



# Gestaltung und Integration erfahrungsbasierter Assistenzsysteme in der Stahlindustrie

# 6

Eine Reflexion aus dem Forschungsprojekt StahlAssist

Tina Haase, Michael Dick, Mareike Gerhardt, Wilhelm Termath, Benjamin Nakhosteen, Marie Werkhausen, Wilhelm Wellmann, Kevin Tenbergen, Michael Holtmann, Kok-Zin Tse, Tobias Berens, Georg Kolbe, Sascha Wischniewski, Lisa Mehler und Thomas Kirschbaum

## 6.1 Assistenzsysteme für die Stahlindustrie – Zielsetzung und Vorgehen

Ziel des Projektes StahlAssist ist die lern- und gesundheitsförderliche Gestaltung von Arbeitssystemen der Stahlindustrie und kooperierender KMU durch den Einsatz technologiebasierter Assistenzsysteme. Es werden Konzepte zur Integration erfahrungsbasierter

---

T. Haase (✉)

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg, Deutschland

M. Dick · M. Gerhardt · W. Termath

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

B. Nakhosteen · M. Werkhausen

thyssenkrupp Steel Europe AG, Learning & Transformation Concept, Duisburg, Deutschland

W. Wellmann · K. Tenbergen

Wellmann Sicherheitstechnik GmbH, Hamminkeln, Deutschland

M. Holtmann · K.-Z. Tse

Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH, Duisburg, Deutschland

T. Berens · G. Kolbe

Berufsforschungs- und Beratungsinstitut für interdisziplinäre Technikgestaltung (BIT e. V.), Bochum, Deutschland

S. Wischniewski · L. Mehler

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Human Factors, Ergonomie, Dortmund, Deutschland

T. Kirschbaum

ISM Ingenieurbüro Kirschbaum, Neukirchen-Vluyn, Deutschland

© Der/die Autor(en) 2021

W. Bauer et al. (Hrsg.), *Arbeit in der digitalisierten Welt*,

[https://doi.org/10.1007/978-3-662-62215-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62215-5_6)

Wissens an Aufgaben der Instandhaltung zwischen unterschiedlichen Fachdisziplinen, Hierarchieebenen sowie Unternehmen unterschiedlicher Größe erprobt. Das in den Betrieben verfügbare interdisziplinäre Erfahrungswissen wird einerseits für die Verbesserung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes, andererseits als Impulsgeber für die partizipative Gestaltung des Einsatzes der Assistenzlösung erschlossen.

Im Projekt wurden zunächst in Abstimmung zwischen Technologie- und Anwendungspartnern Tätigkeiten identifiziert, die aufgrund ihrer Charakteristik ein besonderes Potenzial für den Einsatz digitaler Assistenztechnologien aufweisen und die zugleich durch ein hohes Maß an erfahrungsgeleiteten Prozessen gekennzeichnet sind. Das sind z. B. die Steuerung von Produktionsprozessen aus dem Leitstand, die situative Gefährdungsbeurteilung einer Arbeitssituation sowie Vor-Ort-Kenntnisse von einer Installationsmaßnahme, die auch für die spätere Instandhaltung relevant sind.

Die Forschungspartner haben die ausgewählten Arbeitsprozesse begleitet, z. B. die Durchführung einer Gasarbeit bei den Hüttenwerken Krupp Mannesmann, den Prozess eines Walzenwechsels bei thyssenkrupp Steel Europe und die Installation einer Brandmeldeanlage durch die Wellmann Sicherheitstechnik GmbH & Co. KG. Diese Beobachtungen wurden zusammen mit Analysen zur IST-Situation aufbereitet und reflektiert, um daraus Anforderungen an die jeweiligen Assistenzsysteme abzuleiten. Dabei wurde in allen Szenarien ein stark partizipatives Vorgehen gewählt. So wurden beispielsweise die Mitarbeitenden der BeTa-Anlage über mehrere Schichten begleitet und die Arbeitsprozesse dokumentiert. Dieses Vorgehen, und insbesondere das dadurch gewonnene Vertrauen der Mitarbeitenden, war ein Schlüssel für die zukünftige Akzeptanz der entwickelten Lösung.

In allen Anwendungsszenarien wurden prototypische Lösungen entwickelt und im Arbeitsprozess evaluiert. Dabei standen, neben der technischen Machbarkeit, vor allem die Einbindung und der Transfer erfahrungsbasierten Wissens und die organisationale Integration im Fokus der Forschungsarbeiten. Im Folgenden werden die Anwendungsszenarien detailliert vorgestellt.

---

## 6.2 Anwendungsszenarien

In der Darstellung der Anwendungsszenarien werden die erarbeiteten Forschungsergebnisse zusammengefasst und es erfolgt eine Reflexion des Gestaltungs- und Einführungsprozesses der Assistenzlösungen in den Anwendungsunternehmen. Die Anwendungsbeispiele arbeiten die Zielsetzung, den Umsetzungsprozess sowie die zentralen Forschungsergebnisse auf.

### **Dokumentation von Erfahrungswissen im Arbeitsprozess**

Die thyssenkrupp Steel Europe AG fungiert im Rahmen des Projektes als Anwendungspartner. Der Stahlproduzent ist der größte Hersteller von Qualitätsflachstahl in Deutschland.

Für das Unternehmen ist im Vorhaben von besonderem Interesse, wie der Umgang mit Erfahrungswissen in der Stahlproduktion unter Nutzung neuer, mobiler Technologien professionalisiert werden kann. Die Ziele des Projektvorhabens liegen im Einzelnen darin, (1) Erfahrungswissen durch die Mitarbeitenden selbst explizierbar, visualisierbar und medial nutzbar zu machen, (2) eine kollaborative, adaptive Content-Erstellung und –Bearbeitung dezentral und mobil vor Ort im Produktionsumfeld zu ermöglichen und (3) um Wissensinhalte und Lösungen in der Problemsituation auffinden und nutzen zu können. Dabei wird insgesamt (4) ein ergonomischer sowie lern- und gesundheitsförderlicher Einsatz von Smart Devices angestrebt, welche (5) skalierbar genutzt werden sollen, sodass Inhalte sowohl auf stationären Geräten als auch auf kleinen Mobilgeräten abgerufen werden können. Des Weiteren wird untersucht, wie sich die Praxistauglichkeit potenziell einsetzbarer Technologien im rauen Umfeld der Stahlproduktion darstellt. Hierbei sind nicht nur technische Aspekte der Robustheit gegenüber Verschmutzungen und Netzwerkstabilität aufgrund starker elektromagnetischer Störungen relevant, sondern insbesondere auch Fragen der Akzeptanz solcher Technologien durch die Belegschaft.

Bei thyssenkrupp Steel Europe sind bereits Instrumente zum Wissensmanagement etabliert. Beispielsweise wird ein sogenannter Wissensspeicher genutzt, in dem redaktionell geprüfte Inhalte zur Dokumentation technischer Prozesse und Arbeitsabläufe gespeichert werden. Es besteht jedoch Optimierungsbedarf für dieses System, da sowohl die stationäre Gebundenheit an einen PC-Arbeitsplatz als auch die aufwendige Content-Erstellung über ein Redaktionsteam zu Nutzungshemmnissen und hohem Ressourceneinsatz führen. Zeitgleich werden die Auswirkungen des demografischen Wandels immer deutlicher, sodass durch Fluktuation von Wissensträgerinnen und Wissensträgern auch ein Verlust von Erfahrung und Wissen droht. Dieser Trend ist bereits seit einigen Jahren zu beobachten [1]. Die Problematik wird noch verstärkt durch den Umstand, dass mit einigen komplexen Vorgängen an den Anlagen nur wenige Mitarbeitende vertraut sind und deren Tätigkeiten nur in wenigen Fällen dokumentiert sind.

Aus diesen Gründen wird im Rahmen des Projektes der Prototyp für eine mobile App entwickelt, mit dem Ziel, den Transfer erfahrungsbasierten Wissens unter Einbezug der genannten Kriterien zu ermöglichen. Dazu erfolgen im ersten Schritt Arbeitsplatzbegehungen mit den Forschungspartnern und die Identifizierung besonders erfahrener Mitarbeitender. Auch die Prämessung zu Erfahrungen mit dem bereits vorhandenen Wissensspeicher in Form eines Workshops dient der Gewinnung von Erkenntnissen und Eindrücken über das Tätigkeitsfeld. Aus der Reflexion und Aufbereitung der Ergebnisse im Konsortium unter Einbezug der nutzenden Personen resultiert schließlich die Konzeptionierung des Entwicklungsszenarios. Parallel zur Erhebung von Erfahrungswissen durch die Forschungspartner wird auch die interne App-Entwicklung angestoßen. Bereits während der Entwicklungsphase werden Feedbackschleifen mit den zukünftigen Anwenderinnen und Anwendern integriert. Während der Pilotierung der App in unterschiedlichen Bereichen des Unternehmens werden regelmäßig Rückmeldungen der Nutzenden eingeholt und deren Gestaltungshinweise iterativ in den Entwicklungsprozess eingebunden. Durch die kontinuierliche Beteiligung am Entwicklungsprozess sowie die

Aufbereitung und Integration des Erfahrungswissens in die Assistenzlösung kann die Akzeptanz der Zielgruppe sichergestellt werden. Weiterhin werden Vorschläge zur Einbettung der App-Nutzung in Arbeitsprozesse und organisationale Strukturen erarbeitet, welche die Bereiche individuell ausgestalten.

Die Ergebnisse, welche durch Evaluationen sowie die Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen erhoben werden, verdeutlichen die Gebrauchstauglichkeit, die Erfüllung des angestrebten Nutzens und eine hohe technologische Akzeptanz. Die App leistet auf drei Ebenen einen wichtigen Beitrag: (1) zum Wissensmanagement, (2) zum sicheren Arbeiten sowie (3) zur lernförderlichen Arbeitsgestaltung.

In Bezug auf den Mehrwert der dokumentierten Erfahrungswerte ist das selbstständigere Arbeiten besonders hervorzuheben. Novizen profitieren von dem Wissen der Erfahrenen, können unregelmäßig eintretende (nun dokumentierte) Ereignisse besser nachvollziehen und mit Unterstützung der App seltene Probleme schneller ergründen und beheben. Neben den Wissensnehmern profitieren aber ebenso auch die Wissensgeber von der App. Entscheidend ist bei dieser Nutzergruppe die Erfassung impliziten Wissens, sowie deren Visualisierung und Reflexion. Durch die reflektierte Auseinandersetzung mit den zu dokumentierenden Inhalten wird bei den entsprechenden Personen ein Prozess angestoßen, der als Veredelung von Wissen bezeichnet werden kann.

Mit Fokus auf das Thema Arbeitssicherheit leistet das entwickelte System durch integrierbare Warnhinweise und auswählbare Elemente zur persönlichen Schutzausrüstung einen wichtigen Beitrag. Zudem wird deutlich, dass durch die Verschriftlichung von Handlungen und die damit einhergehende intensive Reflexion Sicherheitslücken und Optimierungsbedarfe sichtbar werden.

Bei der Entwicklung der App erfolgt darüber hinaus eine Berücksichtigung der sieben Dimensionen des Lernförderlichkeitsinventars (LFI). Die Ausgestaltung wird demnach in Anlehnung an die Faktoren Selbstständigkeit, Partizipation, Variabilität, Komplexität, Kommunikation/Kooperation, Feedback und Information vorgenommen [2], wodurch eine lernförderliche Arbeitsgestaltung ermöglicht wird.

Resümierend betrachtet, eröffnet die App eine systematische und frühzeitige Problemlösung im Fehlerfall durch die Nutzung von Erfahrungswissen und den unmittelbaren Zugang zu Informationen. Weiterhin trägt sie zur Gefährdungsminimierung der Mitarbeitenden bei und gewinnt durch ihre mobile Verfügbarkeit an Akzeptanz, da sie sowohl im Leitstand, als auch in der Arbeitssituation genutzt werden kann. Ein letztes wichtiges Ergebnis besteht in der Praxistauglichkeit trotz Herausforderungen im rauen Umfeld der Stahlproduktion. Dem Einflussfaktor der Netzwerkinstabilität wird beispielsweise durch eine Offline-Funktionalität entgegengewirkt. Auf diese Weise entsteht im Projekt der Prototyp für ein anwenderfreundliches Assistenzsystem zum Transfer erfahrungsbasierten Wissens.

### **Wissenstransfer bei der projektspezifischen Übergabe**

Das mittelständische Unternehmen Wellmann Sicherheitstechnik ist in der Konzeption, Entwicklung sowie Installation von Sicherheitssystemen (z. B. Brandmelde- und

Rettungswegetechnik) tätig. Als externer Dienstleister kooperiert die Firma mit den beiden Stahlunternehmen im Verbund. Die Herausforderungen, die im Anwendungsszenario im Fokus stehen und mittels eines Assistenzsystems adressiert werden, umfassen (1) den Aufbau und die Etablierung einer unternehmensspezifischen Wissens- bzw. Übergabekultur unter Berücksichtigung von Erfahrungswissen, (2) die mobile Wissensdokumentation und -vermittlung im Arbeitsprozess sowie zwischen verschiedenen Funktionsgruppen, (3) die verbesserte Vorbereitung von Wartungs- und Störungsdienstesätzen, die sicheres Arbeiten fördert und (4) die Anbindung an bestehende (technologische) Schnittstellen sowie die organisationale Integration.

Da es sich bei sicherheitstechnischen Anlagen nicht um Standard-Lösungen handelt, sondern um hoch individualisierte Systeme, ist eine kontinuierliche Wissenssicherung maßgeblich. Bislang existiert zwischen Montage- und Wartungstechnikern kein systematischer Transfer relevanter Wissensbestände nach der Fertigstellung eines Projektes. Dies bildet den Anknüpfungspunkt im Anwendungsszenario. Ziel ist es, einen strukturierten sowie methodisch begleiteten Übergabeprozess zu entwickeln, der sowohl technische und organisatorische Besonderheiten, ortsspezifische Gefährdungen aber auch erfahrungsgelitetes Wissen berücksichtigt.

Diese Zielsetzung wird in zwei parallel verlaufenden Entwicklungssträngen bearbeitet. Zum einen wird ein Pilotprojekt initiiert. Dazu werden mehrere exemplarische Übergabegespräche mit Technikern der Montage- und Wartungsabteilung zu ausgewählten Projekten geführt. Die Ergebnisse der Gespräche werden aufbereitet und gemeinsam mit Anwendungs- und Forschungspartnern sowie den Technikern reflektiert. Dabei ergaben sich bereits erste thematische Überschneidungen, die in die Entwicklung des Übergabeprozesses einfließen. Gleichzeitig zeigen die Gespräche sowie deren Auswertung, dass der größte Mehrwert im gemeinsamen, kollegialen Austausch liegt, der durch kein Medium gleichsam ersetzt werden kann. Somit wird das sogenannte Wissensforum im Unternehmen etabliert. Es handelt sich um ein regelmäßiges, freiwilliges Austauschformat, bei dem die Techniker ein Zeitfenster (während der Arbeitszeit) zur Verfügung gestellt bekommen. Insbesondere die Reflexion und Synchronisation von Erfahrungswissen und das Finden gemeinsamer Lösungsansätze steht im Fokus. Das Forum zeichnet sich durch einen informellen Charakter und das Zusammentreffen unterschiedlicher Perspektiven aus. Zum anderen wird die Entwicklung einer appbasierten Lösung realisiert. Zu Projektbeginn existiert bei Wellmann bereits ein mobiles Datenmanagementsystem, wobei es sich um eine branchenspezifische Lösung handelt. Daneben werden bereits Tablets für die Montage- sowie Wartungseinsätze genutzt. Eine Herausforderung stellt die Entwicklung einer technologischen Dachstruktur dar, die die bestehenden Systeme und Funktionen integriert, aber auch erweitert, und es ermöglicht, die gesamte Prozesskette zu digitalisieren. Die entstandene Lösung berücksichtigt die Dokumentation expliziter Wissensbestände sowie technischer Daten und eröffnet ebenso die Option, erfahrungsgelitetes Wissen zu integrieren.

Als Ergebnis wurden zwei Ebenen des Wissensmanagements bei der Wellmann Sicherheitstechnik identifiziert: (1) Die Entwicklung einer Community of Practice sowie

(2) ein technologiegestütztes Daten- und Wissensmanagement. Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihrer strategischen Ausrichtung zum Thema Wissenssicherung, wobei die Verschränkung beider Ebenen für die Weiterentwicklung einer systematischen Wissens- und Übergabekultur entscheidend ist.

Das Wissensforum ist angelehnt an die Leitidee des Community of Practice Ansatzes nach Lave und Wenger [3]. Demnach ist eine Community of Practice eine Gruppe von Personen, die sich aufgrund gemeinsam geteilter Expertise informell zusammenschließt. Dabei steht der Austausch über Erfahrungen und Wissen im Fokus [4, 5]. Grundlegend für den Begriff der Community of Practice ist zudem die Perspektive, dass sich die Mitglieder über ihre Tätigkeiten, und wie sie diese ausüben, austauschen und sich daraus ein gemeinsam geteiltes Verständnis entwickelt, das sie verbindet und auszeichnet. Übertragen auf das Wissensforum der Wellmann Sicherheitstechnik, stellt das Format genau diesen Impuls dar und eröffnet die Möglichkeit, die Verständigung über eine gemeinsam geteilte Praxis zu etablieren, zu stärken und kontinuierlich weiterzuentwickeln.

Die App ermöglicht einen systematischen Wissenstransfer zwischen den Funktionsbereichen Montage, Wartung und Projektleitung. Die Montage- und Wartungstechniker nutzen die App, unter anderem, um Sicherheitsunterweisungen mobil durchzuführen sowie anlagenspezifisches Erfahrungswissen zu hinterlegen. Das erfahrungsgeleitete Wissen kann durch die appbasierte Lösung kontinuierlich fortgeschrieben werden. Die Freigabe der Wissensbestände wird durch die Projektleitung geprüft und verantwortet. Gleichzeitig werden durch die Projektleitung die Montage- und Wartungseinsätze konzeptionell vorbereitet und anlagenspezifische Daten in die App eingepflegt.

Die Strukturen eines strategischen Wissensmanagements sowie technologischer Anknüpfungspunkte liegen bei der Wellmann Sicherheitstechnik zu Projektbeginn in einem frühen Reifestadium vor. Über den Projektverlauf hinweg fand eine Ausdifferenzierung von Strukturen sowie eine strategische Ausrichtung zum Thema Wissenssicherung statt. Begleitet wird der Entwicklungsprozess insbesondere durch die methodische Unterstützung sowie Expertise der Forschungspartner.

### **Prozessdaten mobil vor Ort**

Instandhaltungstätigkeiten an gasführenden Anlagen, wie sie auch bei den Hüttenwerken Krupp Mannesmann durchgeführt werden, erfordern eine enge Abstimmung der Mitarbeitenden im Feld und im Leitstand. Dort sind die aktuellen Prozessparameter auf einen Blick sichtbar, werden bewertet und in Handlungsanweisungen für die Mitarbeitenden vor Ort überführt. Die Durchführung dieser Tätigkeiten erfordert also die Kooperation und Kommunikation mehrerer Mitarbeiter. Diese wird aktuell telefonisch realisiert und erfordert von beiden Seiten sehr viel Erfahrung: auf Seiten des Leitstand-Mitarbeiters in der eindeutigen Übermittlung von Arbeitsanweisungen und auf Seiten des Mitarbeiters im Feld Erfahrungen, die übermittelten Anweisungen in eigenverantwortliches und reflektiertes Handeln zu überführen. Hierbei ist es essenziell, dass der Mitarbeiter nicht nur ausführende Kraft ist, sondern wichtiger Teil des Gesamtsystems,

indem er z. B. aktuelle Beobachtungen zurückmeldet und seine Arbeiten hinsichtlich einer situativen Gefährdung bewertet.

Im Verbundvorhaben StahlAssist wird eine Lösung entwickelt und erprobt, die den Mitarbeitenden im Feld in seiner Tätigkeit unterstützt, indem die relevanten Prozessdaten mobil verfügbar gemacht werden. Dafür wird auf der einen Seite untersucht, über welche technische Infrastruktur die Daten bereitgestellt werden können und auf der anderen Seite, wie sich Arbeits- und Kooperationsprozesse durch den Einsatz einer solchen digitalen Assistenzlösung für die Beteiligten verändern.

An die Technologieauswahl und –gestaltung werden sehr konkrete Anforderungen gestellt, die gemeinsam in einem Workshop ermittelt werden. Da die Instandhaltungstätigkeit die Verwendung beider Hände erfordert, wird zunächst vor allem eine Datenbrille als Endgerät fokussiert. Die Rahmenbedingungen im Stahlwerk erfordern das Tragen persönlicher Schutzausrüstung (Helm, Schutzbrille, Gehörschutz, Handschuhe). Diese muss mit der Brille kompatibel sein und dem Träger von PSA und Datenbrille ein ergonomisches Arbeiten ermöglichen. Daher wird neben entsprechenden Adaptern für den Helm auch ein geringes Gewicht bei der Auswahl berücksichtigt.

Aufgrund der Größe des Werksgeländes bei HKM, dem Einsatz unter teilweise rauen Wetterbedingungen und der Charakteristik der Tätigkeit wird ein besonderes Augenmerk auf die Integration in den Arbeitsprozess, inkl. Transport und Ablage bei Nicht-Benutzung, gelegt. Über die direkte Montage der Datenbrille am Helm wird ein sicheres Tragegefühl vermittelt. Wird die Brille nicht benötigt, kann das Display zur Seite geklappt werden. Es ist also nicht erforderlich, die gesamte Brille abzulegen und gesondert zu verstauen. Da der Mitarbeiter so aber ggf. die gesamte Schicht mit der Datenbrille unterwegs ist, muss eine Akkulaufzeit von mind. 8 h möglich sein.

Für die Anzeige von Prozessdaten in der Datenbrille ist die Displaygröße ein weiteres Auswahlkriterium. Zudem sollte die Bedienung auch mit Handschuhen möglich sein. Die Festlegung dieser Kriterien führt in der weiteren Recherche zur Auswahl einer Lösung, die die Anwendung einer Datenbrille mit dem Handy kombiniert. Die Bedienung kann somit nahezu ausschließlich über das Handy erfolgen. Zudem ermöglicht die gewählte Brille die Verwendung über die Anzeige von Daten hinaus für das Anleiten aus der Ferne per Remote Assistenz. So kann der Experte im Leitstand bei Fragen kurzfristig Zugriff auf die Sicht des Mitarbeitenden im Feld erhalten, seine aktuelle Arbeitssituation einsehen, dokumentieren, mit Hinweisen und Markierungen versehen und ihm das Bild wieder in die Brille zurücksenden. Dies kann z. B. sinnvoll sein, wenn zu entscheiden ist, welche Schalter zu betätigen sind. Zudem gibt es eine Audioverbindung zwischen beiden Beteiligten. Hier kann analog zum klassischen Telefonat kommuniziert werden.

Anders als bei der bisherigen Zusammenarbeit ist der Mitarbeitende im Feld sehr viel selbstständiger unterwegs und organisiert seine Tätigkeit eigenverantwortlich. Der Experte im Leitstand kann bei Bedarf kontaktiert werden.

Neben der Auswahl der Hardware ist der Zugriff auf die Live-Daten aus dem Prozessleitsystem erforderlich. Dieses wird derzeit stationär im Leitstand verwendet.

Für den direkten Zugriff auf das Prozessleitsystem ist eine kostenpflichtige OPC-UA-Schnittstelle erforderlich. Dieser Weg wird innerhalb des Vorhabens aus den folgenden Gründen nicht gewählt: (1) im Rahmen der prototypischen Erprobung ist noch nicht abzusehen, ob die Lösung zum gewünschten Erfolg führt, (2) die Anbindung würde ausschließlich für das von HKM genutzte System funktionieren und schränkt damit die Perspektiven für die Verwertung ein.

Deutlich flexibler in der Anwendung und Verwertung ist die Möglichkeit, den Bildschirm des Experten zu teilen und somit die Oberfläche des Prozessleitsystems in der Brille anzuzeigen. Während bei der stationären Anwendung viele Daten parallel in Form eines Dashboards angezeigt werden, ist die Darstellung für die Ansicht in der Brille anzupassen und auf einen Parameter zu reduzieren.

Die Lösung bietet somit zwei grundlegende Funktionalitäten: (1) Anleitung durch den Experten aus der Ferne mittels Remote Assistenz und (2) Verfügbarmachung von Live-Daten aus dem Prozessleitsystem mobil vor Ort. Es ist gelungen, die Lösung so auszuwählen und zu gestalten, dass sie ein gutes Potenzial für die organisationale Integration bietet, da sie trotz der sehr vielfältigen Systemwelt bei HKM nahtlos eingesetzt werden kann und auch über den bisherigen Anwendungsfall hinaus zu verwerten ist.

### **Mobile situative Gefährdungsbeurteilung**

Für HKM als integriertes Hüttenwerk mit Anlagen, die der Störfall-Verordnung unterliegen und bei denen Beschäftigte häufig in Risikobereichen arbeiten, sind effektiver Arbeits- und Gesundheitsschutz ein wesentlicher Bestandteil der Unternehmenskultur und -ziele. Die situative Gefährdungsbeurteilung (SGBU) hat dabei als Maßnahme des präventiven Arbeitsschutzes und zur Reduzierung von Unfällen, insbesondere im Instandhaltungsbereich, einen besonderen Stellenwert.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Assistenzsystems, das es den Fachkräften der Instandhaltung ermöglicht, die situative Gefährdungsbeurteilung mobil vor Ort durchzuführen und dieses System gleichsam als Unterweisungsinstrument für alle Beteiligten zu nutzen, in den Fokus gerückt.

Im Unterschied zur „klassischen“ Gefährdungsbeurteilung nach Arbeitsschutzgesetz bezieht die situative Gefährdungsbeurteilung tagesaktuelle und ortsspezifische Gefährdungen mit in die Bewertung der Arbeitssituation ein – dazu gehören wechselnde Arbeitsplätze oder sich verändernde Arbeitsbedingungen, z. B. durch bauliche Maßnahmen. Darüber hinaus werden auch explizit Gefährdungen berücksichtigt, die durch Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Tätigkeiten entstehen. Diese Gefährdungen sind insbesondere zu berücksichtigen, da aufgrund der Komplexität der Anlagen häufig verschiedenste Gewerke, Kontraktoren und Fachbereiche parallel arbeiten und eine isolierte Einzelbetrachtung der Gefährdungen nicht ausreichend ist.

Während sich also bei der klassischen Gefährdungsbeurteilung eine umfassende Betrachtung durch die systematische Erfassung und Bewertung von Arbeitssystemen ergibt, wird die SGBU insbesondere genutzt, um Gefährdungen und Belastungen an nichtstationären Arbeitsplätzen und bei azyklischen Arbeitstätigkeiten zu erkennen



und aktuelle Besonderheiten unmittelbar vor der Ausführung der Arbeitstätigkeit zu erfassen, die die Maßnahmen der klassischen Gefährdungsbeurteilung vervollständigen. Daher beschränken sich die Maßnahmen in der Regel auf den Gestaltungsbereich Organisatorische Maßnahmen und Personenbezogene Maßnahmen. Der Einsatz der SGBU kann daher nur ergänzend zur klassischen Gefährdungsbeurteilung erfolgen.

Bei HKM besteht bereits zu Projektbeginn ein Prozess zur Erstellung der SGBU, der ebenfalls durch ein Softwaretool unterstützt wird. Erste explorative Gespräche mit Führungskräften zeigen Optimierungspotenziale auf und leiten eine systematische und detaillierte Anforderungsanalyse ein: Zunächst werden Workshops mit Anwendern der aktuellen bzw. angestrebten technischen Lösung (Beschäftigte von HKM und aus Fremdfirmen) zur Erfassung des erwarteten Nutzens, der erwarteten Bedienbarkeit, Technikakzeptanz und von Potenzialen im Arbeitsprozess sowie mit Führungskräften von HKM zur Erfassung der Anforderungen aus Unternehmens-/IT-Sicht durchgeführt. Dadurch wird zum einen gewährleistet, die derzeitige Vorgehensweise von HKM zur SGBU und insbesondere deren Inhalte aus Sicht der Arbeitssicherheit zu überprüfen. Zum anderen können durch die Partizipation der Beschäftigten auf deren Bedürfnisse abgestimmte Anforderungen bezüglich der Softwareergonomie, geeigneter Hardware sowie Inhalt und Ablauf der SGBU abgeleitet werden.

Die daraus erarbeiteten Erkenntnisse werden in einem iterativen Prozess in ein Lastenheft übertragen, um die Programmierung einer Software für ein technisches Assistenzsystem zur Durchführung der mobilen SGBU durch einen externen IT-Dienstleister zu veranlassen.

Um innerhalb des Forschungsprojektes eine eigenständige und auf andere Branchen generalisierbare Lösung zu erarbeiten, wird ein interaktives PDF entwickelt. Dabei orientiert sich das Tool am Inhalt und Ablauf der bisherigen SGBU bei HKM, integriert aber zusätzlich Ergebnisse aus dem Lastenheft, indem entsprechende Aspekte ergänzt und geändert wurden. Nach Abwägung verschiedener Hardwareaspekte anhand vorab festgelegter Kriterien wird ein Tablet-PC als technisches Assistenzsystem ausgewählt und das interaktive PDF darauf abgestimmt.

Im Rahmen der Evaluation wird diese technische Lösung schließlich einem Gebrauchstauglichkeitstest unterzogen. Gemeinsam mit Beschäftigten als direkte Anwender und Führungskräften wird das Tool erprobt und beurteilt. Orientiert an den bereits erhobenen Kriterien zur Gebrauchstauglichkeit, werden nun mittels Leitfadeninterview/Gruppendiskussion und teilnehmender Beobachtung der tatsächliche Nutzen, die tatsächliche Bedienbarkeit, die Technikakzeptanz sowie die Veränderungen im Arbeitsprozess durch ein mobiles technisches Assistenzsystem erfasst.

Insgesamt zeigt sich, dass die Durchführung einer mobilen SGBU vor Ort mittels technischem Assistenzsystem insbesondere bei Gefährdungen, die spontan und kurzfristig auftreten, nützlich ist. Dies macht den Vorteil der Mobilität im Vergleich zur SGBU am stationären PC-Arbeitsplatz deutlich. Anzumerken ist, dass alle vorzubereitenden Inhalte der SGBU weitestgehend im Vorfeld fertiggestellt werden sollten, sofern dies möglich ist. Dadurch können sich die Beschäftigten vor Ort sowohl auf die

Dokumentation tagesaktueller Gefährdungen durch Fotos und die Integration tagesaktueller Daten, als auch auf die Information interner Beschäftigter, aber auch externer Beschäftigter aus Fremdfirmen, konzentrieren – also auf sämtliche Inhalte, die besser vor Ort erfasst und beurteilt werden können. Durch die Möglichkeit zur digitalen Unterschrift als digitale Signatur und zur Wirksamkeitskontrolle im Anschluss an die SGBU, ist der gesamte Prozess vor Ort abzuschließen.

### **Virtuell interaktives Modell einer Brammenstranggießanlage**

Die Dokumentation großer Industrieanlagen, wie z. B. einer Brammenstranggießanlage, umfasst diverse Fachbereiche und Gewerke sowie unzählige Dokumente, die in der Regel unsortiert in diversen Ordnern analog oder digital abgelegt sind. Bei Betriebsstörungen, Produktionsausfall und Zwischenfällen ist das Auffinden benötigter Dokumente mit erheblichem Zeitaufwand verbunden, obwohl in diesem Moment Eile geboten ist.

Das virtuell interaktive Modell der Brammenstranggießanlage, erstellt durch das Ingenieurbüro Kirschbaum, kann diesen Anforderungen begegnen. Eine selbsterklärende Menüstruktur ermöglicht das schnelle Auffinden relevanter Informationen direkt über das virtuelle Abbild. Über das Assistenzsystem werden alle relevanten, notwendigen technischen Daten bei Problemen, Betriebsstörungen und Zwischenfällen vor Ort digital zur Verfügung gestellt. Laufwege zum Büro des Betriebsingenieurs, das bis zu 400 m vom Geschehen entfernt liegt, entfallen. Wenn auf alle entscheidungsrelevanten Daten direkt im Arbeitsprozess zugegriffen werden kann, können Störungen schneller behoben und Instandhaltungsmaßnahmen schneller veranlasst werden. Entscheidungen zu Reparaturmaßnahmen können auf einer fundierten Datenbasis getroffen werden.

Für den Aufbau des interaktiven VR-Modells werden bestehende CAD-Daten aufbereitet, in Unity3D importiert, dort um interaktive Elemente, z. B. eine Menüstruktur, ergänzt und für die Nutzung auf mobilen Geräten exportiert. Die Brammenstranggießanlage wird in ihrer Baugruppenstruktur im Menü abgebildet, sodass das Navigieren zur gewünschten Baugruppe sehr schnell möglich ist.

Die entwickelte Lösung besitzt das Potenzial der Anwendung einer Spieleengine für die Integration verschiedener Datenquellen in einem Modell. Die weiteren Arbeiten adressieren vor allem die Anbindung an SAP, sodass die Datendurchgängigkeit der Systeme ermöglicht wird und bei Verwendung des virtuellen Modells auf die aktuellsten Daten zugreift.

---

## **6.3 Forschungsdesiderate und nächste Schritte**

Neben den gewonnenen Forschungsergebnissen lassen sich ebenso Anschlussfragen skizzieren, die im Projektkontext offengeblieben sind beziehungsweise sich aus diesem heraus entwickelt haben.

In den Anwendungsszenarien werden technologische Lösungen erarbeitet, die die Nutzung von Erfahrungswissen im Arbeitsprozess integrieren. Dabei erweisen sich insbesondere mobile Anwendungen (Smartphone, Tablet, AR-Brille) für die Stahlindustrie und die Beschaffenheit der Arbeitsprozesse und -tätigkeiten als sinnvoll. Es stehen insbesondere Medien wie Bildserien oder Videosequenzen, die sich von stark textbasierten Darstellungen abgrenzen, im Mittelpunkt. Ziel ist es, den situativen Charakter des Erfahrungswissens zu bewahren. Die entwickelten Assistenzlösungen fokussieren sich somit auf Besonderheiten z. B. außerhalb der Routine auftretende Tätigkeiten. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, inwieweit der Prozess der Lösungs- beziehungsweise Entscheidungsfindung noch stärker kultiviert werden kann. Bisher liegt der Fokus auf der Dokumentation sowie digitalen Aufbereitung einzelner Arbeitsschritte eines komplexen Arbeitsprozesses. Die Dokumentation der Problemlösung gelingt noch relativ problemlos. Die eigentliche Herausforderung liegt darin, zu fragen und zu explizieren, welcher Problemlöseprozess dem vorangegangen ist. Weiterführend rückt somit das Thema in den Mittelpunkt, wie ein subjektiver Erkenntnisprozess in ein kollektives sogar organisationales Lernen übergehen kann. Dies bildet die Voraussetzung dafür, dass organisationale Richtlinien sowie Routinen hinterfragt und ggf. angepasst werden. Diesen Zusammenhang im Rahmen von Forschungsprojekten systematisch zu begleiten und zu erforschen, stellt einen Anknüpfungspunkt für zukünftige Vorhaben dar.

Daneben zeigt sich die Auswahl sowie Gestaltung der Technologie aufgrund der heterogenen Ausgangsbedingungen in den Anwendungsunternehmen als eine Herausforderung. In einem Partnerprojekt (Learn4Assembly, gefördert durch das BMBF) des Fraunhofer-Instituts sowie der OvGU Magdeburg wird aktuell an einer Morphologie für die Technologieauswahl bei der Entwicklung von Assistenzsystemen geforscht. Die Verknüpfung der Forschungsergebnisse aus beiden Projekten stellt eine Strategie für die projektübergreifende Verwertung dar. Daran gebunden ist auch die Frage, aus welchen Gründen sich Organisationen gegenüber der Einführung von neuen Technologien öffnen beziehungsweise verschließen. Für das Projekt StahlAssist haben sich insbesondere Aspekte wie z. B. die Führungskultur und die partizipative Gestaltung des Einführungsprozesses als fördernd oder auch hemmend gezeigt. Dazu sind insbesondere Strategieworkshops, die die gemeinsamen Projektziele und damit eine tragende Vision des Vorhabens definieren und in Meilensteine übersetzen, entscheidend.

---

## 6.4 Transfermaterialien

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wird in Zusammenarbeit mit dem Berufsforschungs- und Beratungsinstitut für interdisziplinäre Technikgestaltung ein interaktives Nutzwertool veröffentlichen. Die Lösung unterstützt die Vorbereitung und Durchführung einer situativen Gefährdungsbeurteilung (SGBU) und wurde in der Stahlindustrie erprobt sowie evaluiert. Das Tool kann jedoch auch in anderen Branchen zur mobilen Erstellung einer SGBU genutzt werden.

Das vorgestellte Szenario bei tkSE wird neben dem unternehmensinternen Prototyp der App auch eine Forschungsversion für das Projektkonsortium zur Verfügung stellen. Damit können die App und ihre Funktionalitäten auch in anderen Vorhaben genutzt werden. Insbesondere kann daran das Potenzial einer mobilen Assistenzlösung unter dem Fokus der Wissens- und Erfahrungssicherung erlebbar werden und gleichzeitig die Grundlage in anderen Forschungsvorhaben bilden, um die Anforderungen und Erwartungen des Technologieeinsatzes zu diskutieren.

#### **Projektpartner und Aufgaben**

- **Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**  
Technologiebasierte Aufbereitung und Nutzung von Erfahrungswissen und Konsortialführer
- **Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg – Institut I, Bildung, Beruf und Medien**  
Identifizierung und Transfer von Erfahrungswissen
- **Berufsforschungs- und Beratungsinstitut für interdisziplinäre Technikgestaltung BIT e. V., Bochum**  
Gestaltungsempfehlungen zum belastungsoptimierten Einsatz von Assistenzsystemen
- **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA, Dortmund**  
Konzeptentwicklung zum lernförderlichen Einsatz von Smart Devices und Evaluation
- **thyssenkrupp Steel Europe AG, Duisburg**  
Lösungen für Steuerungs- und Instandhaltungstätigkeiten in der Bandverarbeitung
- **Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH, Duisburg**  
Mobile Assistenzsysteme für die Durchführung hoch sicherheitsrelevanter Instandhaltungsmaßnahmen
- **ISM Ingenieurbüro Kirschbaum, Neukirchen-Vluyn**  
Planung und Entwicklung von Engineering-Modellen und Integration in die Assistenzlösungen
- **Wellmann Sicherheitstechnik GmbH & Co. KG, Hamminkeln**  
Unternehmensübergreifendes Assistenzsystem für die Gebäudesicherheitstechnik

## Literatur

1. Zinnen H (2006) Wissensmanagement und betriebliches Lernen Eine Bestandsaufnahme in Ausbildungsbetrieben mit Tipps für die Praxis. wbv. Bielefeld
2. Hacker W, Skell W (Hrsg) (1993) Lernen in der Arbeit. Bundesinstitut für Berufsbildung, Berlin
3. Lave J, Wenger E (1991) situated learning: legitimate peripheral participation. Cambridge University Press, Cambridge
4. Wenger EC, Snyder WM (2000) Communities of practice: the organizational frontier. Harvard Bus Rev 78:139–145
5. Wenger E, McDermott R, Snyder WM (2002) Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge. Harvard Business School Press, Boston

**Open Access** Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

