen in den Zeitfenstern 10 min bis 15 min, 15 min bis 20 min und länger als 20 min stattgefunden hat. Auch die Abschnitte, in denen keine auffällige oder herabgesetzte Aktivierung zu belegen war, liefern interessante Rückschlüsse auf mögliche Beanspruchungswirkungen der Operatorarbeit und wurden daher ebenfalls statistisch aufbereitet. Die Entwicklung des Hautleitwertes und seine Veränderung über die Zeit stellt die Grundlage für die Bewertung der Aktivierung dar. Anzahl, Dauer und Intensität der Aktivierungsphasen geben Auskunft über kurzfristige psychophysische Reaktionen. Diese können als Indikator für unerwünschte Effekte, z.B. psychische Beanspruchungen oder Stress dienen.

4 Ergebnisse

Es wurden erfolgreich Messungen zur Bewertung der psychischen Beanspruchung an Leitständen durchgeführt. Die Daten konnten in 61 Messungen erhoben werden. Dabei fanden unterschiedliche Betriebszustände und standardisierte Simulatorszenarien Berücksichtigung. Weiterhin wurden die Beanspruchungsreaktionen hinsichtlich ihrer Ursache in Monotonie und Aktivierung unterschieden und die Arbeitsbeanspruchungen dem prozesstechnischen Geschehen zugeordnet. Dabei wurde bei den Messungen am Kraftwerksleitstand in Normalbetrieb (Abbildung 2) und An- und Abfahrbetrieb (Abbildung 3) differenziert. Es konnten Phasen geringer und besonders erhöhter psychischer Aktivierung bestimmt und analysiert werden. Sowohl Phasen hoher Aktivierung als auch geringer Aktivierung können eine beeinträchtigende psychische Beanspruchung hervorrufen. Im ersten Fall kann es bei langer Belastungsdauer zu psychischer Ermüdung, im zweiten Fall zu ermüdungsähnlichen Zuständen kommen.



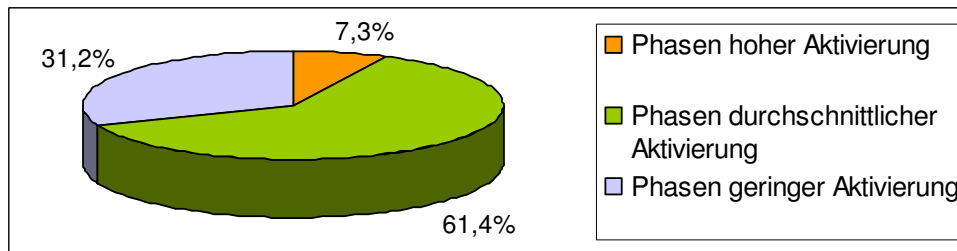


Abbildung 2 : Normalbetrieb und Abbildung 3: An- und Abfahrbetrieb

In der Einzelauswertung konnten die folgenden vier Schwerpunkte für die Bewertung der psychischen Beanspruchung an Kraftwerksleitständen herausgelöst werden:

- hohe Aktivierungsniveaus bei Handbefehlen
- hohe Aktivierungsniveaus bei unvorhergesehenen Meldungen
- hohe Aktivierungsniveaus beim An- und Abfahren
- Auftreten von langen Phasen ohne markante Aktivierung

Es ließen sich beanspruchungsrelevante Systemmeldungen und -zustände ermitteln, die zu psycho-physischen Reaktionen der Probanden führten. Dadurch wurden einzelne potenziell über- und unterfordernder Arbeitssituationen identifiziert. Die psychischen Anforderungen von Kraftwerksoperatoren durch unterschiedliche Betriebszustände konnten transparent gemacht und spezifische Stressoren aufgezeigt werden.

Das durch Messungen evaluierte Stressorenbild konnte durch individuelle Angaben der Probanden Bestätigung finden. In Abbildung 5 werden erlebte Stressoren aus der Mitarbeiterbefragung in ihrer subjektiven Wertigkeit dargestellt.

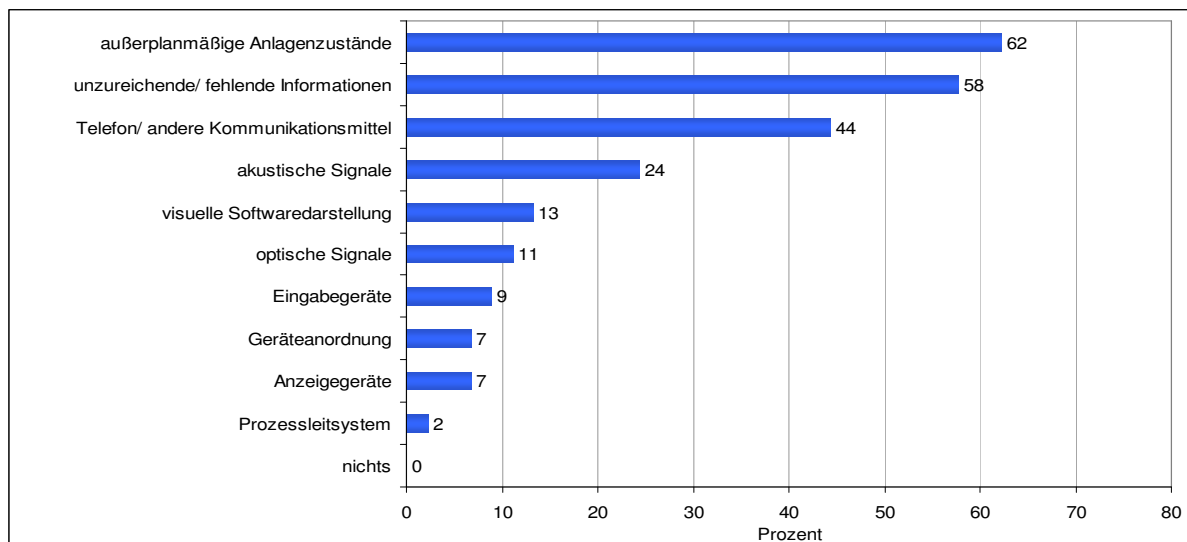


Abbildung 5: Quellen psychischer Beanspruchung

Es zeigt sich, dass außerplanmäßige Anlagenzustände von den Leitstandsfahrern am häufigsten als Quelle psychischer Beanspruchung genannt wurden. Auf den nächsten Plätzen folgen unzureichende oder fehlende Information sowie Kommunikationsmittel (Schwerpunktaussage Telefon). Neben der genannten unzureichenden/ fehlenden

Information kann auf der anderen Seite zu viel Information ebenfalls eine Quelle psychischer Beanspruchung sein und auf die Probanden subjektiv belastend wirken.

Schließlich beschäftigte sich ein Teil des Fragebogens mit jenen Bereichen, in denen Weiterbildungswünsche bestehen bzw. mit Fähigkeiten, die zukünftig erworben werden sollten.

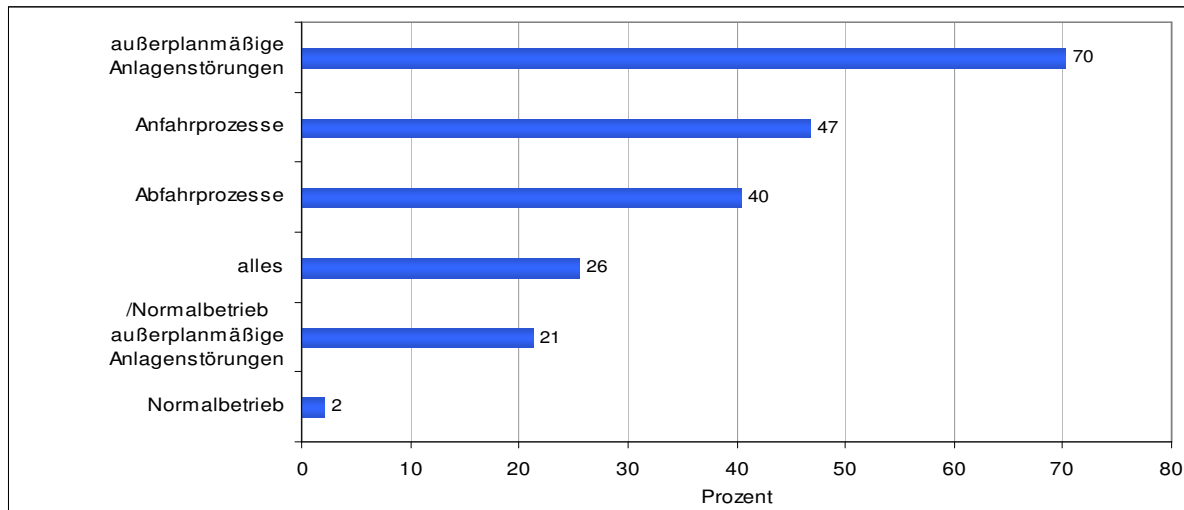


Abbildung 7: Weiterbildungswünsche nach Anlagenzustand

Dabei steht das Training außerplanmäßiger Anlagenstörungen an erster Stelle, gefolgt von An- und Abfahrprozessen. Für die Weiterbildung im Bereich der Kompetenz (Abb. 8) stehen Problemlösungsprozesse an erster Stelle, denn für eine unvorhergesehene Situation existieren zum großen Teil keine vorgezeichneten Lösungswege, sondern diese müssen selbst kreiert werden. Gleichzeitig spielen dabei auch die nach Häufigkeit geordnet auf den Rängen 3 – 6 gegebenen Antworten eine große Rolle für die Bewältigung zukünftiger Anforderungen.

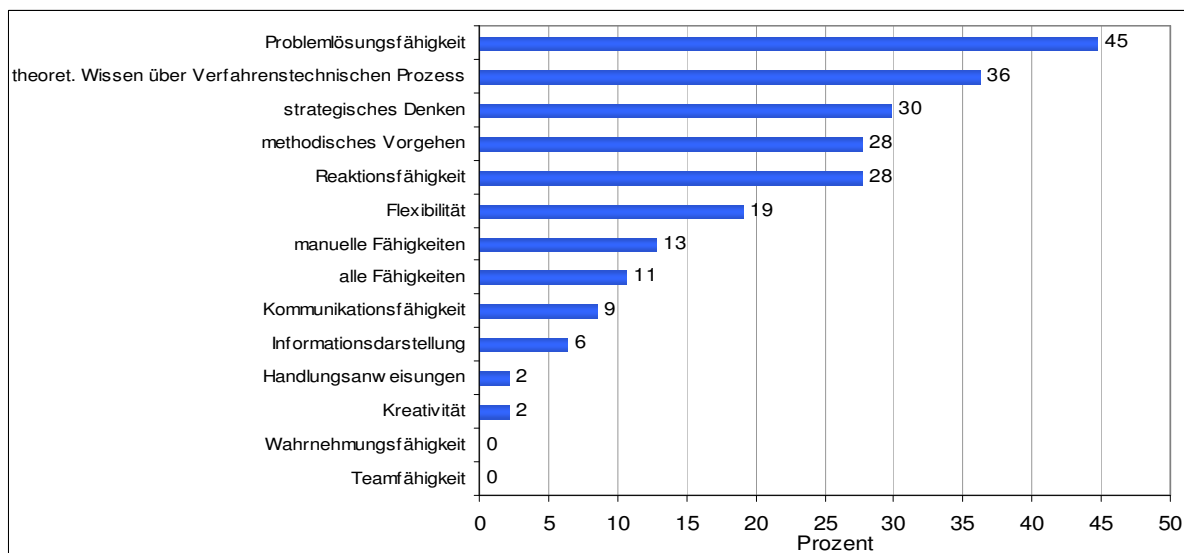


Abbildung 8: Weiterbildungswünsche nach Kompetenzen

Aus Beobachtung, Befragung und Messung wurden für diese konkreten Arbeitsplätze eine zukunftsorientierte Kompetenzentwicklung für Operatoren sowie Handlungsregularien für

den betrieblichen Einsatz unter Berücksichtigung organisatorischer und technischer Anpassungen in bestimmten Phasen entwickelt. Wichtige Aus- und Weiterbildungskomponenten wurden in Form von Maßnahmevorschlägen zusammengestellt, die die bereits existierende Ausbildung von Leitstandspersonal ergänzen. Durch Auswertung aller erhobener Daten und Berücksichtigung von Rahmenbedingungen konnten Handlungsregularien formuliert werden. Diese unterstützen die individuelle Beanspruchungsanpassung, den Wissensaustausch, die Arbeitszufriedenheit sowie die persönliche Kompetenzentwicklung. Hierdurch kann die Zuverlässigkeit der Mensch-Maschine- als auch Mensch-Mensch-Interaktion in Kraftwerks- und Netzleitzentralen erhöht werden. Nachfolgend sind einige ausgewählte Handlungsregularien aufgezählt, ohne hier genauer erläutert oder hierarchisch bewertet werden zu können:

- Training bestimmter Handbefehle außerhalb von Automatisierungsmechanismen
- Kommunikationstraining
- Nutzung dreidimensionaler Modelldarstellungen des Prozessablaufs in Aus- und Weiterbildung
- Gruppentraining kritischer Situationen am Leitstand
- Allgemeines Problemlöse- und Entscheidungstraining
- Anreizsysteme für Operatoren
- Bereicherung, Erweiterung oder Wechsel der Arbeitstätigkeit (Job Enrichment/ Job Enlargement/ Job Rotation)
- Entwicklung adaptiver/ adaptierbarer Konzepte für Automatisierung
- Computergestützte Reaktionsaufgaben
- Prozessnahe Denkaufgaben zum Erhalt der Aktivierung
- Simulatorarbeitsplatz am Leitstand
- Mentorensysteme
- Überarbeitung/ Erweiterung betrieblicher Unterlagen

Durch gezielte Kombination von Maßnahmepaketen lassen sich zusätzliche Synergieeffekte erreichen, die die Wirkung der einzelnen Maßnahmen verstärken können. Für die praktische Umsetzung von prozessbezogenen Weiterbildungen ohne großen organisatorischen Aufwand sind die Vorteile eines Simulatorarbeitsplatzes am Leitstand offensichtlich. Dieser kann zum Training bestimmter Handbefehle sowie für Gruppentrainings kritischer Situationen eingesetzt werden. Die Trainingsmaßnahmen sind dabei zeitnah und vergleichsweise unkompliziert durchführbar. Der Forderung nach mehr Prozessverständnis könnte der Einsatz dreidimensionaler Modelldarstellungen in der Aus- und Weiterbildung nachkommen. Durch plastische Darstellungen ist ein zusätzlicher Lerneffekt in Trainings am Simulator möglich. Praktischer Nutzen entsteht dabei durch Erläuterungen der Notwendigkeit von speziellen Bedienhandlungen am virtuellen Beispiel.

5 Fazit

Ziel der vorliegenden Arbeit war der Nachweis des Ausmaßes psychischer Beanspruchung bei einer Tätigkeit im Kraftwerksleitstand. Daraus sollten Gestaltungsempfehlungen und Aus- und Weiterbildungskonzepte abgeleitet werden. Als Untersuchungsmethode wurden dazu Daten mittels objektiver (Biosignalmessung) und subjektiver Verfahren (Fragebogen) erhoben. Die Messung der physiologischen Parameter erfolgte im Normalbetrieb in unterschiedlichen Schichten und bei An- und Abfahrprozessen. Gleichzeitig wurden für den Simulator zwei unterschiedliche, kurze Szenarien konzipiert, die verschiedene praxisnahe Anforderungen an den Leitstandsfahrer nachbilden. Im ersten Szenario erfolgte eine Nachbildung einer unvorhergesehenen Anlagenstörung, welche durch Umlasten der Speisewasserpumpe bewältigt werden musste. Das zweite Szenario mit dem Anfahren aus dem kalten Zustand bildet Anforderungen in verkürzter Form nach, die in der Praxis ähnlich im An- und Abfahrbetrieb auftreten. Dort wurden ebenfalls Biosignalmessungen über kürzere Zeiträume durchgeführt. Gleichzeitig mit den Simulatorszenarien und den Messungen in der Praxis erfasste ein Fragebogen demografische Daten und das subjektive Erleben der Leitstandsfahrer, unter anderem zu Stressoren, zur Zufriedenheit und zu Weiterbildungswünschen. Im Ergebnis der Messungen im Kraftwerk zeigte sich, dass bestimmte Typen von Meldungen als potenzielle Auslösereize für erhöhte Aktivierung beschrieben werden können. Die Messungen in den konzipierten Simulatorszenarien konnten die Phasen erhöhter Aktivierung schließlich gezielt auf einzelne Meldungen bzw. Handbefehle zurückführen. Aufgrund der Kürze der Szenarien war jedoch die Extraktion von Phasen längerer herabgesetzter Aktivierung mit der Gefahr herabgesetzter Wachsamkeit nicht sinnvoll. Die im Fragebogen zusätzlich erhobenen Daten spiegeln das subjektive Erleben der Leitstandsfahrer im Hinblick auf Stressoren, der Zufriedenheit mit den Arbeitsmitteln, der Motivation und von Weiterbildungswünschen wieder. Sie zeichnen das Bild eines Arbeitsplatzes mit hoher wahrgenommener Verantwortung, vielen zu treffenden Entscheidungen und viel nötigem Fachwissen. Die Ergebnisse aus der Befragung dienen neben den Messdaten als Belege für die Ableitung von Maßnahmenvorschlägen. Ebenfalls wird durch die erhobenen demografischen Daten die Notwendigkeit betrieblichen Wissensmanagements durch den demografischen Wandel in der Belegschaft der Leitstandsfahrer belegt. Aus der Gesamtheit dieser Daten lässt sich die Tätigkeit des Leitstandsfahrers als durch stark schwankende Arbeitsanforderungen gekennzeichnet beschreiben. Es treten sowohl Phasen geringer als auch erhöhter Aktivierung auf. Beides kann unter Umständen und längerfristig gesehen problematische Auswirkungen (z.B. niedrige Vigilanz, verzögerte Reaktionsbereitschaft aber auch z.B. Reizüberflutung, erhöhte Beanspruchung, ...) haben. Ziel sollte eine ausgewogene Aktivierung sein. Nach den vorliegenden Daten kann nicht von einer andauernden ungünstigen Beanspruchung der Leitstandsfahrer gesprochen werden. Um den Ausgleich der auftretenden negativen Aktivierungszustände zu unterstützen, wurden insgesamt 15 Vorschläge betrieblicher Maßnahmen abgeleitet, die als Interna behandelt und hier nicht veröffentlicht werden. Darin finden sich verschiedene Gestaltungsempfehlungen sowie Aus- und Weiterbildungskonzepte wieder. Diese haben die mittel- oder unmittelbare Schaffung einer ausgeglichenen und angemessenen Beanspruchung des Leitstandsfahrers als Kernziel. Weitere positive Auswirkungen, unter anderem auf den sicheren und zuverlässigen Betrieb der Anlage, sind bei vielen der Vorschläge mit verknüpft. Daneben tragen ebenfalls viele der Vorschläge der

Tatsache des demografischen Wandels in den Kraftwerken Rechnung. Dazu wurde ein Modell erstellt, das den unterschiedlichen Stand und die Veränderung von Wissen, Kompetenzen und betrieblicher Erfahrung der Leitstandsfahrer integriert. Jeder der erarbeiteten Maßnahmenvorschläge ist in dieses Modell eingeordnet worden. So wird ein wichtiger Beitrag zum betrieblichen Wissensmanagement geleistet. Dieses stellt eine Herausforderung dar, die in Zukunft durch veränderte politische, organisatorische und technische Rahmenbedingungen an Bedeutung gewinnen wird.

Quellenverzeichnis:

Boucsein, W.: Electrodermal Activity. New York: Plenum Press, 1992.

DIN EN ISO 10075-3: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung - Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung. Beuth Verlag GmbH, 2004.

Hollnagel, E.: Responsibility issues in intelligent decision support systems. In: Expert systems human issues. Cambridge: MIT Press, 1990.

Hoppe, A.: Technikstress - Theoretische Grundlagen, Praxisuntersuchungen und Handlungsregularien. Aachen: Shaker Verlag, 2009.

Hoppe, A.; Binkowski, S.; Rudolph, D.; Haake, D.: Belastung oder Hilfe - Eine Untersuchung der Arbeitszufriedenheit an technisch hochkomplexen Arbeitsplätzen. In: ErgoMed - Zeitschrift für angewandte Arbeitsmedizin, Arbeitshygiene und Umweltmedizin, 31. Jg. 2007, Nr. 6, Heidelberg: Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH, 2007, S. 176-182.

Nachreiner, F.: Zur Belastung und Beanspruchung bei Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten. In: Nachreiner, F. (Hrsg.): Aktuelle Probleme der Belastungs- und Beanspruchungsforschung. Frankfurt am Main: Peter Lang, 1988.

Nienhaber, C.: Psychische Beanspruchung im Assessment Center. Diss. LIT Verlag, 1997.

Reason, J.: Menschliches Versagen: psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien. Heidelberg, 1994.

Schäfer, F.; Schäfer, R.; Boucsein, W.: Auswirkungen von Prozesslaufzeit und Prozessindikatoren bei Multi-tasking auf Arbeitsstrategie und Beanspruchung des Benutzers. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft. 54 2000, 267-275.