



USE CASES
IM EXPERIMENTIERRAUM KI-LIAS

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Abstract	1
Einleitung	3
Use Case Beschreibungen	4
Lessons Learned	14
Quellen	15

IMPRESSUM

Calvin Kuhn*, Werkzeugmaschinenlabor WZL,
RWTH Aachen University, D-52074 Aachen

Stefan Kokorski, FIR an der RWTH Aachen, D-52074 Aachen

Michael Kranz, Fabian Willemsen,
Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University, D-52062
Aachen

* für weiteren Kontakt: c.kuhn@wzl.rwth-aachen.de

Verfügbar über den Dokumentenserver der
RWTH Aachen University:
DOI: 10.18154/RWTH-2024-02983

Dieses Werk wurde unter der Lizenz „Creative Commons
Namensnennung 4.0 International“ (CC BY 4.0) veröffentlicht.
Den rechtsverbindlichen Lizenzvertrag finden Sie unter:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Ausgenommen von der Lizenz sind alle Logos und Abbildungen.

Juli 2024

ABSTRACT

Mit den technologischen Fortschritten auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz (KI) steigt die Anzahl an produzierenden Unternehmen, welche Anwendungen der KI in der eigenen Produktion einführen. Diese KI-Anwendungen werden häufig als Assistenzsysteme für die Mitarbeitenden in der Produktion ausgestaltet, welche bei der Informationsbereitstellung und Entscheidungsfindung unterstützen. Aufgrund des assistierenden Charakter von KI-Anwendungen ist die Akzeptanz der KI-Anwendungen durch den Nutzenden ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die erfolgreiche Anwendung der KI-Anwendung in den operativen Betrieb. Die Akzeptanz der KI-Anwendungen wird wesentlich während des Entwicklungs- und Einführungsprozesses der KI-Anwendungen beeinflusst.

Der Experimentierraum KI-LIAS hatte das Ziel, den Entwicklungs- und Einführungsprozess von KI-Anwendungen in der produzierenden Industrie hinsichtlich der Gestaltung der Akzeptanz der KI-Anwendung durch die Nutzenden zu begleiten. Hierzu wurde über einen Zeitraum von drei Jahren sieben Unternehmen bei der Einführung von KI-Anwendungen begleitet. Die vorliegende Veröffentlichung stellt die entwickelten KI-Anwendungen dar sowie die Erfahrungen, welche bei der Einwicklung und Einführung der KI-Anwendungen jeweils erlangt werden konnten.

Keywords: Künstliche Intelligenz, Assistenzsysteme, Akzeptanz, Partizipation, Produktion, Entwicklung, Einführung

1 EINLEITUNG

In den letzten Jahren gab es eine stetige Zunahme in der Anwendung von künstlicher Intelligenz (KI) in der produzierenden Industrie (IDG, 2021). KI beinhaltet dabei ein erhebliches Potential, verursacht jedoch zum Teil noch unbekannte Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen und auf die Gestaltung der Arbeitswelt im Allgemeinen. Die Anwendung von KI wirkt sich dabei auf die Arbeits- und Beschäftigungssituation vieler Beschäftigter aus (Scheuer, 2020). Die partizipative Gestaltung von Projekten zur Einführung von KI scheint zum erfolgreichen Einsatz von KI entscheidend beizutragen (Kuhn et al., 2024).

Der Lern- und Experimentierraum KI-LIAS (Künstliche Intelligenz für lernförderliche industrielle Assistenzsysteme) der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA), gefördert vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), hatte das Ziel, ein Vorgehen zur akzeptanzbasierten und partizipativen Entwicklung und Einführung von KI-Anwendungen in der produzierenden Industrie zu entwickeln. Im Rahmen des Experimentierraumes KI-LIAS wurden sieben Anwendungscluster gebildet, in denen Unternehmen der produzierenden Industrie bei der Entwicklung und Einführung von KI-Anwendungen begleitet wurden.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Anwendungscluster dargestellt, sowie der Fortschritt der entwickelten KI-Anwendungen dargestellt. Zudem werden die Auswirkungen des beobachteten Entwicklungsprozesses auf die Akzeptanz und Anwendung der entwickelten KI-Anwendung in der Praxis dokumentiert. Die in den Anwendungsclustern gesammelten Erkenntnisse wurden in einen Praxisleitfaden zur Einführung von KI dokumentiert und veröffentlicht (Kuhn et al., 2024).

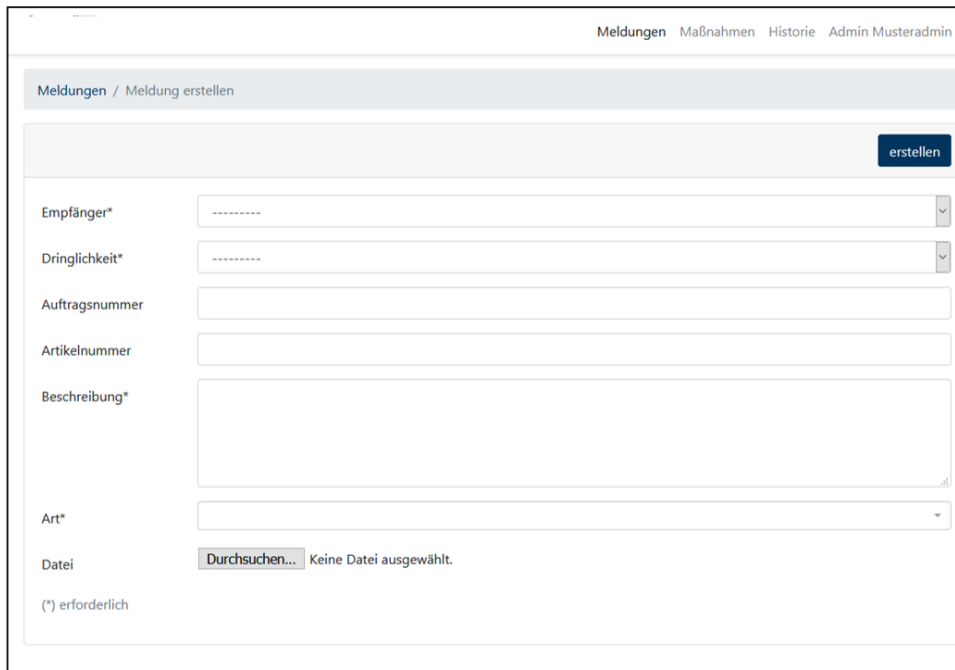
2 USE CASE BESCHREIBUNGEN

2.1 FEEDBACK-TOOL

Das im Experimentierraum beteiligte Unternehmen hat für den Fall auftretender Probleme in der Produktion einen etablierten Prozess, bei dem die Probleme per E-Mail gemeldet werden. Diese Probleme umfassen beispielsweise Fehlbestände, mangelnde Etikettierung oder die Notwendigkeit zur Wiederholung eines Auftrags aufgrund von Qualitätsabweichungen. Die Probleme werden im täglichen Geschäft behoben und die Lösungsmaßnahme wird durch eine weitere E-Mail gemeldet. Der bestehende Prozess hat den Zweck, eine Übersicht über Probleme sowie zugehörige Maßnahmen zu schaffen. Dieser Zweck kann derzeit nicht erfüllt werden, da die Vielzahl an Meldungen im Fließtext eine inhomogene Datenmenge darstellt, welche nicht durch einfache Methoden der Datenauswertung verarbeitet werden können. Somit konnten Maßnahmen, die sich bereits bei der Lösung gleicher oder ähnlicher Probleme bewährt hatten, meist nicht identifiziert werden.

Die entwickelte KI-Anwendung hat den Zweck, Meldungen über Probleme auszuwerten und automatisiert Lösungen vorzuschlagen. Um diesen Zweck zu erfüllen, wird die bestehende Datenbasis aus Meldungen und Maßnahmen ausgewertet und gruppiert. Meldungen mit ähnlichen Worten werden in einer Gruppe zusammengefasst. Da jede Meldung in einer Gruppe auch mit einer Maßnahme verbunden ist, entsteht eine breitere Datenbasis für Maßnahmen, welche bei der entsprechenden Gruppe zu Lösungen geführt hatten. Wird eine neue Meldung erstellt, so wird diese Meldung einer vorliegenden Gruppe an Meldungen durch die Textauswertung zugeordnet. Basierend auf dieser Zuordnung werden drei Maßnahmen vorgeschlagen, welche bei vergangenen Meldungen der zugeordneten Gruppe am häufigsten zu einer Lösung geführt haben.

In der Erstellung der Bedienoberflächen wurden UI Designer hinzugezogen, um eine möglichst gute Bedienbarkeit der Anwendung zu realisieren. Zur Abwicklung dieses Prozesses wurde eine Eingabemaske erstellt (Abbildung 1), welche verwendet wird, um neue Meldungen aufzunehmen.



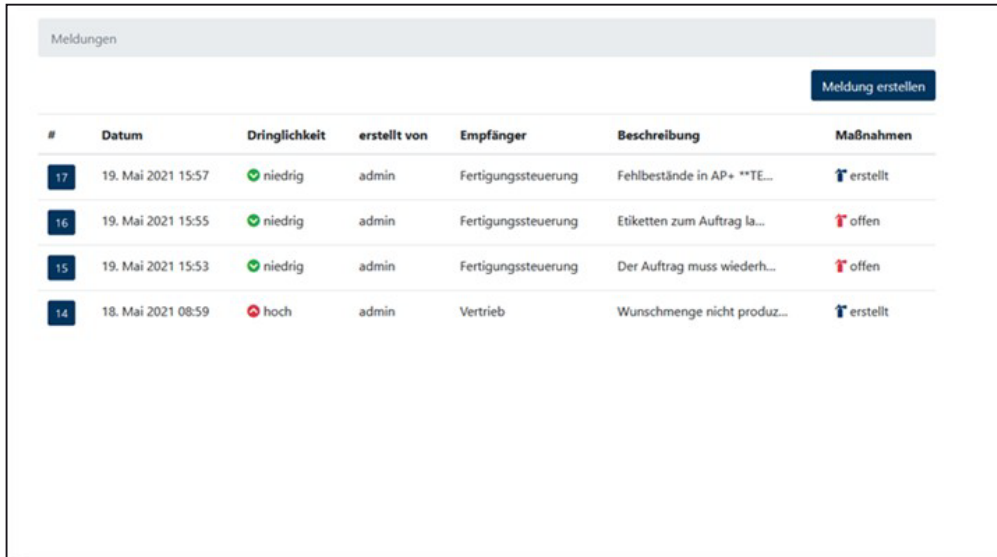
The screenshot shows a web application interface for creating a new report. At the top right, there are navigation links: 'Meldungen', 'Maßnahmen', 'Historie', and 'Admin Musteradmin'. Below this is a breadcrumb 'Meldungen / Meldung erstellen' and a blue 'erstellen' button. The form contains the following fields:

- Empfänger***: A dropdown menu with a dashed line placeholder.
- Dringlichkeit***: A dropdown menu with a dashed line placeholder.
- Auftragsnummer**: A text input field.
- Artikelnummer**: A text input field.
- Beschreibung***: A large text area for entering details.
- Art***: A dropdown menu.
- Datei**: A file upload field with a 'Durchsuchen...' button and the text 'Keine Datei ausgewählt.'

A note at the bottom left indicates '(*) erforderlich'.

Abbildung 1: Darstellung der Eingabemaske zur Erstellung einer neuen Meldung

Die so erstellten Meldungen wurden in einer weiteren Übersicht gesammelt dargestellt, welche als Übersicht für die Produktionssteuerung dient (Abbildung 2).



#	Datum	Dringlichkeit	erstellt von	Empfänger	Beschreibung	Maßnahmen
17	19. Mai 2021 15:57	niedrig	admin	Fertigungssteuerung	Fehlbestände in AP+ **TE...	erstellt
16	19. Mai 2021 15:55	niedrig	admin	Fertigungssteuerung	Etiketten zum Auftrag la...	offen
15	19. Mai 2021 15:53	niedrig	admin	Fertigungssteuerung	Der Auftrag muss wiederh...	offen
14	18. Mai 2021 08:59	hoch	admin	Vertrieb	Wunschmenge nicht produz...	erstellt

Abbildung 2: Übersicht über Meldungen im Feedback Tool

Das Tool wurde eingeführt und wird operativ in der Produktion des beteiligten Unternehmens verwendet. Ein wesentlicher Beitrag zur akzeptierten Anwendung des Tools im Betrieb lieferte die bedienerfreundliche Gestaltung der grafischen Benutzeroberfläche. Im Zuge der Evaluierung teilten die Arbeitnehmer mit, dass der wahrgenommene Nutzen des Tools als hoch angesehen wird, was zur Akzeptanz des Systems beigetragen hat. Während des Entwicklungsprozesses des Tools wurden Prototypen entwickelt, welche schon in einem frühen Entwicklungsstadium durch Anwender in der Produktion getestet werden konnten. Die Anwender:innen hatten somit die Möglichkeit, die Weiterentwicklung und Gestaltung des Tools schon in einem frühen Entwicklungsstadium zu beeinflussen. In diesem Zuge wurde beispielsweise die Übersicht der offenen Meldungen erstellt, welche in Abbildung 2 zu sehen ist. In Zuge der Entwicklung der Übersicht sind die Darstellung und Anordnung der Elemente mehrere Iterationen durchlaufen. Durch die partizipative und iterative Entwicklung konnte ein Tool entwickelt werden, das laut eigener Aussage der Anwender:innen eine hohe Akzeptanz erzielen konnte und somit operativ in der Produktion Anwendung findet.

2.2 DATENBASIERTE KOSTENKALKULATION VON ENDPRODUKTEN

Im Experimentierraum KI-LIAS hatte eines der beteiligten Unternehmen die Kostenkalkulation der Endprodukte betrachtet. Hierzu existierte bereits eine Formel, die auf Erfahrungswerten basiert und das Verkaufspersonal bei Preisverhandlungen zu unterstützen. Das System, das bereits existiert, basiert auf dem Erfahrungswissen der gesamten Organisation, welches durch das Verkaufspersonal individuell angepasst werden kann. Dieses Erfahrungswissen ist in zweierlei Hinsicht problematisch. Die erste Schwierigkeit wird als spürbare Folge des Fachkräftemangels weniger Verkaufspersonal ausgebildet, während die Arbeitslast im Unternehmen sowie die Belastung durch Aufträge konstant bleibt. Dies führt zu einer Übernahme von Aufgaben durch bestehendes Personal, welches für den Verkauf qualifiziert werden muss und nicht auf den Erfahrungsschatz bestehender Mitarbeitenden aus dem Verkauf aufbauen kann. Die zweite Schwierigkeit des auf Erfahrungswissen basierenden Prozesses ist, dass die derzeitige Formel zur Kalkulationshilfe auf geschätzten Werten basiert, die durch Veränderungen in den Fertigungskosten, wie beispielsweise der Energie, nicht der aktuellen Kostenlage entsprechen.

Die entwickelte Lösung ist eine intelligente Datenanalyse, die einen tagesaktuellen Abgleich mit realen Produktionsdaten ermöglicht. Die Daten stammen aus der vorhandenen IT-Systemlandschaft des Unternehmens, beispielsweise aus dem Manufacturing Execution System (MES). Die Aufträge werden werkstoff-, werkstück- und zeitbasiert ausgelesen und mit den Mitarbeitenden der Produktion besprochen. Durch diese intelligente Datenanalyse kann die Preiskalkulation in monatlichen Treffen daten- statt erfahrungsbasiert überarbeitet werden, sodass die Auftragskalkulation den tatsächlichen Kosten angenähert werden. Weiterhin konnten Produkte identifiziert werden, die zu einem nachteiligen Preis verkauft wurden. Basierend auf der Datenanalyse fällt es auch ungeschultem Personal leichter, Aufträge zu kalkulieren. Die Ergebnisse der Auswertung sind in Abbildung 3 dargestellt und zeigen Ausschnitte der werkstoff- und zeitbasierten Analyse.



Abbildung 3: Materialbasierte Auswertung (links) und zeitbasierte Auswertung (rechts)

Das Unternehmen hat mehrere Ideen in den Experimentierraum eingebracht. Unter anderem sollte die Personaleinsatzplanung auf Basis der Daten genauer prognostiziert werden. Auf Basis der vorhandenen Daten war dies zum Zeitpunkt der Projektdurchführung nicht möglich. Im Projekt wurde festgestellt, dass verschiedene Funktionalitäten wie Personalplanung und Kostenkalkulation derselben Lösung dem Unternehmen weiterhelfen und die Lösung sukzessive erweitert werden kann. Es wurde ebenfalls ersichtlich, dass die Erfahrungswerte den durch die KI-Anwendung empirisch ermittelten Werten mit einer geringen Abweichung entsprechen. Die Einbindung erfahrener Mitarbeitender in die Entwicklung und Auswertung der Lösung konnte somit evaluiert werden.

Durch das partizipative Vorgehen und den Abgleich mit den Erfahrungen der Mitarbeitenden in Besprechungen hat die Lösung die Akzeptanz gefördert. Die Datenbasis soll in Zukunft erweitert werden, um genauere Kalkulationen zu ermöglichen und weitere Funktionalitäten wie eine effizientere Personalplanung zu erfüllen.

2.3 ONLINE-DOKUMENTATIONSWERKZEUG VON SERVICEAUFTRÄGEN

Das im Experimentierraum beteiligte Unternehmen hat die Dokumentation seiner Serviceaufträge im Fall einer Instandhaltung ihrer Produkte bei Kundenunternehmen manuell dokumentiert. Die Serviceaufträge wurden von Service-Techniker:innen nach Kundenunternehmen, Datum und Tätigkeit erfasst und beschrieben. Rechnungslegung und Archivierung erfolgten auf Basis dieser Daten manuell. Der manuelle Prozess der Dokumentation, Rechnungslegung und Archivierung war zeitaufwändig, erschwerte die aggregierte Auswertung der erfassten Daten und war aufgrund von Mehrfachangaben fehleranfällig.

Um diese Probleme zu adressieren, wurde ein Online-Tool entwickelt, welches Service-Techniker:innen ermöglicht, ihre Einsätze digital zu dokumentieren und die Arbeitszeit beim Kundenunternehmen zu erfassen. Für den Use Case wurden Handscanner und mobile Tablets beschafft, damit die entwickelte Lösung im Einsatz beim Kundenunternehmen genutzt werden kann. Die Dokumentation ermöglicht zudem eine nahtlose Rechnungslegung und Archivierung. Mehrfacheingaben werden vermieden. Weiterhin können mit der digitalen Lösung basierend auf Analysen der Datenbasis Effizienzen identifiziert werden. Dies ermöglicht es, zukünftig Synergien zwischen Service und Vertrieb zu erkennen oder kundenspezifische Produktvorschläge zu unterbreiten. Die Datenbank ist in Abbildung 4 anonymisiert dargestellt.

der Lagerung ermittelt werden. Eine tabellarische und grafische Darstellung der Datenauswertungen ist in Abbildung 5 dargestellt.

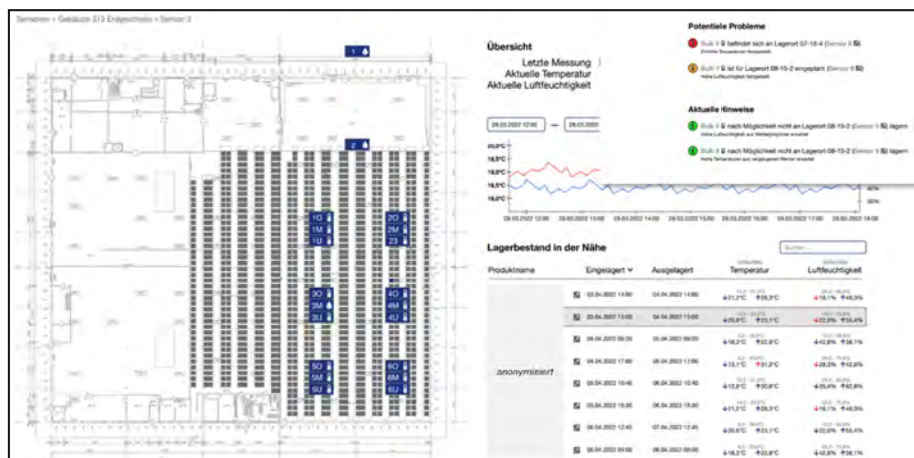


Abbildung 5: Übersicht über Oberflächen im Tool zur Temperaturüberwachung von Materialien

Die im Laufe des Experimentierraumes KI-Lias gesammelte Datenmenge war nicht ausreichend, um einen KI-Algorithmus zu trainieren. Obwohl durch die beständige Temperatureaufnahme eine hohe Anzahl an Messpunkten für die Temperaturverläufe aufgenommen werden konnten, war die Anzahl der Datenpunkte von Ein- und Auslagerungen sowie Datenpunkten von Mängeln in der Qualität nicht ausreichend, um basierend darauf Rückschlüsse auf die Einflüsse von der Temperatur auf die Qualität zu erzielen. Zudem wurde die Komplexität der Problemstellung unterschätzt, da die Anzahl möglicher Wirkbeziehungen es erschwerten, die Daten kausal zu interpretieren.

Da keine abschließenden Ergebnisse generiert werden konnten, fand die Anwendung keine hohe Akzeptanz unter den Anwender:innen. Stattdessen wurde das Pflegen der Anwendung als zusätzlicher Arbeitsaufwand ohne Mehrwert für den Aufgabenbereich der Anwender:innen angesehen. Im Verlauf des Projektes wurde das projektverantwortliche Personal seitens des Anwendungsunternehmens häufig geändert, so dass die Einarbeitung zu weiterem Verzug geführt hat. Die bisher ungenügende Datenbasis ist zudem auf die Herausforderung zurückzuführen, mehrere Datenquellen miteinander zu verknüpfen. Insgesamt konnte die Anwendung während des Experimentierraumes nicht wertschöpfend in die Praxis umgesetzt werden, da die Datenbasis nicht ausreichte, um die Ziele zu erreichen.

2.5 FEHLERANALYSE UND -PROGNOSE IN DER ENDMONTAGE

In diesem Use-Case wird im Bereich der Endmontage der Einsatz von KI-basierten Technologien zur Fehleranalyse und -prognose betrachtet, mit dem Ziel, die Schichtleitung zu unterstützen. In der Verantwortung der Schichtleitung liegt die Sicherstellung von Qualitätsstandards und die Überwachung und Steuerung der Montageprozesse, damit die Produktionsziele erreicht werden. Eine Herausforderung besteht darin, dass trotz sorgfältiger Planung und Überwachung Fehler und Störungen während der Montage auftreten können, die zu Produktionsausfällen, Qualitätsmängeln oder Verzögerungen führen. Die Behebung dieser Probleme erfordert häufig zeitaufwändige und ineffiziente manuelle Analysen, die zu langen Reaktionszeiten führen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass bestimmte Fehlermuster oder Trends unentdeckt bleiben, was langfristig die Produktivität und Qualität beeinträchtigen kann. Ein zusätzliches Problem entsteht durch die Produktion in verschiedenen Schichten und Linien, weil bislang auch kein Austausch zu entdeckten Fehlermustern zwischen den Schichtleitungen stattfindet.

Im Rahmen des Experimentierraums wurde partizipativ mit der Schichtleitung eine KI-basierte Softwarelösung geplant, die die Fehleranalyse und -prognose in der Endmontage unterstützen sollte. Die entstandene Anwendung sammelt kontinuierlich Echtzeitdaten aus den Montageprozessen und soll automatisch anomale Muster oder potenzielle Fehlerquellen identifizieren. Im aktuellen Stand bereitet die Software die verschiedenen Daten übersichtlich für die Schichtleitung auf und stellt anpassbare Berichte und Auswertungen der Daten bereit. Im Laufe des Experimentierraums konnten zwar die Voraussetzungen für den Einsatz einer KI geschaffen werden, die Integration ins Tool konnte allerdings nicht mehr realisiert werden, da weder die unternehmensseitig bereitgestellten IT-Kapazitäten noch die in der Projektendphase noch verfügbaren KI-Entwicklungskapazitäten ausreichten. Perspektivisch soll das Unterstützungssystem nach der Projektlaufzeit dahingehend weiterentwickelt werden, dass es basierend auf den Prozessdaten Prognosen generiert, die der Schichtleitung helfen, potenzielle Probleme frühzeitig zu erkennen und zu beheben, bestenfalls sogar zu vermeiden.

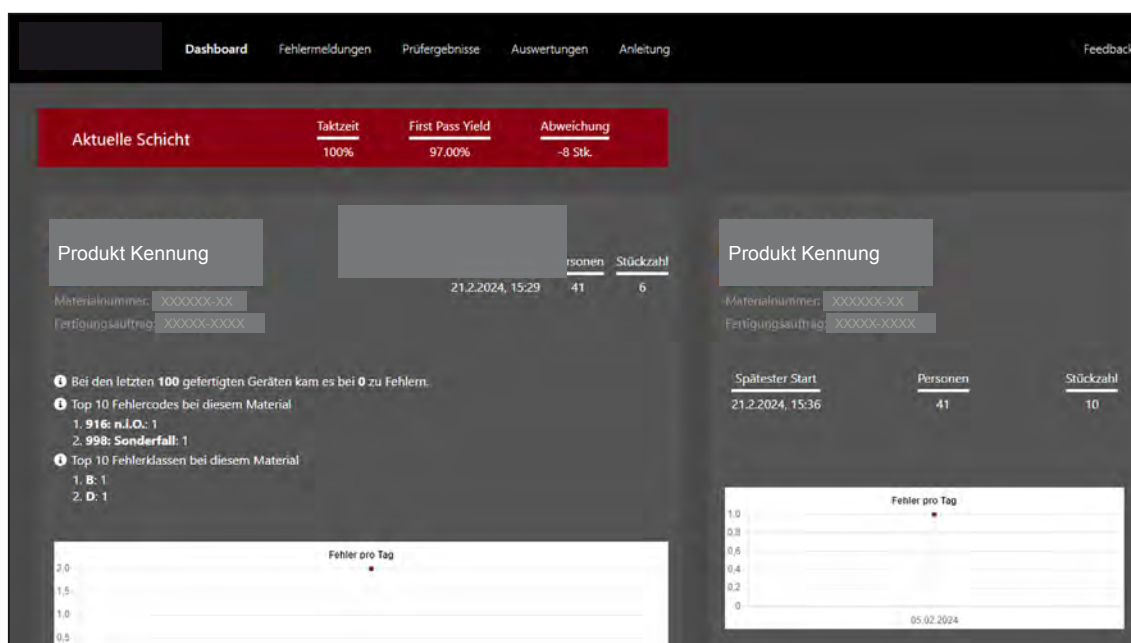


Abbildung 6: Dashboard des Unterstützungstools zur Fehleranalyse und Fehlerprognose

Im Projekt hat sich gezeigt, dass das entwickelte Unterstützungstool auch ohne den Einsatz von KI bereits einen Mehrwert bietet und dazu beiträgt, die Digitalisierung im betrachteten Unternehmen voranzutreiben. Die Fähigkeit zur kontinuierlichen Analyse von Produktionsdaten ermöglicht es der Schichtleitung schon jetzt, schneller und effektiver potenzielle Probleme zu identifizieren und proaktiv Maßnahmen zu ergreifen, um Ausfälle oder Qualitätsmängel zu minimieren. Die Einbindung der Schichtleitung bei der Identifikation des Use Cases führte dazu, dass wichtige Herausforderungen und Anforderungen thematisiert wurden und frühzeitig Akzeptanz für das Vorhaben geschaffen werden konnte. Schließlich führt die Nutzung des Tools nicht nur zu einer Steigerung der Prozesssicherheit, sondern auch zu Zeitersparnissen, die für die Schichtleitung auch eine Entlastung darstellen. Darüber hinaus wurde deutlich, dass die bloße Menge an verfügbaren Daten nicht automatisch bedeutet, dass eine betrieblich interessante Problemstellung mit Hilfe von KI gelöst werden kann. Es müssen vielmehr die für die Fragestellung relevanten Daten in ausreichender Qualität vorliegen. In vergleichbaren Vorhaben sollte frühzeitig ein Data Engineer bzw. Data Scientist zwischen der Fachabteilung des Use Cases und dem KI-Entwicklungspartner vermitteln, um die Passung von Fragestellungen und Datengrundlage zu prüfen.

2.6 PROGNOSEBASIERTE KALKULATION VON SERVICEAUFTRÄGEN

Das Unternehmen im Experimentierraum KI-LIAS sieht sich aufgrund seines Geschäftsumfelds mit stark divergierenden Serviceaufträgen konfrontiert, was die Rechnungslegung erheblich erschwert. Mitarbeitende sind derzeit darauf angewiesen, Rechnungen auf Basis ihrer Erfahrungswerte zu erstellen, wobei eine hohe Expertise erforderlich ist. Dies führt zu einer langen Einarbeitungszeit für Mitarbeiter:innen im Vertrieb und in der Rechnungslegung. Zudem kommt es häufig zu Fehlkalkulationen, da die tatsächlichen Tätigkeiten die ursprünglich veranschlagte Zeit überschreiten.

Ein KI-basiertes System sollte Abhilfe schaffen, indem es ermöglicht, Preise auf Basis historischer Daten zu kalkulieren. Im Zuge der Entwicklung wurde deutlich, dass die Datenbasis für diesen Ansatz nicht ausreichend war, da die Servicefälle zu unterschiedlich waren und die Stammdaten darüber hinaus nicht sorgfältig gepflegt wurden. Aus diesem Grund wurde innerhalb der Projektlaufzeit das Projektziel geändert, mit dem neuen Ziel, eine Struktur für die systematische Pflege der Daten aufzusetzen. Auf Basis der vorhandenen Daten konnten Korrelationen identifiziert werden, die anschließend mit Hilfe des Personals qualitativ validiert wurden.

Die Pflege der Datenbasis steht im Zentrum weiterer Bemühungen, KI im Unternehmen zu implementieren. Auch in diesem Projekt wurde das Personal gewechselt, was eine erneute Einarbeitung erforderlich machte. Dem ursprünglich identifizierten Anwendungsfall wird auch zukünftig ein hohes Potenzial zugeschrieben, weshalb die Idee im Unternehmen weiterverfolgt wird, dessen Grundlagen in diesem Projekt geschaffen worden sind.

2.7 WERKERASSISTENZSYSTEM IN DER ENDMONTAGE

Der in diesem Abschnitt beschriebene Use Case betrifft die Unterstützung von Werker:innen in der Einzel- und Serienmontage. Die Arbeitsinhalte werden mit unterschiedlichen Betriebsmitteln ausgeführt und durch eine Montageanleitung unterstützt. Die Montageanleitung wird entweder in physischer Form oder digital auf Bildschirmen den Werker:innen zur Verfügung gestellt.

In diesem Use Case wurden zwei Problemstellungen betrachtet. Zum einen werden die Anleitungen, jeweils ein PDF-Dokument, von der Montageleitung erstellt. Aufgrund des Fehlens von standardisierten Richtlinien ist die Erstellung von Montageanleitungen ein zeitaufwändiger Prozess, welcher nicht direkt wertschöpfend ist. Besonders bei Unikaten erfordert dies eine Einzelanfertigung von Anleitungen, die nur einmal Verwendung finden.

Zum anderen stellt die nicht-standardisierte Struktur der Dokumente eine Herausforderung dar, da wichtige Informationen möglicherweise fehlen, welche als implizites Wissen bei der Montageleitung vorhanden sind und bei den Werker:innen ggf. fälschlicherweise vorausgesetzt werden. Darüber hinaus variieren die Qualifikationen und Wissensstände der Montagebeschäftigten, was dazu führen kann, dass Anleitungen entweder zu umfangreich für hochqualifiziertes Personal oder zu knapp für weniger erfahrene Mitarbeitende sind.

Die genannten Schwierigkeiten bei der Erstellung und Strukturierung von Montageanleitungen stellen eine ineffiziente Arbeitsweise dar und können zu Qualitätsmängeln sowie Produktionsverzögerungen führen. Zusätzlich erfordert die heterogene Qualifikationsstruktur des Montagepersonals eine maßgeschneiderte Herangehensweise, um sicherzustellen, dass alle Mitarbeitenden angemessen unterstützt werden und ihre Aufgaben effektiv erfüllen können.

Im Rahmen des Projekts KI-LIAS wurde ein Assistenzsystem entwickelt, welches das Ziel verfolgte, die Arbeit effizienter und menschengerechter zu gestalten. Das Assistenzsystem unterstützt bei der Erstellung und Bereitstellung standardisierter Montageanleitungen, die anschließend sowohl durch Anpassungen der Nutzenden als auch mit Hilfe intelligenter Algorithmen optimiert werden können. Das Assistenzsystem wurde als Webapplikation konzipiert, um eine plattformübergreifende Nutzung zu ermöglichen und unabhängig von systemseitigen Änderungen zu bleiben. Für den Pilotbetrieb wurde ein Montagewagen mit allen erforderlichen Betriebsmitteln und einem Tablet ausgestattet, auf dem die Anwendung läuft.

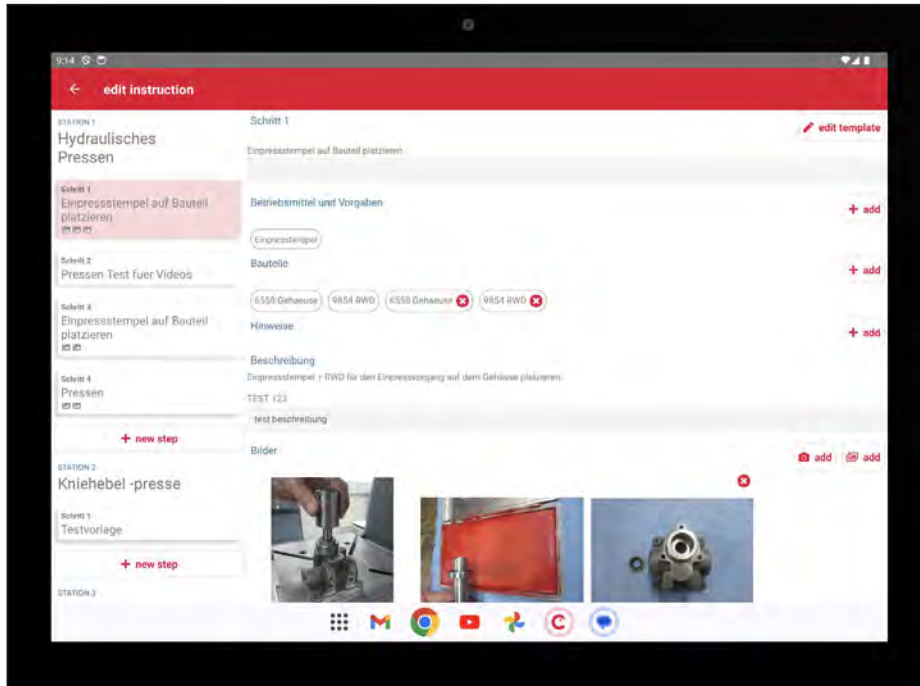


Abbildung 7: GUI des Werkerassistenzsystems für die Endmontage

In diesem Use Case hat es sich als entscheidend erwiesen, sowohl die Bedürfnisse der Montageleitung nach einem vereinfachten Prozess der Montageanleitungserstellung als auch die – abhängig vom Qualifikationsniveau vielfältigen Anforderungen der Mitarbeitenden angemessen zu berücksichtigen, um eine optimale Unterstützung im Bereich der Montage zu gewährleisten. Mit den im Projekt zur Verfügung stehenden Entwicklungskapazitäten konnte ein Großteil der Anforderungen durch geeignete Systemfunktionalitäten umgesetzt werden. Die intelligente, automatisierte Anpassung des Systems an den Qualifikationsstand der Werker:innen steht allerdings noch aus, sodass das Assistenzsystem zum Projektende vorrangig zur Anlernung von neuen, unerfahrenen Werker:innen eingesetzt wird. Eine auch von erfahrenen Mitarbeiter:innen akzeptierte Nutzung des Assistenzsystems im Serienbetrieb setzt eine Weiterentwicklung in Richtung einer höheren, intelligent unterstützten Systemadaptivität voraus.

2.8 QUALITÄTSPARAMETER IN DER FERTIGUNG

Der hier beschriebene Use Case betrifft die Erfassung, Analyse und Prognose von Qualitätsparametern in der Fertigung. Betrachtet wurde ein Prozess zur Herstellung von Hochpräzisionsteilen. Die zum Einsatz kommenden CNC-Bearbeitungszentren werden von Einrichter:innen vorbereitet, während die Bearbeitung der Fertigungsaufträge von Bediener:innen übernommen wird. Ein wesentlicher Schritt des Prozesses ist die Prüfung der Werkstücke an einer CNC-Messmaschine, die sowohl während der Einrichtung nach jedem Arbeitsschritt als auch während der Bearbeitung des Fertigungsauftrags in regelmäßigen Zeitabständen erfolgt.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden in Form von papierbasierten Prüfprotokollen ausgegeben und in ausgedruckter Form am Arbeitsplatz analysiert. In diesem Analyseprozess werden vor allem Abweichungen vom Soll-Wert außerhalb des Toleranzbereichs festgestellt, wenn diese bereits passiert sind, was vermieden werden sollte. Zusätzlich erfordert die Einstellung der Maschinen ein spezifisches Erfahrungswissen, das oft nur durch direktes Nachfragen bei erfahrenen Mitarbeitenden erhalten werden kann. Die Ursachen für Toleranzabweichungen sowie die Lösungen zur Behebung dieser Probleme werden nicht systematisch dokumentiert, was zu einer mangelnden Nachhaltigkeit des Prozesswissens sowie zu Zeitverlust führt.

Im Projekt KI-LIAS wurde eine Softwareanwendung konzipiert und entwickelt, mit deren Hilfe die Daten aus den Prüfprotokollen strukturiert und Toleranzabweichungen sowie Trends automatisch identifiziert und markiert werden. Darüber hinaus ermöglicht die Anwendung den Mitarbeitenden, sowohl die Ursachen für die Toleranzabweichungen als auch die erfolgreich angewandten Lösungsansätze digital zu erfassen. Basierend auf diesen Einträgen und den Messdaten soll zukünftig eine KI trainiert werden, die proaktiv die Einstellungen der CNC-Maschinen für zukünftige Toleranzabweichungen vorschlägt. Die Software wurde als anpassbare Web-Anwendung entwickelt, die eine nahtlose Integration in die Arbeitsumgebung der Mitarbeitenden in der Fertigung ermöglicht.

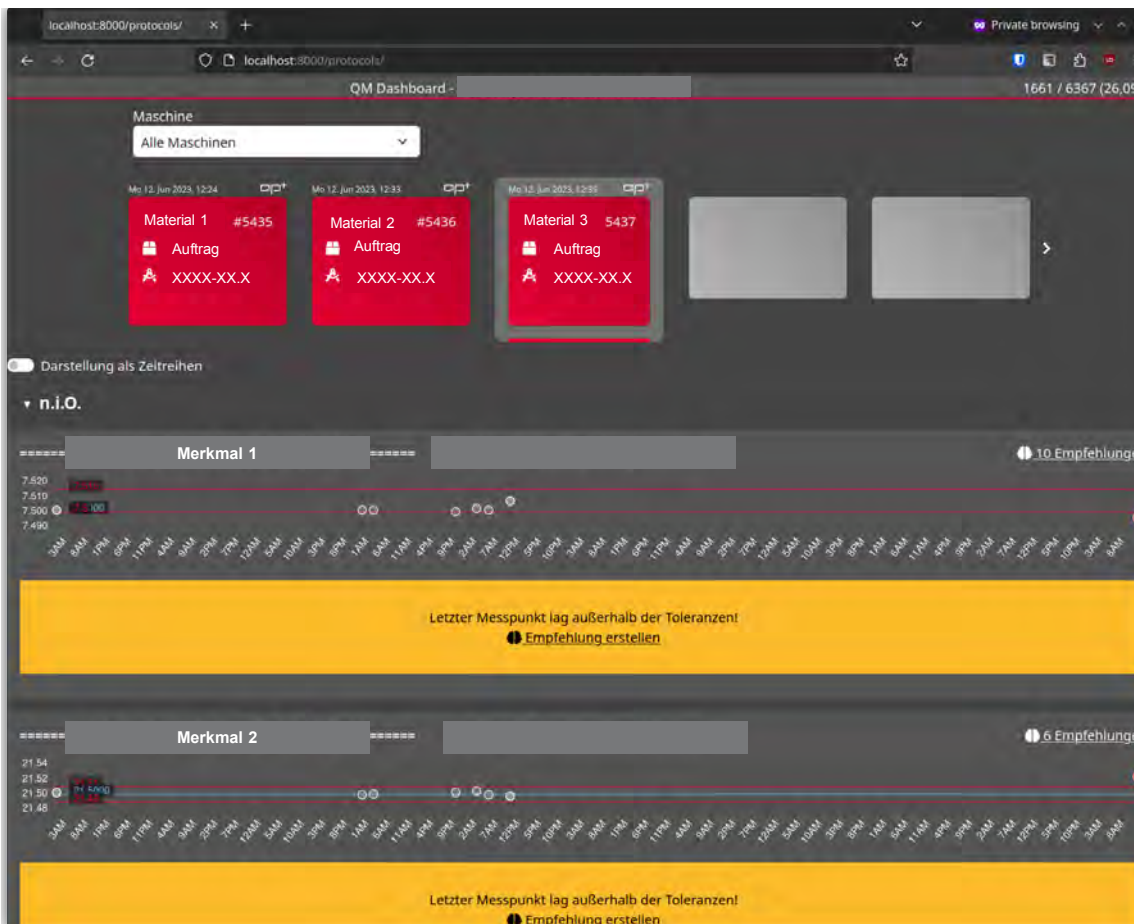


Abbildung 8: GUI der Qualitätsparameterüberwachung

Dieser Ansatz demonstriert die Effektivität einer datengetriebenen Lösung zur Optimierung von Qualitätskontrollprozessen in der Fertigungsindustrie. Durch die systematische Erfassung und Analyse von Prüfdaten in Echtzeit können potenzielle Qualitätsprobleme frühzeitig erkannt und behoben werden, wodurch nicht nur die Produktqualität verbessert, sondern auch die Effizienz der Fertigungsprozesse gesteigert werden kann. Darüber hinaus unterstreicht dieser Use Case die Bedeutung einer kontinuierlichen Wissensdokumentation und -weitergabe, um die Abhängigkeit von individuellem Erfahrungswissen zu reduzieren und die Gesamtleistung des Fertigungssystems langfristig zu optimieren. Die Wissensdokumentation bedeutet

allerdings, dass höherqualifizierte oder erfahrene Mitarbeitende bei der Einführung eines solchen Systems zunächst einen Mehraufwand haben, während neue oder weniger qualifizierte Mitarbeitende von dem System profitieren und entlastet werden. Die Akzeptanz der erfahreneren Mitarbeitenden lässt sich ggf. positiv beeinflussen, wenn Vorteile wie die Reduzierung von ungeplanten Arbeitsunterbrechungen durch unerfahrene Mitarbeitende und die Unterstützung der komplexen Entscheidungsfindung durch eine KI von Beginn an kommuniziert werden.

3 LESSONS LEARNED

In dieser Publikation wurden die im Forschungsprojekt KI-LIAS durch die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH entwickelten Assistenzsysteme vorgestellt. Eine Erkenntnis aus den begleiteten Entwicklungs- und Einführungsprozessen besteht darin, dass die Automatisierung von Problemlösungen effizient sein kann, jedoch die Qualität und Verfügbarkeit von Daten eine kritische Rolle spielen. Probleme treten u. a. auf, wenn die Datenqualität nicht ausreichend ist oder wenn der Implementierungsprozess aufgrund der vielfältigen und hohen Anforderungen an die Systemfunktionalitäten sehr komplex und zeitaufwändig ist. Letzteres erweist sich als besonders kritisch in Vorhaben, die hinsichtlich ihrer Laufzeit und der verfügbaren Entwicklungskapazitäten begrenzt sind. Im Bereich der Daten zeigte sich zudem, dass die erfolgreiche Anwendung von intelligenten Systemen nicht nur von der Quantität der Daten abhängt, sondern auch von der Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Daten. Diesbezüglich bietet sich das Hinzuziehen von Datenexperten wie Data Analysts und Data Engineers an, die zwischen Kunden und Entwicklern vermitteln.

In einigen Fällen zeigte sich, dass die Akzeptanz von neuen Technologien eine Herausforderung darstellen kann, insbesondere wenn sie bestehende Arbeitsabläufe verändern. Zudem wurde im Projekt deutlich, dass die erfolgreiche Implementierung solcher Systeme eine sorgfältige Planung, kurzzyklische Anpassung und enge Einbindung der Beschäftigten erfordert, um die Bedürfnisse der Nutzenden zu erfüllen und eine reibungslose Integration in bestehende Arbeitsabläufe zu gewährleisten. Bei den Use Cases, in denen ein partizipativer Entwicklungsprozess umgesetzt wurde, konnte eine hohe Akzeptanz des jeweiligen Assistenzsystems beobachtet werden. Gerade der Einsatz von Prototypen und die Etablierung einer Feedbackfunktion hatten einen positiven Effekt auf die Akzeptanz der Anwender:innen, da ihre konkreten Bedürfnisse adressiert und in den Assistenzsystemen umgesetzt werden konnten.

Der Erfolg intelligenter Anwendungen hängt nicht nur von der Technologie selbst, sondern auch von verschiedenen unternehmensseitig geschaffenen Rahmenbedingungen, wie der Datensicherheit, einer Betriebsvereinbarung der Datennutzung, der Förderung einer Wissens- und Fehlerkultur sowie der Bereitstellung von Ressourcen und Kapazitäten ab.

Insgesamt zeigen die Demonstratoren, dass der Einsatz intelligenter Assistenzsysteme ein großes Potenzial bietet, betriebliche Abläufe zu optimieren und Effizienzsteigerungen zu erzielen. Dabei zeigen die Use Cases, dass nicht erst durch die Integration von KI eine Steigerung der Produktivität und Effizienz zu erwarten ist, sondern bereits Auswertungen von Produktionsdaten, Fehleranalysen sowie Kalkulationsunterstützungen einen Mehrwert bieten und zu Zeitersparnissen führen. Allerdings ist eine sorgfältige Planung, die Berücksichtigung der Nutzerakzeptanz und eine kontinuierliche Verbesserung entscheidend für den Erfolg solcher Projekte.

QUELLEN

1. IDG (2021). Machine Learning 2021.
2. Kuhn, C., Kokorski, S. & Kranz, M. (2024). Praxisleitfaden zur akzeptanzförderlichen Einführung von KI-Anwendungen in produzierenden Unternehmen. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-01353>
3. Scheuer, D. (2020). Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz: Grundlagen intelligenter KI-Assistenten und deren vertrauensvolle Nutzung. Research. Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-29526-4>