

Interaktionen zwischen Leitwarte und Instandhaltung

Bettina Lafrenz, Dortmund

Leitwarten oder Leitzentralen dienen als funktionelle Kerneinheit der Überwachung, Steuerung und Leitung von Anlagen, Objekten, Systemen etc. Neben dieser zentralen Aufgabe fungieren sie häufig jedoch auch als zentrale Anlaufstelle sowohl für externe Personen als auch für firmeneigenes Personal [1]. Ebenso gehört es zu den Aufgaben von Leitwartenoperatoren, bei der Instandhaltungsplanung und Durchführung mitzuwirken [2]. Unterstützt wird der Operateur durch eine Vielzahl von Anzeigen und Unterlagen, die Informationen insbesondere zum Anlagen- und Prozesszustand, den Instandhaltungsobjekt, sowie zu Planung, Durchführung und Bearbeitungsstand der Arbeiten geben. Diese visuellen Eingaben werden ergänzt durch auditive Meldungen und Rücksprachen mit dem Instandhaltungspersonal.

Störungen in der Planung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten können Unklarheiten und Missverständnisse bei der Kommunikation zwischen Instandhaltungspersonal und Leitwartenoperatoren bewirken, die trotz umfangreicher Sicherheitsmaßnahmen zu Unfällen führen können. Nachfolgend sollen die drei Ansätze zur Unfallvermeidung diskutiert werden: generelle Vermeidung von Störungen in der Instandhaltung, technische Maßnahmen zur Kommunikationsunterstützung und Regeln in der Kommunikationsführung zur Vermeidung von Fehlinterpretationen und Fehlhandlungen.

Einleitung

Die Betriebssicherheitsverordnung und die TRBS 1112 „Instandhaltung“ sehen vor [3,4], dass die Maßnahmen gegen Gefährdungen bei Instandhaltungsarbeiten zwischen den Arbeitgebern bzw. Arbeitsgruppen abzustimmen und ggf. eine gemeinsame Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen sind, soweit unterschiedliche Bereiche im Betrieb betroffen sind und/oder Fremdfirmen eingesetzt werden. Die TRBS 1112 sieht hierzu mehrere Schritte zur Ermittlung und Durchführung der Maßnahmen vor (siehe Ablaufdiagramm in Bild 1). Eine Voraussetzung ist, dass die Verantwortlichkeiten zur sicherheitsgerechten Planung, Vorbereitung, Freigabe zu Instandhaltungsarbeiten, Begleitung/Aufsichtsführung, Durchführung, Abnahme/Erprobung, Freigabe zur Inbetriebnahme und

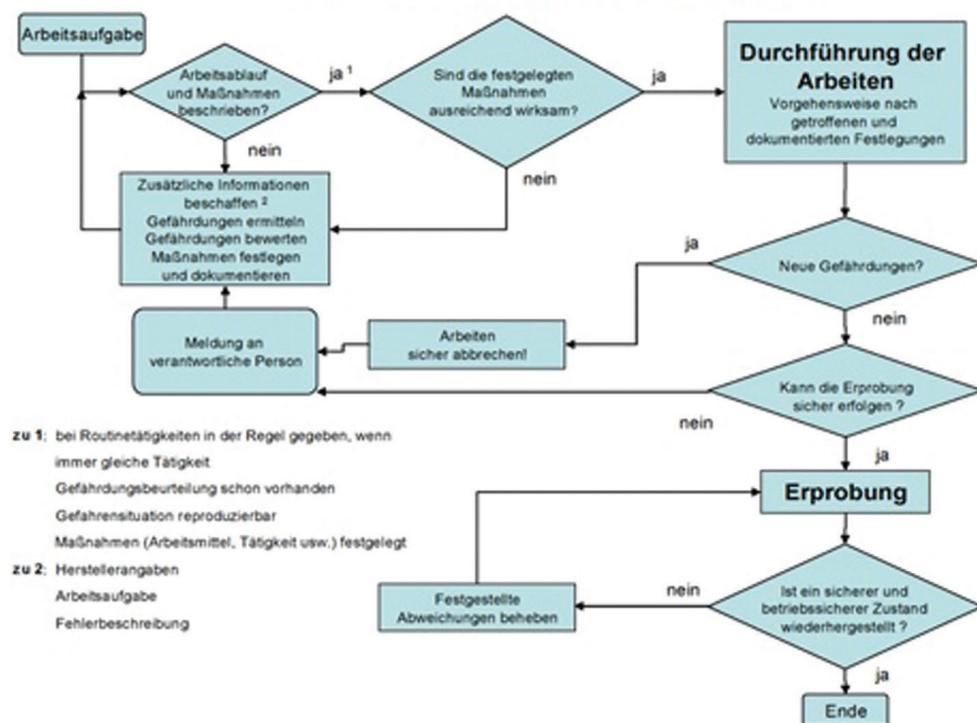


Bild 1 Schritte zur Gefährdungsbeurteilung in der Instandhaltung.

Inbetriebnahme festgelegt sind [5]. Diese Festlegungen können betrieblich je nach Organisation und Branche unterschiedlich umgesetzt werden. Meist handelt es sich jedoch einerseits um Anlagenverantwortliche und andererseits um Arbeitsverantwortliche. Unfallanalysen zeigen, dass es sich in vielen Fällen als sicherheitstechnisch sinnvoll erweist, die Operateure in die Anlagen- und Arbeitsverantwortung einzubinden [6].

Entsprechend bzw. ergänzend zu den Verantwortlichkeiten sollten die Handlungsschritte mit den jeweiligen Rollen, Befugnissen und Meldewegen bei der Durchführung vorgegeben werden. Diese werden z. B. teilweise in Freigabe- und Erlaubnisscheinen dokumentiert. Darüber hinaus sollten wichtige Abläufe auch in Arbeitsunterlagen für Operateure in Leitwarten hinterlegt werden [7].

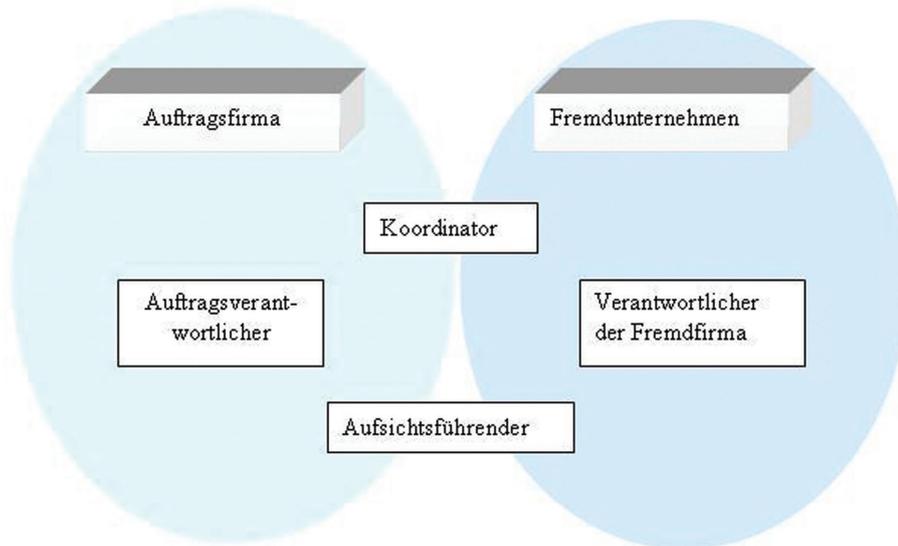


Bild 2 Aufteilung der Verantwortlichkeiten zwischen Auftrags- und Fremdfirma bei Arbeiten an der Anlage der Auftragsfirma insbesondere im gefährdeten Bereich.

Planung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten

Aufgaben und Belastungen der Operateure

Insbesondere bei einer vorausschauenden Instandhaltung obliegt es häufig dem Operateur bei seiner Überwachungsaufgabe mögliche Einflüsse für einen vorzeitigen Verschleiß oder Verschmutzung von Instandhaltungsobjekten zu erkennen, zu melden bzw. die Planung von Inspektionen, Wartung und Instandsetzung zu initiieren. Darüber hinaus soll er Hinweise zur Verbesserung sowohl hinsichtlich der Planung und Durchführung des Instandhaltungsablaufes als auch zum Einsatz des Instandhaltungsobjektes selbst geben. Mit ihren Angaben bestimmen die Leitwartenoperateure die Prioritäten und die Arbeitsaufgabe zur Instandhaltung mit, die anhand dieser Angaben vom Instandhaltungsplaner definiert und vom Aufsichtsführenden vor Ort (A.v.O.) weiter ausgeführt und überwacht wird [5].

In Prozessanlagen ist es in vielen Fällen notwendig, dass die Anlage von der Leitwarte aus freigeschaltet wird. Der Freischaltungsvorgang beinhaltet u. a. eine Wirksamkeitsprüfung der Sicherheitsmaßnahmen vor Ort vom A.v.O. ggf. in Absprache mit der Leitwarte [2].

Neben dem Instandhaltungspersonal können sich auch weitere Personen im Bereich der zu überwachenden Anlage aufhalten, die vor der Durchführung der Arbeiten den Gefahrenbereich verlassen müssen. In manchen Fällen erfolgt die Überwachung des Geländes über die Leitwarte mit Hilfe von Kamerasystemen bzw. zum Zugang des Ge-

ländes, um Zugangsberechtigungen zu prüfen und den Zugang zu gewähren sowie deren Aufenthalt zu überwachen. Dies ist z. B. bei den Leitwarten zur Schleusung in der Binnenschifffahrt der Fall [8]. In solchen Fällen übernimmt das Leitwartenpersonal nahezu alle Aufgaben zum Zugang und zur Sicherung (Verkehrssicherheit) der Arbeiten an der Anlage. Die sichere Durchführung der Arbeiten unter der Einhaltung der Arbeitsschutzvorschriften zum sicherheitsgerechten Verhalten des Instandhaltungspersonals liegt dagegen in der Verantwortung der Instandhaltungsfirma (Fürsorgepflicht) und obliegt nicht der Verantwortung des Leitwartenpersonals [9] (Siehe Bild 2).

Um dieser Pflicht nachkommen zu können muss die Fremdfirma durch den Auftraggeber in die betriebspezifischen Verhältnisse eingewiesen werden [10]. In der Praxis erfolgt häufig eine Sicherheitseinweisung des Instandhaltungspersonals dazu vor Ort: Dies ist jedoch primär Aufgabe der Firmenleitung [9] und nicht des Leitwartenpersonals.

Je nach Festlegung der Verantwortlichkeiten obliegt es entweder dem A.v.O., die sichere Durchführung der Arbeiten an der Anlage zu überwachen und im Gefahrenfall zu unterbrechen sowie die Leitwarte zu informieren; oder diese Aufgaben werden direkt von Leitwartenoperateuren übernommen [2].

Übergreifende Maßnahmen zur Vermeidung von Störungen

Generell sollte die Planung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten mit

der dazugehörigen Aufgabenverteilung und den Verantwortlichkeiten im Betrieb geklärt bzw. festgelegt sein [5]. Dies kann z. B. unterstützt von einem IT-System mit Priorisierung und Terminplanung über ein Freigabe- und Erlaubnisscheinverfahren erfolgen [11]. Sind die Leitwartenoperateure in die Instandhaltungsplanung eingebunden, dann erweist es sich als hilfreich, dass die Prozessgrößen und -verläufe, die Hinweise auf den Zustand von potenziellen Instandhaltungs- und zu reinigenden Objekten geben, auf der Bedienoberfläche anschaulich dargestellt werden [7], [12], [1].

Des Weiteren werden Bedienkonzepte als hilfreich angesehen, die den Workflow unterstützen und deshalb den Handlungsablauf wiedergeben [13].

Fehler in der Interaktion zwischen Leitwarte und Beschäftigte vor Ort können u. a. sein:

- Beginn der Arbeiten vor korrekter Freischaltung,
- Instandhaltungsobjekt wird verwechselt,
- Instandhaltungsobjekt wird vor Abschluss der Arbeiten in Gang gesetzt bzw. angefahren,
- unkoordinierte Arbeiten zeitgleich vor Ort,
- unvorhersehbare Vorkommnisse wie z. B. größere Leckagen trotz Entleerung und Spülung,
- Fertigmeldung ohne korrekten Abschluss der Arbeiten.

Eine Kombination aus technischen Maßnahmen z. B.

- Verriegelung gegen das vorzeitige Öffnen und Wiederanfahren der Anlage,
- Setzen von Steckscheiben gegen das Öffnen von Ventilen während der Instandhaltungsarbeiten einerseits und organisatorischen Maßnahmen andererseits z. B.

- Hinterlegen und Quittieren/Nachhalten der notwendigen Schritte dienen der sicheren Vorbereitung, Durchführung und Abschluss der Arbeiten an der Anlage. Ein Unterschriftensystem zur Freischaltung einer Anlage kann helfen, Sicherheitsregeln einzuhalten und Fehlhandlungen zu verhindern. Zusätzlich ist es wichtig, den Beschäftigten ein Bewusstsein zum generellen sicherheitsgerechten Verhalten und ein Situationsbewusstsein zum Erkennen von und Verhalten bei kritischen unvorhergesehenen Vorkommnissen zu vermitteln, um gefährliche Fehlhandlungen aufgrund von falsch verstandenen Firmeninteressen zu verhindern. Deshalb sind die generellen Maßnahmen im Rah-

men des Arbeitsschutzmanagementsystems bzw. zur Gestaltung der Sicherheitskultur zum sicheren Handeln eine wichtige Voraussetzung zur Fehlervermeidung in der Instandhaltung [6].

Besondere Maßnahmen bei der Abnahme und Erprobung der Funktionsweise des Instandhaltungsobjekts

Inadäquat durchgeführte Instandhaltungsarbeiten können nicht nur zu besonderen Gefährdungen während ihrer Durchführung führen, sondern auch bei der späteren Inbetriebnahme. Deshalb erfolgt entsprechend TRBS 1112 nach der Instandsetzung von sicherheitsrelevanten Anlagenteilen vor der Wiederinbetriebnahme bzw. vor dem Anfahren zum Produktionsbetrieb eine Erprobung unter erhöhten Sicherungsvorkehrungen. Diese umfasst insbesondere neben der Abnahme der Instandsetzungsarbeiten, die Prüfung der Bauteile und deren Zusammenwirken sowie den Probetrieb [14]. Handelt es sich bei den Instandsetzungsarbeiten um prüfpflichtige Änderungen im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung, so wird die Erprobung von der befähigten Person oder einer zugelassenen Überwachungsstelle durchgeführt. Nach TRBS 1112 sind alle nicht an der Erprobung beteiligten Personen fernzuhalten. Um die Funktionsweise des Instandhaltungsobjekts prüfen und nachjustieren zu können, ist es in manchen Fällen notwendig, während des Befüll- oder Anfahrvorgangs sich vor Ort im Gefahrenbereich aufzuhalten und die Anlagenteile ohne Schutzabdeckung zu fahren. Naturgemäß muss insbesondere in der Phase der Erprobung mit einer erhöhten Gefährdung durch Betriebsstörungen (z. B. Leckagen, unkontrollierte Bewegungen, Komponentenversagen) gerechnet

und besondere Schutzmaßnahmen (persönliche Schutzausrüstung, Sicherheitsabstand etc.) ergriffen werden. Diese Maßnahmen sind gesondert in der Gefährdungsbeurteilung zu ermitteln. Die an der Erprobung beteiligten Beschäftigten sind dazu speziell zu unterweisen.

Die Operateure der Leitwarte dürfen die Erprobung somit erst einleiten, wenn sie die Meldung erhalten haben, dass Instandsetzungsarbeiten abgeschlossen, alle unbeteiligten Personen den Gefahrenbereich verlassen haben, der Bereich abgesperrt wurde und die weiteren notwendigen Schutzmaßnahmen ergriffen wurden. Der Abbruch der Arbeiten muss ggf. bei Auftreten von Betriebsstörungen sofort vorgenommen und weitere Maßnahmen zum Abfahren der Anlage von dem Leitwartenpersonal eingeleitet werden – ohne die Personen vor Ort zu gefährden. Dies bedingt in dieser Phase eine gute Kommunikation zwischen Leitwartenoperatoren und Personal vor Ort, um den Abbruch einzuleiten und gemeinsam sicher durchzuführen.

Technische Maßnahmen zur Kommunikationsunterstützung

Zur Unterstützung der Überwachungs- und Steuerungstätigkeit empfiehlt das ASM Consortium u. a. die Prozeduren mit den Schrittabfolgen und Verantwortlichkeiten abzubilden und insbesondere Übersichten/Diagramme zur Verfügung zu stellen, die den Prozessstatus, Abweichungen vom vorgesehenen Prozessablauf und Interaktionen mit verschiedenen Arbeitsteams (Leitwartenoperatoren und Instandhaltungsteams) wiedergeben [12]. Eine „collaborative platform“ sollte danach allen beteiligten Teams zur Einsicht zur Verfügung stehen, das heißt den Leitwartenoperatoren über Monitore in

Leitwarten und den Beschäftigten vor Ort in der Anlage über mobile Bildschirmgeräte wie z. B. Laptops. Sie sollten für jeden Prozessschritt insbesondere Aufschluss geben über:

- detaillierte Instruktionen,
- verantwortliche Personen,
- relevante Prozesswerte,
- Leistungsbereitschaft,
- Voraussetzungen und
- Bearbeitungsstatus der Handlungsschritte.

Zusätzlich soll dem Operateur und dem Beschäftigten vor Ort die Möglichkeit gegeben werden, situative Notizen bzw. Kommentare zu seinen Handlungsschritten zu vermerken. Zur Darstellung können die Hinweise zur Gestaltung von Arbeitsunterlagen dienen [7]. Die Arbeitsschritte können aus einer Arbeitsanweisung entnommen und durch Spalten zu Verantwortlichkeiten und Bearbeitungsstatus/Quittierung ergänzt werden (siehe Bild 3).

Neben dieser visuellen Unterstützung kann ebenso der Austausch von Bildaufnahmen zum Instandhaltungsobjekt die Kommunikation unterstützen [15]. Jedoch sollte anhand einer Analyse die Datenübermittlung aufgabengerecht gestaltet sein, um eine Informationsüberflutung zu vermeiden [16]. Ebenso sollte der Umgang mit der IKT zur Unterstützung der Interaktion der verschiedenen Akteure untereinander trainiert werden [17].

In einer telefonischen Umfrage zum Projekt F 2359 „Belastungsoptimierte Arbeitsgestaltung in Leitwarten beim Einsatz moderner IKT“ wurden 39 Betreiber und Hersteller zum Einsatz von zukünftigen Entwicklungen neuer Technologien in Leitwarten befragt (siehe <http://www.baua.de/de/Forschung/Forschungsprojekte/f2359.html>).

Dabei wurde der Einsatz von Virtual Reality zur Erprobung von Anlagenbegehungen und Instandsetzungsarbeiten vorhergesagt. Interaktive Tische für Besprechungen, in denen

Datei Bearbeiten Ansicht Optionen Tools Windows Hilfe				
Anfahren AA		Beschreibung	Type	Status
Name:	Mustermann	Inbetriebnahme	Polyreaktor	Schicht
Anl.	AA	Check	Air Kompressor	Schicht
Schicht	1	Inbetriebnahme	Wärmetauschers	Schicht

Inbetriebnahme der Vorwärmung mit Hilfe des Wärmetauschers W106			
Beschreibung der Arbeitsschritte	Ausführende	Status	
1 Durchflussregler FC202 zur Einstellung des Dampfeintrags von Vorwärmer W101 auf internen Sollwert (L) umschalten		<input checked="" type="checkbox"/>	▶▶
2 Verringerungen des zugeführten Heizdampfs durch Schließen des Ventils (HC905) auf 50 % (zweite Heizschlange)		<input type="checkbox"/>	▶▶
3 Bei sinkender Feed-Temperatur (TC601) kann der Feed-Strom durch Absenken des Sollwerts von Regelkreis FC201 zurückgenommen werden.		<input type="checkbox"/>	▶▶
4 Bei Feed-Temperatur (TC601) ca. 87 °C Ventil V12 (HC905) vollständig schließen.		<input type="checkbox"/>	▶▶
5 Dreiwegeventil V7 (HS903) umschalten und Wärmetauscher W106 in Betrieb nehmen		<input type="checkbox"/>	
6 Bei Feed-Temperatur (TC601) von ca. 90 °C Durchflussregler FC202 auf externen Sollwert ® umschalten		<input type="checkbox"/>	▶▶

Bild 3 Beispielhafter Auszug aus einer kollaborativen prozeduralen Bildschirmanzeige nach [7] und [12].

Touchscreens mit Übersichtsdarstellungen eingelassen sind, wurden als Technologie mit zukünftigem Entwicklungs- und Einsatzpotenzial genannt [18].

Zur Vermeidung von Interferenzen bei der parallelen Bearbeitung mehrerer Aufgaben wird die Nutzung der selektiven Wahrnehmung diskutiert. Wie in der Fahrzeugsteuerung bereits angewendet, soll die Informationsverarbeitung zu mehreren verschiedenen Aufgaben erleichtert werden, indem die Übermittlung gleichzeitig z. B. visuell und auditiv erfolgt [19]. Übertragen auf die Instandhaltung könnte dies bedeuten, dass Operateure und Beschäftigte vor Ort über Anzeigen unterstützt durch Sprechfunk miteinander kommunizieren.

Regeln in der Kommunikationsführung zur Vermeidung von Fehlern

Untersuchungen von Unfällen haben gezeigt, dass neben der priorisierten und strukturierten Darstellung von Daten und Informationen auch eine disziplinierte Meldung und Absprachen über Funk zur sicheren Koordination von Arbeiten wichtig sind. [2]. In Leitwarten, in denen häufig Anweisungen über Funk weitergegeben werden, wie z. B. in der Binnenschifffahrt,

der Bergrettung und Feuerwehren, wurden deshalb Regeln aufgestellt, um schnelle unmissverständliche Absprachen zu gewährleisten [20]. Diese beinhalten insbesondere den strukturellen Aufbau einer Meldung und bieten Standardsätze an. Des Weiteren sollen mehrfache Rückmeldungen bzw. Bestätigung der Mitteilungen von Leitwartenoperatoren erfolgen bzw. von der meldenden Person abgewartet werden, um Missverständnisse durch z. B. schlechte Funkverbindungen vorzubeugen. In der Prozessindustrie besagen Regeln für Alarmmeldungen, dass zur Deutung kurz in wenigen Worten

- die Priorität,
 - der Zeitpunkt und Ort des Geschehens,
 - was passiert ist,
 - überschrittene und sonstige relevante Grenzwerte,
 - Auswirkung bzw. Eskalationsgrad der Störung
- dargestellt werden [21]. Diese Meldungen gehen in der Regel sowohl visuell als auch auditiv ein. Die Einhaltung der Meldewege und Befugnisse kann z. B. durch automatische Weiterleitung von IKT sowie Checklisten für Standardsätze und strukturellen Aufbau unterstützt werden [17].

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Zur sicheren Planung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind präzise Absprachen zwischen Leitwartenoperatoren und Personal vor Ort wichtig. Diese können unter der Berücksichtigung von Verantwortlichkeiten durch aufgabengerechte IKT unterstützt werden.

Gestaltungshinweise und aufgabengerechter Einsatz von IKT wird derzeit von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin im Projekt F 2259 „Belastungsoptimierte Arbeitsgestaltung in Leitwarten beim Einsatz moderner IKT“ zusammen mit dem Karlsruher Institut für Technologie und der Human Factors Consult GmbH erarbeitet (siehe <http://www.baua.de/de/Forschung/Forschungsprojekte/f2359.html>). TS644



Autorin

Bettina Lafrenz,
BAuA Bundesanstalt
für Arbeitsschutz und
Arbeitsmedizin, Dort-
mund

Literatur

- [1] Bockelmann, M.; Nachreiner, F.; Nickel, P.: Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung (F2249). Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2012.
- [2] Lafrenz, B.; Adolph, L.; Wille, M.: (2012). Measures to improve cooperation between operators and maintenance staff. Healthy Workplaces. A European Campaign on Safe Maintenance(12), S. 30-33.
- [3] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) vom 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), zuletzt geändert am 18. Oktober 2017 (BGBl. I S. 3584).
- [4] Technische Regel für Betriebssicherheit „Instandhaltung“ (TRBS 1112), Ausgabe: Oktober 2010, GMBL Nr. 60 vom 14. Oktober 2010, S. 1219.
- [5] Lafrenz, B.: Gefährdungsbeurteilung zur Vermeidung von Handlungsfehlern in der Instandhaltung (2012). In Der Instandhaltungs-Berater, lose Blattsammlung. Köln: TÜV Media.
- [6] Lafrenz, B.: Integration von flexiblen Handlungsweisen in das Instandhaltungskonzept zur Steigerung der Resilienz von Unternehmen (2013). In G. Bandow, Instandhaltungsforum 2013, Veränderungen beherrschen, Reihe Forum Vision Instandhaltung (S. 43-54). Dortmund: Verlag Praxiswissen.
- [7] Nickel, P. u.: Anforderungen an die Arbeitsunterlagen für die Prozessführung. Dortmund, Berlin, Dresden: Wirtschaftsverlag NW 2005.
- [8] Pröger, E.: Leitfaden Automatisierung und Fernbedienung der Anlagen der WSV. Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes WSV. Koblenz: WSV 2015.
- [9] Grund, H. e.: Einsatz von Fremdfirmen im Rahmen von Werkverträgen. DGUV Information (12 2010). S. 215-830.
- [10] Schliephacke, J.: Einsatz von Fremdpersonal im Unternehmen. Sicher ist Sicher 12 (2007). S. 544-547.
- [11] Safe maintenance in practice. (2010). Abgerufen am 06. 12 2017 von European Agency for Safety and Health at Work (OSHA): <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/reports/safe-maintenance-TEWE10003ENC/view>
- [12] Lafrenz, B.: Nutzung der Ergebnisse einer ganzheitlichen Unfallanalyse zur Verbesserung der Leitwartengestaltung. Sicher ist Sicher 1 (2018).
- [13] ASM Consortium Guidelines. (2008). Effective Operator Display Design. In D. V. Prepared by: ASM Joint R&D Consortium Peter Bullemer.
- [14] DIN EN ISO 1709: Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen für den Personenverkehr – Erprobung, Instandhaltung, Betriebskontrollen. Berlin: Beuth-Verlag 2004.
- [15] Grauel, B. M.; Adolph, L.; Kluge, A.: Unterstützung makrokognitiver Prozesse in Instandhaltungsteams mit Head-Mounted-Displays: Eine Fallstudie. DGLR-Bericht, (01. 05 2012). S. 61-76.
- [16] NAMUR-Arbeitsblatt „Operator-Arbeitsplatz aus Sicht der Mensch-Prozess-Kommunikation“ NA 120, NAMUR – Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie e.V. 2008.
- [17] Knudsen Tveiten, C.; Albrechtsen, E.; Wærrø, I.; Wahl, A. M.: Building resilience into emergency management. Safety Science (50 2012). , S. 1960-1966.
- [18] Lafrenz, B.; Jeschke, P.: Moderne IKT zur Visualisierung und Strukturierung von Informationen in Leitwarten. DLRG (2017)..
- [19] Wickens, C. D.: Multiple Resources and Menta I(2008). S. 449-455.
- [20] Handbuch der Binnenschifffahrtfunk. WSV (2017). Abgerufen am 13. 12 2017 von http://www.funkfrequenzen01.de/index011_see.pdf
- [21] VDI 3699 Blatt 5. Prozessführung mit Bildschirmen – Meldungen (2014).