

VON DER THEORIE IN DIE PRAXIS

Pilotierte KI-Anwendungen des Projekts KMI



Vorwort

Künstliche Intelligenz ist mittlerweile aus kaum einem gesellschaftlichen Diskurs mehr wegzudenken. Sie ist zur Projektionsfläche unserer kollektiven Utopien wie Dystopien geworden – schwebend zwischen Marketing-Heilsversprechen und offener Ablehnung, zwischen Zukunftseuphorie und Kontrollverlustangst. Was dabei häufig verloren geht, ist der nüchterne Blick auf das, was sich hinter diesem großen Begriff tatsächlich verbirgt und was technische Lösungen im Einzelfall bewirken können.

Wie jede Technologie entspringen auch die Methoden und technischen Artefakte der Künstlichen Intelligenz keinem spontanen Entwicklungssprung, sondern einer langen Tradition der Mathematik, Statistik und Informatik. Die zunehmende methodische Komplexität, die Undurchdringbarkeit und Menge der ihr zugrundeliegenden Daten sowie die steigende Autonomie der Systeme verführen dazu, Künstliche Intelligenz zu mystifizieren – und dabei den eigenen Handlungsspielraum aus dem Blick zu verlieren. Technologie passiert uns nicht einfach. Sie wird gemacht, eingesetzt und verantwortet – von Menschen, in Organisationen und mit konkreten Zielen.

Die vorliegende Broschüre ist kein Teil des großen KI-Diskurses. Sie ist die Dokumentation einer Gestaltungsarbeit: die Erfahrungen ambitionierter Unternehmen, die sich seit Anfang 2022 auf den Weg gemacht haben, Methoden der Künstlichen Intelligenz sinnstiftend und wissenschaftlich begleitet in ihre Organisation einzubetten – mit den Menschen, nicht an ihnen vorbei.

Wir, die wissenschaftlichen Partner und Praxispartner des Kompetenzzentrums KMI, haben damit begonnen, lange bevor die große Welle der generativen KI-Systeme anrollte und lange bevor „Agentisierung“ zum Schlagwort wurde. Unsere Ansätze waren von Anfang an nicht technologiegetrieben, sondern zielgeleitet: Wo entsteht echter Mehrwert? Welche Prozesse profitieren von KI-Unterstützung und wo liegen Grenzen? Wie können Mitarbeitende zu aktiven Gestalterinnen und Gestaltern dieser Transformation werden?

Die Antworten, die wir in diesem Prozess gemeinsam mit den Unternehmen erarbeitet haben, sind so unterschiedlich wie die Organisationen selbst. Und genau das ist die eigentliche Botschaft dieser Broschüre: Es gibt keinen Königsweg, aber es gibt einen gestaltbaren Weg. Diese Broschüre soll durch 10 anschaulich aufbereitete reale Beispiele all jenen Mut machen, die gestalten wollen – und sich nicht einfach von der KI-Welle mitreißen lassen möchten.

Dr. Christian Zinke-Wehlmann, Leiter des Kompetenzzentrum Künstlich Menschlich Intelligent (KMI) am Institut für Angewandte Informatik e. V.

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt KMI wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Zukunft der Arbeit: Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung – Künstliche Intelligenz“ im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) für die Laufzeit vom 01.12.2021 - 30.11.2026 gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt





Inhaltsverzeichnis

KI-gestützte Kalkulation in der Produktion <i>CPT Präzisionstechnik GmbH</i>	<u>05</u>
Intelligentes Wissens- und Kompetenzmanagement <i>DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH</i>	<u>09</u>
Automatisierte Produktionsplanung mit Constraint Programming <i>Fester & Zander Zerspanungstechnik GmbH</i>	<u>13</u>
Kostenkalkulation auf Basis von technischen Zeichnungen <i>KIESELSTEIN International GmbH (Chemnitz)</i>	<u>17</u>
Digitale Beteiligung im NPO Kontext <i>KINDERVEREINIGUNG Leipzig e. V.</i>	<u>21</u>
Mit intelligenten Entscheidungshilfen zu verbesserter Entscheidungsqualität <i>KSG GmbH</i>	<u>25</u>
KI-gestützte Personaleinsatzplanung und Produktionslinienoptimierung <i>Magna Exteriors (Meerane) GmbH</i>	<u>29</u>
Neue Potentiale erschließen – KI und Innovationsprozesse <i>Vitesco Technologies GmbH (Schaeffler Gruppe)</i>	<u>33</u>
KI-gestützte Angebotserstellung <i>Wiewald GmbH</i>	<u>37</u>
Personaleinsatzplanung – KI-basiert, nachvollziehbar und lokal <i>WIN Service Group Zwickau</i>	<u>41</u>
Vom Bauchgefühl zu echten Daten in der Produktionsplanung <i>Wittenbecher Maschinenbau GmbH</i>	<u>45</u>

KI-gestützte Kalkulation in der Produktion

Unternehmen	CPT Präzisionstechnik GmbH
Schwerpunkt	Herstellung präziser Dreh- und Frästeile
Unternehmensgröße	50-100 Mitarbeitende
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Kompetenzzentrum KMI am InfAI e. V. Data Science Center ScaDS.AI Dresden/Leipzig, Uni Leipzig Professur für Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, TU Chemnitz

Organisationsprofil

Die CPT Präzisionstechnik GmbH ist ein Dienstleister für mechanische Zerspanung mit rund 70 Mitarbeitenden am Standort Chemnitz. Das Unternehmen fertigt komplexe Dreh- und Frästeile und bildet dabei den gesamten Prozess – von der Auftragsannahme bis zur Produktion des Werkstücks – innerhalb der eigenen Fertigungshalle ab.

Ausgangssituation

Die Kalkulation zur Angebotserstellung und dem Auftragsmanagement ist ein zeit- und arbeitsaufwendiger Prozess, welcher mit hohen Anforderungen an die Mitarbeitenden einhergeht. Die CPT Präzisionstechnik GmbH stellt vorrangig Einzelanfertigungen her, wodurch Auftragsplanung und -kalkulation individuell erstellt werden müssen und nicht auf standardisierten Serienprozessen basieren können. Das breite Spektrum an Werkstoffen, darunter Aluminium, Edelstahl, Titan, Messing und Kunststoff, sowie die verschiedenen

Herstellungsprozesse, wie Fräs-/ Drehteile und 3D-Druck erhöht die Komplexität in der Angebotskalkulation und Arbeitsvorbereitung zusätzlich. Ein umfangreiches Material- und Erfahrungswissen sind notwendig, um Fehlkalkulationen zu vermeiden.

Die Kombination aus hohen Anforderungen an Präzision der Individualfertigungen, Materialvielfalt und hohem Zeitdruck aufgrund zunehmender Anforderungen der Kunden hinsichtlich möglichst kurzer Lieferzeiten erhöhen zudem den Aufwand für Kalkulationsprozesse.

Unternehmenssitz der CPT Präzisionstechnik GmbH in Chemnitz. Foto: CPT Präzisionstechnik GmbH



Technische Ziele	• Intelligente Kalkulation und Wissensmanagement • Effiziente Einsatz- und Ressourcenplanung
Nachhaltigkeitsziele	• Langfristige Entlastung der Mitarbeitenden bei bisher aufwendigen manuellen Routineaufgaben, wie der Auftragserstellung und Kostenkalkulation • Empowerment durch datengestützte Entscheidungsprozesse im Rahmen der Angebotskalkulation

Zielstellungen des Pilotvorhabens der CPT Präzisionstechnik GmbH im Rahmen des KMI-Projekts



Veränderungen prägen unsere Zeit! Das heißt, Widersprüche aushalten:

Maschinen zu vertrauen, ohne blind zu werden. Daten zu nutzen, ohne den Menschen zu vergessen. Geschwindigkeit zu lieben, ohne Tiefe zu verlieren. Neugierig zu bleiben und Mut zu haben.“

Carmen Ahnert, Geschäftsführerin der CPT

der Maschinenbelegung, der Materialbedarfsplanung oder der Abschätzung von Laufzeiten. Ein in die Benutzeroberfläche integrierter Chatbot fungiert zudem als interaktiver Assistent und unterstützt bei der gezielten Suche nach Kundendaten, Materialoptionen oder Teilenummern. Die Bedienung erfolgt über natürliche Sprache, ist intuitiv und erfordert kein spezielles Vorwissen.

Lösungsansatz

Durch den Einsatz verschiedener Verfahren der Bild- und Textverarbeitung, die größtenteils auf **maschinellen Lernverfahren** basieren, können relevante Informationen aus bildbasierten technischen Zeichnungen extrahiert werden. Diese Informationen werden anschließend in eine Suchmaschine integriert, um die Suche nach ähnlichen Zeichnungen zu ermöglichen. Dadurch kann das System bereits gelaufene, also in der Vergangenheit produzierte Werkstücke anhand ihrer Eigenschaften wie Geometrie, Größe, Toleranzen oder Material im vorhandenen Datenbestand identifizieren. Die zugehörigen historischen Maschinenlaufzeiten dienen den Mitarbeitenden anschließend als Kalkulationsgrundlage für die Angebotserstellung neuer Bauteile.

Das System unterstützt und entlastet Kalkulatoren bei der Auftragserstellung sowie in der Produktionsplanung, beispielsweise bei

Was ist Maschinelles Lernen?

Maschinelles Lernen (ML) als Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz zielt auf das Erkennen von Mustern und Zusammenhängen aus großen Datenmengen ab, um neues Wissen aus Erfahrungswerten zu generieren. Es werden Lernalgorithmen trainiert, um auch in unbekannten Daten Muster erkennen und Entscheidungsregeln anwenden zu können.

Maßnahmen in der Praxis

Die Datengrundlage für das Training des KI-Systems bildeten die seit 2012 im ERP-System gesammelten Bauteilzeichnungen. Diese Zeichnungen lagen jedoch in vielen unterschiedlichen Dateiformaten vor – etwa als PDF-, PNG- oder JPG-Dateien – und unterschieden sich zudem stark in ihrer Qualität. Neben digital erstellten Unterlagen enthielt der Bestand auch ältere eingescannte Dokumente. Damit das KI-System alle relevanten Informationen zuverlässig verarbeiten und daraus lernen konnte, mussten sämtliche

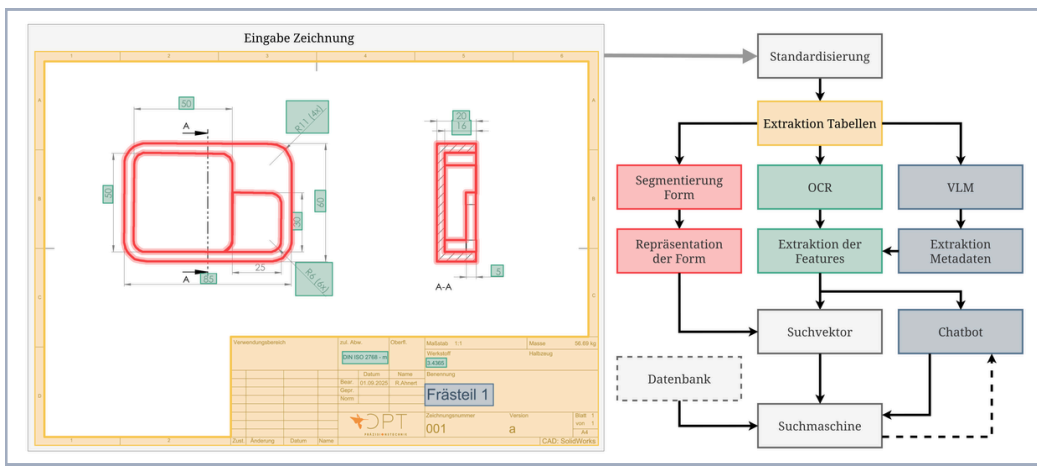
Zeichnungen zunächst aufwendig nachbearbeitet werden. Um eine gezielte Analyse und Weiterverarbeitung der Bilddateien zu ermöglichen, wurden hierfür die Zeichnungen standardisiert, ausgerichtet und skaliert sowie in definierte Informationsblöcke mit Textsegmenten und Zeichnungsbereiche zur Segmentierung der Bauformen unterteilt. Nicht relevante Details wie Bemaßungslinien und Pfeile oder 3D-Ansichten wurden entfernt, während Textelemente zu den als relevant identifizierten Merkmalen zur Ähnlichkeitsuche (z. B. Material, Oberflächenmaße, Toleranzen etc.) für die Analyse aufbereitet wurden – das heißt Textbausteine in den tabellarischen Informationsblöcken wurden per Texterkennung (OCR-System) herausgefiltert und nachbearbeitet. Aus dieser Verarbeitung entstand eine strukturierte Datenbank, in der Werkzeichnungen mit zugehörigen Informationen wie Oberflächenangaben, Materialdaten und weiteren relevanten Merkmalen systematisch verknüpft sind. Für den Prototypen wurde ein webbasiertes Frontend entwickelt, das auf einer klar definierten Listung relevanter Attribute für die Ähnlichkeitsberechnung basiert und diese nachvollziehbar darstellt. Zur Optimierung des Suchvektors wurde die Gewichtung der Merkmale, die für den Vorgang der Ähnlichkeitsuche bereits produzierter Bauteile entscheidend sind, durch die Kalkulator:innen evaluiert.

Die Benutzeroberfläche des Prototyps wurde zusammen mit den Nutzenden gestaltet, um Transparenz, Verständlichkeit und intuitive Bedienung sicherzustellen. Im Rahmen von Nutzendentests wurden Testpersonen erste Mock-ups der zukünftigen Benutzeroberfläche präsentiert. Die Teilnehmenden wurden anschließend gebeten, die Bedien- und Navigationsmöglichkeiten des Systems kritisch

zu reflektieren. Anschließend wurde die Benutzeroberfläche entsprechend der Rückmeldungen angepasst und das System anschließend noch einmal im normalen Arbeitsalltag getestet.

Bei Eingang neuer Aufträge (meist mit sog. Indexzeichnungen) werden diese ins KI-System hochgeladen, welches dann Vorschläge zu ähnlichen bereits gelaufenen Produkten und den verlinkten Aufträgen bzw. Fertigungsprozessen macht. Dabei werden vom System die fünf vorliegenden Indexzeichnungen bereits bearbeiteter Aufträge mit der höchsten Ähnlichkeit angezeigt und verlinkt, wodurch sich die erwarteten Stücklaufzeiten, passende Maschinen, Rüstzeiten und Materialbedarf sowie Hinweise auf Sonderwerkzeug leicht herausfiltern lassen. Diese mussten zuvor noch aufwendig durch eine manuelle Suche verschiedener Exceltabellen vorgenommen werden. Das KI-System dient somit als Entscheidungshilfe der Kalkulatoren und kann zu einer signifikanten Entlastung beim Prozess der Angebotserstellung beitragen.

Die Integration einer Feedbackfunktion ermöglicht die für die kontinuierliche Weiterentwicklung des Systems unerlässliche Erfassung von Rückmeldungen der Mitarbeitenden. Sie bewerten Aspekte wie den Mehrwert der dargestellten Informationen sowie die Qualität der vom System erstellten Ähnlichkeitsvorschläge zu historischen Aufträgen. Obwohl die Feedbackschleifen zunächst einen Mehraufwand für die Kalkulatoren verursachten, insbesondere durch anfänglich noch zusätzlich längere Uploadzeiten der Indexzeichnungen, wird der künftige Mehrwert des Systems und der damit verbundene Mehraufwand durch die Bewertung (Identifizierung der



Visualisierung der Datenpipeline anhand der eingegebenen Bauteilezeichnungen.

für die Ähnlichkeitssuche relevanten Merkmale) erkannt. Langfristig ermöglicht das KI-System eine schnellere und effizientere Suche bereits gelaufener Bauteile für die Filterung relevanter Informationen zur Angebotserstellung sowie den weiteren Fertigungsprozess.

Die Einführung des KI-Systems erfolgte im iterativen Prozess. Zunächst wurde den Beschäftigten im Rahmen einer Vor-Ort-Besprechung das System vorgestellt, um die Ausgaben-Darstellung, Interaktionsmöglichkeiten und die Integration in bestehende Workflows gemeinsam abzustimmen und potenzielle Stressoren frühzeitig zu adressieren. Nach anschließenden Verfeinerungen wurde der Prototyp in einer Schulungssession begleitend getestet und letzte Fragen bezüglich des Systems geklärt. Anschließend konnte das System über einen definierten Zeitraum eigenständig im Arbeitsalltag getestet werden. Die abschließende Evaluation des Prototyps ging über eine standardmäßige Usability-Prüfung hinaus und umfasste zusätzlich Fragen zur Akzeptanz und zum Vertrauen in die KI auf Basis des Technologieakzeptanz-Modells (TAM). Zudem wurde die Qualität der Erklärbarkeit des Systems bewertet, also inwieweit die KI-Ergebnisse für die Nutzenden nachvollziehbar und verständlich sind.

Learnings & Ausblick

Die KI fungiert als Assistenzsystem, das Mitarbeitende gezielt bei der Informations-

suche im Rahmen der Kalkulation unterstützt. Durch konkrete Vorschläge ähnlicher, bereits gefertigter Werkstücke wird die manuelle Recherche deutlich reduziert und die Identifikation relevanter Kennzahlen und Parameter beschleunigt. Darüber hinaus zeigt sich Potenzial in der erweiterten Nutzung der gewonnenen Informationen für angrenzende Bereiche, insbesondere in der Produktionsplanung.

Für einen nachhaltigen Systemnutzen ist die kontinuierliche Pflege und Aktualisierung der Datenbasis essenziell. Einheitliche Datenformate, vollständige Metadaten und eine konsistente Strukturierung von Angebots- und Auftragsdaten bilden die Grundlage für stabile und valide Ergebnisse.

Als ebenso wichtig zeigte sich die nutzerzentrierte Gestaltung und transparente Darstellung des Prozesses und der Ergebnisse, um die Akzeptanz und Vertrauen in das System zu fördern. Auch wenn die Einführung zunächst Mehraufwand verursacht, wird der langfristige Nutzen – auch für weitere Bereiche der Fertigung, wie Maschinenplanung, Finetuning und Technologien – erkannt. So ließen sich alte Technologien nach Gesichtspunkten der neuen/modernerer Fertigung anhand der Ähnlichkeitserkennung anpassen. Wodurch künftig effizientere und schnellere Arbeitsabläufe ermöglicht werden und das KI-System somit als Hilfsmittel für das gesamte Auftragsmanagement und die Technologie fungiert. ■

Intelligentes Wissens- und Kompetenzmanagement

Unternehmen	DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH
Schwerpunkt	Themen in der gesamten Gas-Wertschöpfungskette
Unternehmensgröße	Mittelständiges Unternehmen
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Professur Fabrikplanung und Intralogistik, TU Chemnitz Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, TU Chemnitz Kompetenzzentrum KMI am InfAI e. V.

Organisationsprofil

Die DBI-Gruppe deckt die gesamte Wertschöpfungskette grüner Gase von ihrer Erzeugung bis zur Nutzung ab und verbindet forschungsintensive Entwicklung mit klassischen ingenieurtechnischen Dienstleistungen. DBI ist eine unabhängige Unternehmensgruppe des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW).

Ausgangssituation

Im Rahmen von Industriedienstleistungen und Forschungsprojekten arbeitet DBI an zwei Standorten (Freiberg, Leipzig) in neun Fachgebieten entlang der Wertschöpfungskette gasförmiger Energieträger. Als forschungs-

intensives KMU strebt DBI eine enge inhaltliche Integration der unterschiedlichen Organisationseinheiten und ihrer Kompetenzen an. Dabei stellt die Zuordnung von Aufgabeneinstellungen zu den jeweils geeigneten Erfahrungsträgern sowohl in Forschungs- als auch in Industrieprojekten eine zentrale Herausforderung dar. Darüber hinaus fehlt eine organisationsübergreifende und strukturierte Wissensbasis für Projekte und Kompetenzen. Die Ausgangssituation für die Projektplanung und -bearbeitung ist geprägt von isolierten Datenquellen und -formaten, fehlender Informationslogik sowie stark personengebundenem Kontextwissen. Dies führt zu ineffizienten Such- und Kommunikationsprozessen und kontinuierlich hohen Abstimmungsaufwänden.

Technische Ziele

- Entwicklung einer standardisierten Wissensbasis für Projekte und dazugehörige Kompetenzen (Wissensgraph)
- Link-Prediction Ansatz zur Vorhersage geeigneter Teams für Projektanfragen

Nachhaltigkeitsziele

- Standardisierung und Transparenz im Prozess der Projektteambildung
- Entlastung von verantwortlichen Personen im Kompetenzmatching durch Komplexitätsreduktion

Zielstellungen des Pilotvorhabens der DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH im Rahmen des KMI-Projekts

Lösungsansatz

Um den Prozess der Projektanbahnung zu verbessern, wurde eine webbasierte Datenbanklösung mit semantischem Wissensgraphen aufgebaut. Die Datenbank enthält strukturierte Projektinformationen und Teamkompetenzen und macht ihre Zusammenhänge explorierbar. Eine KI-Funktion auf Basis von **Link Prediction** identifiziert geeignete Teamkonstellationen auf Grundlage eingetragener Kompetenzbedarfe für anstehende Industriedienstleistungen oder Forschungsprojekte.

Zur Entwicklung des Kompetenzmatchingsystems wurde zunächst durch den Projektverantwortlichen der DBI ein geeigneter Datensatz erstellt. Dieser umfasst historische Daten zu bereits abgeschlossenen Projekten sowie den spezifischen Kompetenzen der Fachgebiete und Teams. Zur weiteren Nutzung wurden die Daten mithilfe einer Ontologie (Definition von Klassen, Konzepten, Beziehungen und Regeln (z.B. für Inferenz) für eine Domäne) in einen Wissensgraphen transformiert. Fachliche Kompetenzen wurden dabei nicht Einzelpersonen, sondern den jeweiligen Teams

zugeordnet. Die Entscheidung zur Erfassung auf Teamebene erfolgte aufgrund ethischer Aspekte. Neben datenschutzrechtlichen Risiken birgt eine personenbezogene Erfassung von Kompetenzen auch das Risiko einer systemseitigen Benachteiligung, wenn deren Spezialexpertise selten abgefragt oder ungenau erfasst wurde. Parallel zur Erstellung des Wissensgraphen wurde ein Link-Prediction-Modell entwickelt, welches das Matching von projektbezogenen Kompetenzbedarfen und Teamkompetenzen ermöglicht.



Die Kombination aus Wissensgraph und Link Prediction schafft für DBI erstmals eine datenbankbasierte Grundlage, um unsere Kompetenzen systematisch sichtbar zu machen und projektbezogen zu verknüpfen. Durch die Zusammenarbeit mit den KMI-Partnern konnten wir neue Konzepte nicht nur entwickeln, sondern auch gezielt in anwendungsnahe Lösungen überführen.

Stefan Bergander, Projektleiter DBI

Unternehmenssitz der DBI in Leipzig. Foto: DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH



Was ist Link Prediction?

Link Prediction ist eine Methode der Netzwerk-analyse, die genutzt wird, um die Wahrscheinlichkeit einer Verbindung (Kante) zwischen zwei Knoten in einem Graphen vorherzusagen. Durch die Analyse von Eigenschaften, gemeinsamen Nachbarn und Attributen werden Ähnlichkeiten ermittelt und Vorhersagen zu zukünftigen oder verborgenen Links getroffen. Dieses Matching-Prinzip kommt etwa in sozialen Netzwerken, Wissensgraphen oder Empfehlungssystemen zum Einsatz.

Maßnahmen in der Praxis

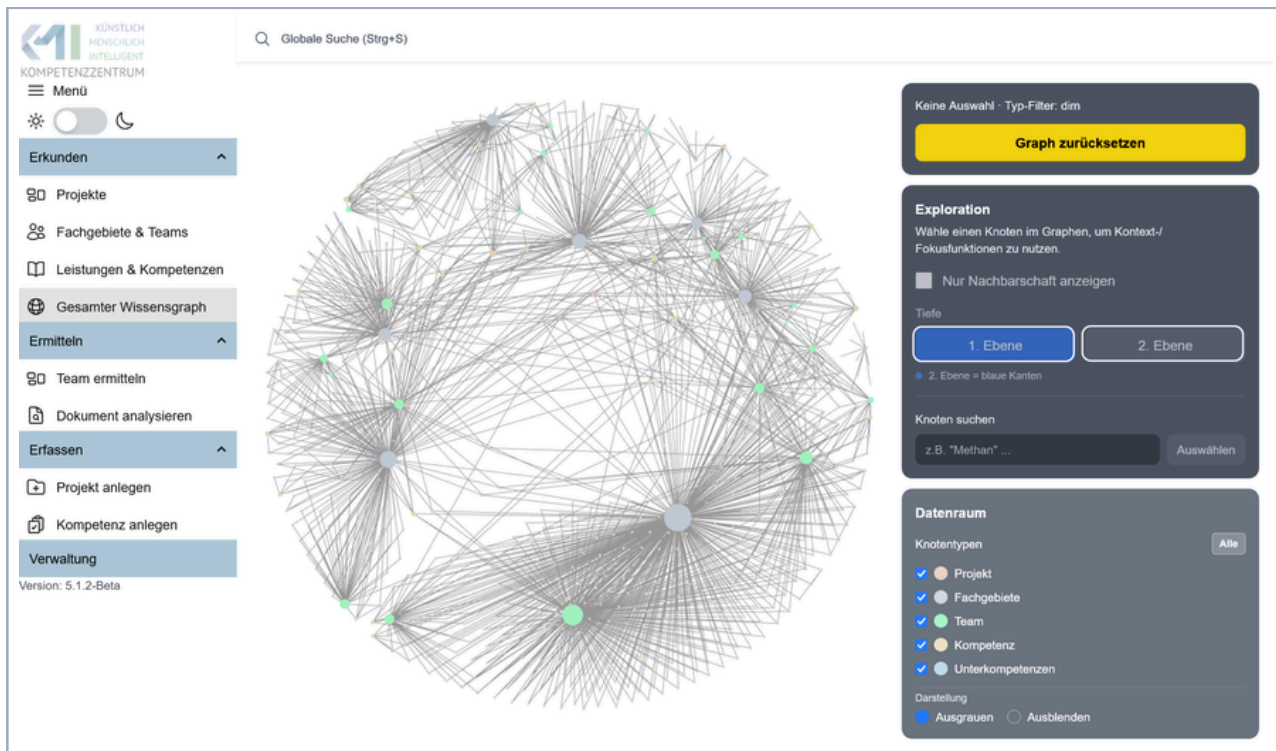
Der aus dem historischen Datensatz generierte Wissensgraph umfasst aktuell sechs zentrale Klassen sowie über 11.740 Tripel. Ein Tripel ist eine Dateneinheit, bestehend aus Subjekt, Prädikat und Objekt, welche Wissen in eine maschinenlesbare Form bringt und es ermöglicht, komplexe Informationen in einem System abzubilden. Auf diese Weise wurden relevante Informationen aus etwa 300 historischen Projekten erfasst, sowie Angaben zu 32 Teams aus neun Fachgebieten integriert. Bevor das System in Betrieb genommen werden konnte, wurde neben dem Backend (inkl. Datenverarbeitung), KI-Modul (Link Prediction) und Zusatzfunktionen (bspw. Feedback-Modul) ein Frontend entwickelt, welches an das Gesamtsystem der Unternehmensgruppe angepasst ist.

Während der Nutzung des Systems gibt ein User (Person, die Anfrage für eine Kooperation erhält) ein potenzielles Projekt über ein strukturiertes Formular ein. Diese Angaben werden zum Wissensgraphen hinzugefügt, der

auf Projekten, Teams und Kompetenzen basiert und mithilfe von Knowledge Graph Embedding Models in Vektordarstellungen, also in eine numerische Darstellung der einzelnen Elemente, übersetzt. Ein Link-Prediction-Algorithmus berechnet über Distanzfunktionen die Nähe zwischen Projekt und Teams. Das Ergebnis ist eine Rangliste der wahrscheinlich am besten geeigneten Bearbeitungsteams.

Die Entscheidung der Erfassung von Kompetenzen auf Teamebene legt den Fokus der Anwendung auf die Effizienz des betrieblichen Wissensmanagements und die Kollektivierung von Expertise (welche zur Zuordnung von Projektanfragen notwendig ist) statt auf individuelle Leistungsüberwachung. Dies wirkt sich positiv auf die Akzeptanz des Systems aus. Zudem trifft das System selbst keine Entscheidungen, d.h. es leitet keine Projektanfragen an geeignete Teams weiter oder teilt Anfragen zu. Stattdessen fungiert es als Unterstützungswerkzeug und trägt dazu bei, die Komplexität des Anfrageprozesses für die Mitarbeitenden zu reduzieren, indem es Vorschläge erstellt. Dies entlastet die mit der Bearbeitung von Projektanfragen betrauten Beschäftigten. Darüber hinaus trägt der Aufbau einer Wissensdatenbank, in diesem Fall des Wissensgraphen, dazu bei, implizites, d.h. personengebundenes, Wissen zu explizieren und damit für einen größeren Personenkreis zugänglich zu machen.

Die Einbindung einer Bewertungsfunktionalität ermöglicht es Nutzenden, die Qualität der systemseitig erstellten Vorschläge zu beurteilen. Die Bewertungen fließen in den iterativen Entwicklungsprozess ein und ermöglichen es, das System fortlaufend zu verbessern.



Screenshot DBI-Wissensgraph

Learnings & Ausblick

Die prototypische Umsetzung des Kompetenz-matching-Ansatzes war mit zahlreichen Herausforderungen verbunden. Neben der technischen Komplexität der Anwendungsentwicklung stellte auch die Datenqualität eine zentrale Hürde dar, die es für die erfolgreiche Umsetzung des Systems zu bewältigen galt. Informationen zu bereits in der Vergangenheit abgeschlossenen Projekten lagen teilweise nur unstrukturiert oder unvollständig vor. Wie in allen KI-Systemen ist die Datenqualität der Datenbasis jedoch ein entscheidender Faktor für die Ergebnisqualität. Dieser Herausforderung galt es deshalb mit hohem manuellem Aufwand für die Datenpflege zu begegnen.

Der gewählte Ansatz der Link Prediction funktioniert in der Praxis und ermöglicht eine flexible Plattform zur Zuordnung von Teams

zu Projekten auf Basis passender Kompetenzen. Die Einbindung von Nutzenden in die Datenaufnahme verbessert die Datenqualität und steigert die Modellperformance. Die gewählte Datenstruktur erlaubt zudem eine kontinuierliche, strukturierte Erweiterung der Datenbasis. Die Plattform unterstützt damit nicht nur die Vorhersage, sondern auch den Ausbau des Datensatzes. Die zugrundeliegende Ontologie kann flexibel erweitert werden, etwa für neue Themenfelder, und ist grundsätzlich auf andere Unternehmen übertragbar. Einschränkend ist die aufwendige Auswahl und Anpassung geeigneter Embedding Models sowie die Sensitivität der Modellperformance des Link Predictions gegenüber Änderungen an Datenbasis und Ontologie. 

Automatisierte Produktionsplanung mit Constraint Programming

Unternehmen	Fester & Zander Zerspanungstechnik GmbH
Schwerpunkt	Fertigung und Baugruppenmontage für Industrie und Maschinenbau
Unternehmensgröße	Kleinunternehmen
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Kompetenzzentrum KMI am InfAI e.V. Data Science Center ScaDS.AI Dresden/Leipzig, Uni Leipzig

Organisationsprofil

Die Fester & Zander Zerspanungstechnik GmbH ist ein Familienunternehmen in zweiter Generation mit Sitz in Leipzig, welches auf präzise CNC-Zerspanung spezialisiert und hochwertige Dreh- und Frästeile sowie komplexe Baugruppen für verschiedene Industriezweige fertigt.

Ausgangssituation

Die Planung der Produktion von Zerspanungsteilen und Maschinenbaukomponenten ist ein komplexer Prozess, der konkrete Abläufe des Produktionsprozesses, Maschinenbelegung und –auslastungen, Rüstzeiten und notwendige Kompetenzen der mit der Maschinenbedienung betreuten Mitarbeitenden berücksichtigen muss. Eine Standardisierung des Planungsprozesses ist insbesondere im Fall der Fertigung von Einzelteilen und Kleinserien

aufgrund der gegebenen Komplexität kaum zu realisieren. Aktuell ist die Planung stark abhängig vom Wissen einzelner Mitarbeitenden und anfällig für Änderungen aufgrund von zeitlichem und wirtschaftlichem Druck der täglichen Arbeiten.

Die hohe Komplexität durch die Vielzahl der einbezogenen Parameter verhindert oft eine optimale Planung, was zur Belastung für Mitarbeitende und Störungen im Produktionsablauf führt. Da Planungsprozesse händisch vorgenommen werden, fehlt es an systematisch erhobenem Wissen und Transparenz über Planabweichungen und Störfaktoren, welche sich negativ auf die Termintreue auswirken können. Dies kann zu Lieferverzögerung und damit zu Verlust des Vertrauens der Kunden führen, was letztlich wirtschaftliche Verluste für das Unternehmen bedeutet.

Technische Ziele

- KI-gestützte Produktionsplanung
- Terminkoordinierungen der Liefertermine

Nachhaltigkeitsziele

- Unterstützung der Produktionsplanung
- Reduktion Planungsaufwand

Zielstellungen des Pilotvorhabens der Fester & Zander Zerspanungstechnik GmbH im Rahmen des KMI-Projekts

Lösungsansatz

Ziel der zu entwickelnden Anwendung ist es, die Produktionsplanung durch KI-basierte Empfehlungen zu unterstützen. Dazu wurde im Rahmen des KMI-Projekts ein Scheduling-System für die automatisierte Produktionsplanung implementiert, welches auf Basis des **Constraint-Programming**-Paradigmas passende Produktionspläne generiert. Dieses basiert auf Daten aus dem unternehmensinternen ERP-System. Zur Generierung eines Vorschlags werden beispielsweise Produktionsdaten, wie Bearbeitungszeiten und Rüstzeiten, Schichtdienst- und Urlaubszeiten genutzt, um eine kombinierte optimale Personaleinsatz- und Produktionsplanung zu erreichen. Um einen geeigneten

Produktionsplan zu ermitteln, muss eine gültige Belegung aller Variablen in Abhängigkeit der festgelegten Constraints gefunden werden.

Die entwickelte Anwendung besteht aus der Constraint-Programming-Komponente und einem User Interface, welches die generierten Produktionspläne als GANTT-Diagramm darstellt und zu Aufträgen zugehörige Daten aggregiert und abbildet. So dient das User Interface als eine Art Hub, um die im ERP-System stark verteilten Informationen in einer einzelnen Komponente darzustellen und so den zeitlichen Bedarf für die Produktionsplanung zu reduzieren.

Unternehmenssitz der Fester & Zander Zerspanungstechnik GmbH in Leipzig.

Foto: Fester & Zander Zerspanungstechnik GmbH



Was ist Constraint Programming?

Constraint Programming ist ein Ansatz zur Lösung kombinatorischer Probleme, wobei diese als Constraint-Satisfaction-Problem modelliert werden. Ziel ist es, eine gültige Lösung, d.h. eine Belegung aller Variablen einer Domäne unter Berücksichtigung der aufgestellten Bedingungen bzw. Einschränkungen (Constraints) zu finden.

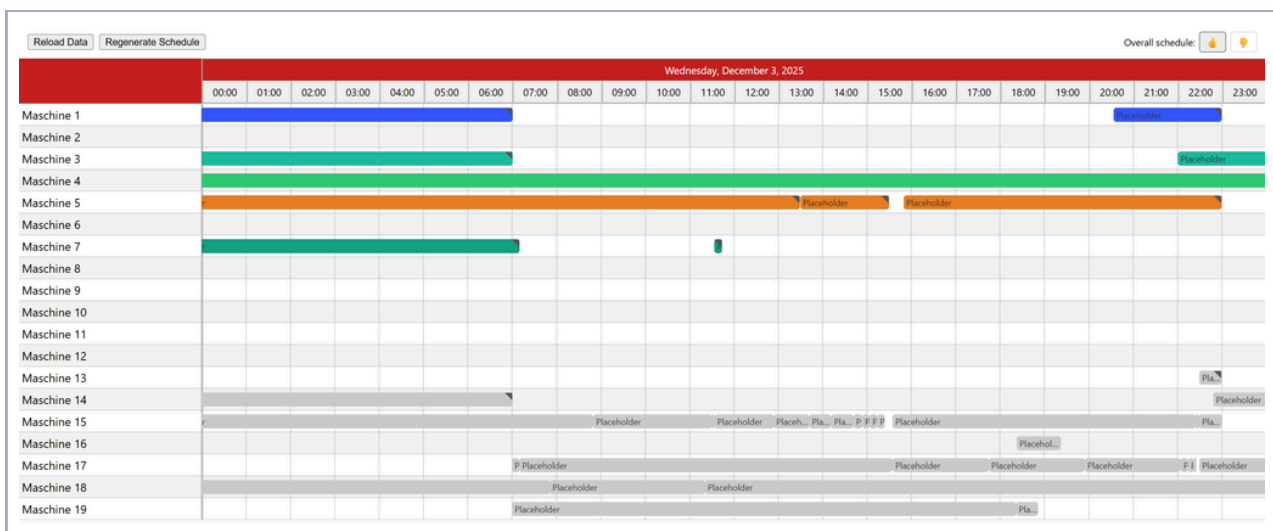
Maßnahmen in der Praxis

Als Basis für die Entwicklung des Scheduling-Systems wurde eine Anforderungserhebung durchgeführt. Bei dieser wurde durch Interviews der grundlegende Prozess erhoben, um den IST-Stand der Produktionsplanung im Unternehmen darzustellen. Außerdem wurden allgemeine Anforderungen definiert, welche durch die Anwendung abgedeckt werden sollten. Fester & Zander stellte außerdem eine Testdatenbank des ERP-Systems bereit, welche Produktivdaten aus dem täglichen Betrieb enthielt, die für die Datenerkundung genutzt werden konnte. Mittels des konkreten Prozesses, den Anforderungen sowie der

gesichteten Daten konnte im Folgenden Constraint Programming als Möglichkeit für die Generierung von Produktionsplänen ausgewählt werden.

Im Zuge der Implementierung der Anwendung wurden die Anforderungen an die Anwendung durch regelmäßige Meetings zwischen den Wissenschaftspartnern und Fester & Zander geschärft. Dies umfasste Ideen zur Anpassung des User Interfaces und zu den Ergebnissen der Scheduling-Komponente. So entstand ein iterativer Prozess, um die Anwendung durch die gewonnenen Erkenntnisse zu verbessern und weiterzuentwickeln.

Maschinenbelegungspläne für die automatisierte Produktionsplanung bei Fester & Zander





Besonders im Bereich der Einzelteil- und Kleinserienfertigung ist eine manuelle Planung sehr zeitintensiv. So unterstützt die entwickelte Lösung nicht nur die Reduktion des Planungsaufwands, sondern dient gleichzeitig als Hub zur Aggregation und Darstellung der im ERP-System verteilten Daten.

Steven Lehmann, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am KMI und Betreuer des Fester & Zander Piloten

Außerdem war ein regelmäßiger Austausch aufgrund der hohen Komplexität des Gesamtprozesses und die Vielzahl der Variablen und Einschränkungen, die in die Berechnung der Produktionspläne einfließen, sehr wichtig. Infolgedessen konnten Variablen wie das Lieferdatum schnell identifiziert werden. Auf der anderen Seite unterstützte der Austausch zur Datenlage außerdem die Verbesserung der Datenqualität innerhalb des ERP-Systems. So konnte im Laufe der Projektzeit beispielsweise die Rückerfassungszeiten für Maschinen verbessert werden, was im Zuge dessen zu einer besseren grundlegenden Datenlage führte.

Die Anwendung enthält weiterhin eine interne Feedback-Komponente, bei denen sowohl der generierte Produktionsplan als auch die einzelnen Teilaufträge nach der zeitlichen Passgenauigkeit bewertet werden können. Es ist geplant, diese als weiteren Faktor in die Berechnung der Produktionspläne einzubeziehen. Weiterhin werden durch weiterführende Regelmeetings neue Variablen und Constraints identifiziert, welche zukünftig in die Berechnung mit einfließen könnten.



Bearbeitung eines Werkstücks durch eine Fräsmaschine in der Zerspanung. Foto: Fester & Zander Zerspanungstechnik GmbH

Learnings & Ausblick

Die erste Entwicklungsphase des Prototyps wurde im April 2026 abgeschlossen. Ziel der ersten Evaluationsphase ist es, die Korrektheit der erzeugten Produktionspläne durch das implementierte System sicherzustellen und die Bedienung des Prototyps zu bewerten. Auf Basis des Feedbacks werden in Abstimmung zwischen dem Pilotteam und dem Unternehmen iterative Verbesserungen am User Interface und der Scheduling-Komponente umgesetzt. Ein großer Fokus liegt dabei auf das Verfügbarmachen von weiteren Informationen aus dem ERP-System als auch die Definition weiterer Variablen und Constraints für den Solver. ■

Kostenkalkulation auf Basis von technischen Zeichnungen

Unternehmen	KIESELSTEIN International GmbH (Chemnitz)
Schwerpunkt	Sondermaschinenbau für Drahtziehmaschinen
Unternehmensgröße	45 Mitarbeitende
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Data Science Research Group, Westsächsische Hochschule Zwickau Professur für Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, TU Chemnitz

Organisationsprofil

Die KIESELSTEIN International GmbH mit Sitz in Chemnitz ist ein weltweit tätiger Hersteller moderner Drahtziehmaschinen und Drahtzieherschälmaschinen. Das Unternehmen beschäftigt rund 45 Mitarbeitende und zählt mit kundenspezifischen Maschinenlösungen, intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit sowie über 100 Jahren Branchentradition zu den führenden Anbietern im Drahtziehmaschinenbau.

Ausgangssituation

Der Angebots- und Kalkulationsprozess für Zukaufteile ist bislang stark manuell geprägt. In der Konstruktionsabteilung werden technische Zeichnungen erstellt und auf dieser Basis erste Einschätzungen zur Einhaltung des vorgesehenen Kostenrahmens vorgenommen.

Anschließend holt die Einkaufsabteilung Angebote geeigneter Zulieferer ein. Bis zur Rückmeldung können jedoch mehrere Wochen vergehen. Liegt der Angebotspreis über dem geplanten Budget, müssen Konstruktion und Anfrage erneut angepasst werden.

Da komplexe Anlagen mit vielen Einzelkomponenten entwickelt werden, führen solche Iterationsschleifen zu spürbaren Verzögerungen und zusätzlichem Aufwand. Auch die Auswahl passender Lieferanten basiert stark auf Erfahrungswissen, früheren Angeboten und manueller Bewertung. Unpassende Anfragen können zu langen Rückmeldezeiten oder ungeeigneten Angeboten führen und erhöhen die Belastung für Konstruktion und Einkauf.

Technische Ziele • Teilautomatisierte Kostenvorhersage

Nachhaltigkeitsziele • Effizientere Nutzung personeller und betrieblicher Ressourcen durch die Reduzierung von Iterationsschleifen und Bearbeitungszeiten

Zielstellungen des Pilotvorhabens der KIESELSTEIN International GmbH (Chemnitz) im Rahmen des KMI-Projekts

Lösungsansatz

Im Pilotprojekt wird ein KI-basierter Prototyp entwickelt, der Konstruktion und Einkauf bereits in frühen Prozessphasen unterstützt. Auf Grundlage historischer Unternehmensdaten soll das System Preisprognosen für Zukaufteile erstellen und geeignete Lieferanten vorschlagen. Dafür werden vorhandene CAD-Zeichnungen im DXF-Format mit früheren Angebotspreisen und Zulieferinformationen verknüpft und für die Modellentwicklung nutzbar gemacht.

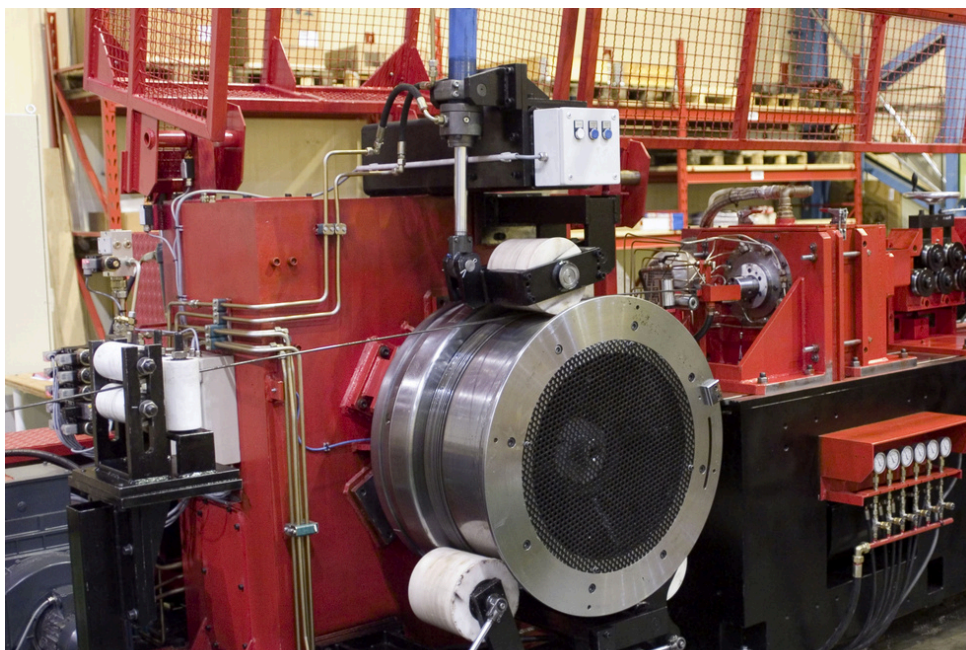
Das Vorgehen folgt einem iterativen, anwendungsnahen Forschungsprozess. Zunächst werden Zielsetzung, Ausgangsprozess und Anforderungen gemeinsam mit den beteiligten Fachbereichen präzisiert. Darauf aufbauend erfolgt die technische Entwicklung des KI-Modells, das schrittweise getestet und angepasst wird. Abschließend wird der Prototyp hinsichtlich Funktionalität, Prognosequalität

und Nutzbarkeit evaluiert. Ziel ist es, fundierte Preisinformationen schneller verfügbar zu machen, Lieferantenauswahl zu erleichtern und aufwendige Iterationsschleifen zwischen Konstruktion und Einkauf zu reduzieren.

Maßnahmen in der Praxis

Die praktische Umsetzung des Pilotprojekts begann mit der systematischen Aufbereitung der vorhandenen Unternehmensdaten. Aus dem ERP-System wurden historische Preisdaten sowie bereits vorhandene Teilekategorisierungen exportiert. Über die Artikelnummern konnten diese Informationen den zugehörigen technischen Zeichnungen zugeordnet werden. Dadurch entstand eine Datengrundlage, in der geometrische Merkmale der Bauteile mit realen Angebotspreisen, Kategorien und Lieferanteninformationen verknüpft wurden.

Einzelmaschine. Foto: KIESELSTEIN International GmbH (Chemnitz)





Es war interessant zu lernen, wie viele Daten man eigentlich braucht, um eine KI sinnvoll damit zu füttern.”

Gerald Walter, Leiter Versuchsfeld/F&E, KIESELSTEIN International GmbH (Chemnitz)

Ein zentraler Arbeitsschritt bestand darin, die CAD-Zeichnungen im DXF-Format algorithmisch auszuwerten. Dazu wurde eine technische Verarbeitungskette in Python aufgebaut. Mit der Bibliothek ezdxf wurden relevante Informationen aus den Zeichnungsdateien ausgelesen. Da Bauteile in den DXF-Dateien aus verschiedenen Ansichten dargestellt sind, mussten zunächst geeignete Dimensionen identifiziert und extrahiert werden. Aus diesen Rohinformationen wurden anschließend weitere Merkmale berechnet, beispielsweise minimale und maximale Längen oder andere geometrische Kennwerte. Die so gewonnenen Features bildeten gemeinsam mit Preis- und Kategoriedaten die Trainingsgrundlage für die KI-Modelle.

Für die Datenstrukturierung, Bereinigung und Weiterverarbeitung kam Pandas zum Einsatz. Auf dieser Basis wurden unterschiedliche Modelle zur Preis- und Kategorievorhersage entwickelt. Die Modellierung erfolgte mit TensorFlow; als Architektur wurde ein **Feed-Forward-Neuronales Netz** eingesetzt. Für die Preisprognose gibt das Modell einen erwarteten Preisbereich aus, bestehend aus Minimal- und Maximalpreis. Das Kategorienmodell berechnet für jede mögliche Teilekategorie eine Wahrscheinlichkeit. Als Vorhersage

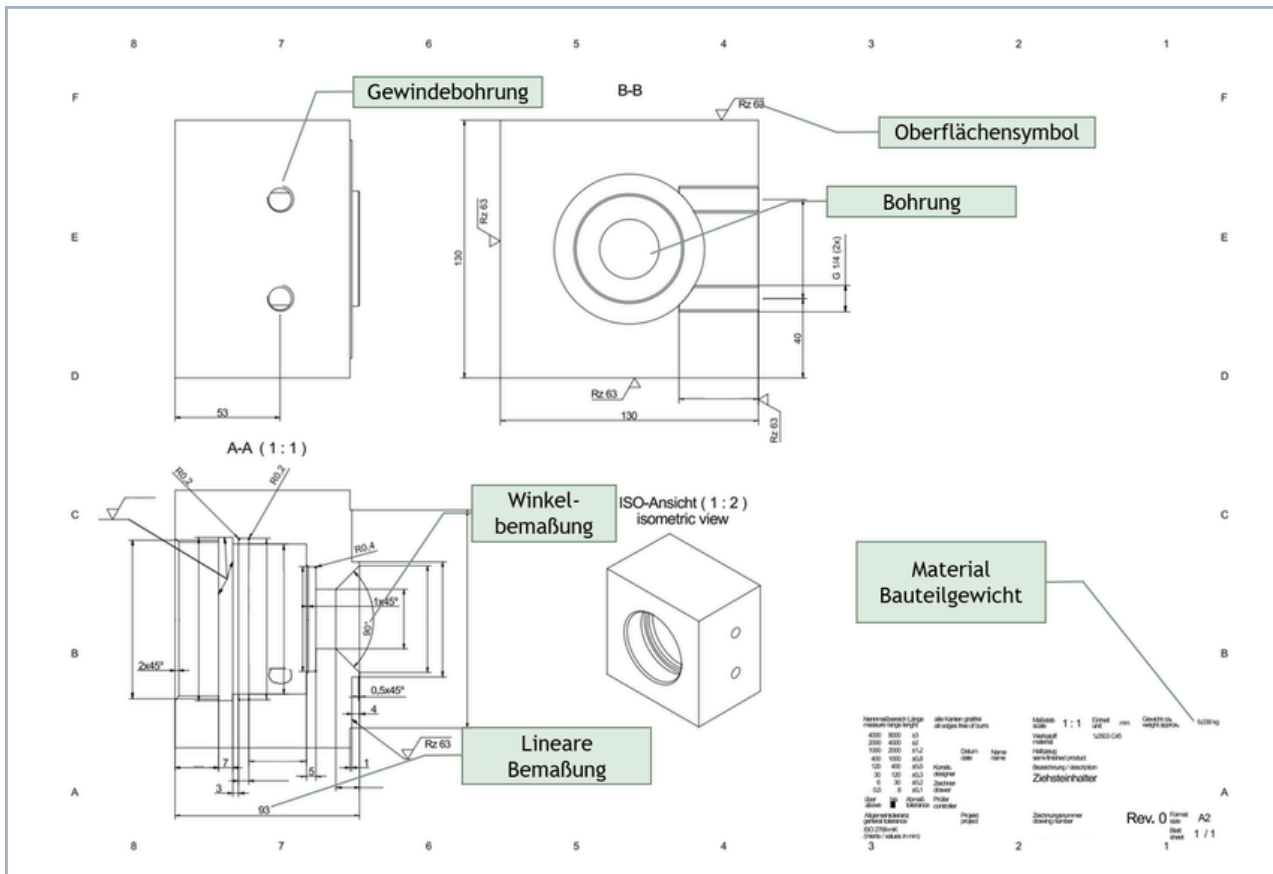
wird anschließend die Kategorie mit der höchsten Wahrscheinlichkeit ausgegeben.

Die Entwicklung erfolgte bewusst iterativ. Zu Beginn wurde ein einfaches Modell mit wenigen Eingangsmerkmalen aufgebaut, um die grundsätzliche Machbarkeit zu prüfen. Anschließend wurden die extrahierten Merkmale schrittweise erweitert, zusätzliche abgeleitete Features integriert und die Modellparameter angepasst. Nach jeder Entwicklungsstufe wurden die Ergebnisse bewertet und für die nächste Iteration genutzt.

Durch dieses Vorgehen konnte der webbasierte-Prototyp eng an den betrieblichen Anforderungen ausgerichtet werden. Gleichzeitig blieb das wissenschaftliche Vorgehen erhalten, da Datenaufbereitung, Merkmalsextraktion, Modelltraining und Evaluation methodisch nachvollziehbar durchgeführt wurden. Der Prototyp wird iterativ gemeinsam mit den Endnutzenden evaluiert und kontinuierlich verbessert.

Was ist ein Feed-Forward-Neuronales Netz?

Ein neuronales Netz ist ein KI-Verfahren, das aus Beispieldaten Muster und Zusammenhänge lernt. Es besteht aus mehreren hintereinander geschalteten Verarbeitungsschichten: Die erste Schicht nimmt Eingangsdaten auf, die mittleren Schichten filtern und verknüpfen diese Informationen Schritt für Schritt, und die letzte Schicht gibt das Ergebnis aus. Bei einem Feed-Forward-Neuronalen Netz werden die Informationen nur vorwärts weitergegeben. Rückkopplungen gibt es dabei nicht.



Beispielkonstruktionszeichnung mit Kennzeichnung der extrahierbaren Features für das KI-Modell

Learnings & Ausblick

Das Pilotprojekt verdeutlicht, dass KI-gestützte Preisvorhersagen vor allem als Orientierungshilfe für frühe Entscheidungen im Beschaffungsprozess zu verstehen sind. Externe Einflussfaktoren wie Werkstoffpreisschwankungen, Lieferantenauslastung, kurzfristige Marktveränderungen oder besondere Toleranzanforderungen lassen sich nur begrenzt datenbasiert abbilden. Einzelne Prognosen müssen daher kritisch interpretiert und im fachlichen Kontext bewertet werden.

Ein wesentliches Learning ist, dass KI-gestützte Prognosen nicht allein von der Modellarchitektur abhängen, sondern maßgeblich von der Qualität und Struktur der betrieblichen Daten. Gleichzeitig zeigte sich, dass ein nutzbarer Prototyp nur dann Mehrwert schafft, wenn er

transparent macht, welche Merkmale in die Vorhersage einfließen, und Rückmeldungen aus der Praxis systematisch aufnehmen kann. Dies verbessert nicht nur die Modellgrundlage, sondern auch das Verständnis der eigenen Konstruktions- und Beschaffungslogik.

Im weiteren Projektverlauf steht nun die Evaluation mit Konstruktion und Einkauf im Vordergrund. Dabei werden Bedienbarkeit, Akzeptanz und fachlicher Nutzen untersucht. Die Ergebnisse sollen genutzt werden, um das Tool funktional zu erweitern und in reale Arbeitsabläufe zu integrieren. 

Digitale Beteiligung im NPO Kontext

Unternehmen	KINDERVEREINIGUNG Leipzig e. V.
Schwerpunkt	Trägerorganisation der Kinder- und Jugendarbeit
Unternehmensgröße	Nonprofit Organisation mit > 400 Mitarbeitenden
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Kompetenzzentrum KMI am InfAI e. V. Universitätsrechenzentrum der Universität Leipzig

Organisationsprofil

Die KINDERVEREINIGUNG Leipzig e. V. (KVL) versteht sich als Ermöglicherin, um den jüngsten und jungen Menschen mehr Raum für Wachstum und Entwicklung zu geben. Der gemeinnützig tätige Verein und freie Träger der Jugendhilfe betreibt Kindertageseinrichtungen, Schulclubs sowie offenen Freizeittreffs und ist u.a. in Horten und der Schulsozialarbeit in Leipzig und dem Leipziger Land tätig.

Ausgangssituation

Der KVL ist es ein Anliegen, Organisationsentwicklungsprozesse wertorientiert zu gestalten. In einem Arbeitskontext, in dem die partizipative Einbindung der Zielgruppe einen zentralen Wert der pädagogischen Arbeit darstellt, entstand so der Wunsch, Partizipationsvorhaben auch auf trägerweite Entwicklungsmaßnahmen und auf alle KVL-Mitarbeitenden auszuweiten, etwa im Hinblick auf Digitalisierungsmaßnahmen.

Analoge Partizipationsformate werden durch die räumliche und zeitliche Verteilung der Mitarbeitenden erschwert: Zur KVL zählen über 400 Mitarbeitende in Kitas, Horten, Schulen, Jugendclubs und Freizeittreffs, die teilweise zu sehr unterschiedlichen Tageszeiten und in verschiedenen Konstellationen (autonom, in Teams, in Fachgruppen) arbeiten.

In der KVL, wie in vielen Organisationen, die menschenbezogenen Arbeiten, hängt die digitale Ausstattung an oftmals projektgebundenen Fördermitteln. Dementsprechend ist die digitale Infrastruktur häufig fragmentiert, rein zweckmäßig und erfüllt die zur Sicherung der Arbeit notwendigen Minimalanforderungen. So gibt es weder für viele Beschäftigte einen Zugang zu persönlichen digitalen Endgeräten noch besitzen viele Beschäftigte einen E-Mail-Account. Eine Anmeldung bei digitalen Plattformen in personalisierten Konten wird daher erschwert.

Technische Ziele	• Konzeption und Entwicklung einer KI-gestützten Beteiligungsplattform
Nachhaltigkeitsziele	• Mitarbeitendenzufriedenheit • Nachhaltige Organisationsentwicklung

Zielstellungen des Pilotvorhabens der KINDERVEREINIGUNG Leipzig e. V. im Rahmen des KMI-Projekts

Lösungsansatz

Um die vielseitigen Bedarfe der KVL zu adressieren, wurde in einem praxisorientierten und iterativen Vorgehen eine digitale Beteiligungsplattform (ROOTS-Beteiligung) entwickelt. Diese basiert auf einer bereits in der Stadtentwicklung etablierten Open Source Plattform und wurde auf die Bedarfe von NPO angepasst, um eine orts- und zeitunabhängige Beteiligung zu ermöglichen, die sowohl digital als auch hybrid stattfinden kann. Der Zugang ist explizit niedrigschwellig gehalten: Die Integration von (anonymen) Gastkonten ermöglicht es, sich ohne E-Mail-Adresse anzumelden und zu beteiligen und es wurden kurze Lerneinheiten zur Thematik der digitalen Beteiligung in die Plattform integriert. Besonderen Fokus wurde auf die Entwicklung einer unterstützenden vertrauenswürdigen KI-Komponente gelegt. Diese soll Teilnehmenden, die später in einen Beteiligungsprozess einsteigen oder sich

schnell einen Überblick über den aktuellen Stand verschaffen möchten, eine übersichtliche Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge bieten. Schließlich wurden sowohl für Organisator:innen als auch für Teilnehmende Onboarding Materialien erstellt, die die Einführung und Nutzung der Plattform in den NPO erleichtern sollen.

Was versteht man unter vertrauenswürdiger KI?

Vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz bezeichnet KI, die so entwickelt und eingesetzt wird, dass Menschen ihr sicher, nachvollziehbar und verantwortungsvoll vertrauen können. Der Begriff stammt vor allem aus der europäischen KI-Ethik und bildet die Grundlage vieler aktueller Digitalisierungs- und Förderprogramme. Im Kern bedeutet vertrauenswürdige KI, dass nicht nur die technische Leistungsfähigkeit zählt, sondern auch ethische, rechtliche und gesellschaftliche Anforderungen erfüllt werden.

Startseite der KINDERVEREINIGUNG Leipzig auf der Beteiligungsplattform



Maßnahmen in der Praxis

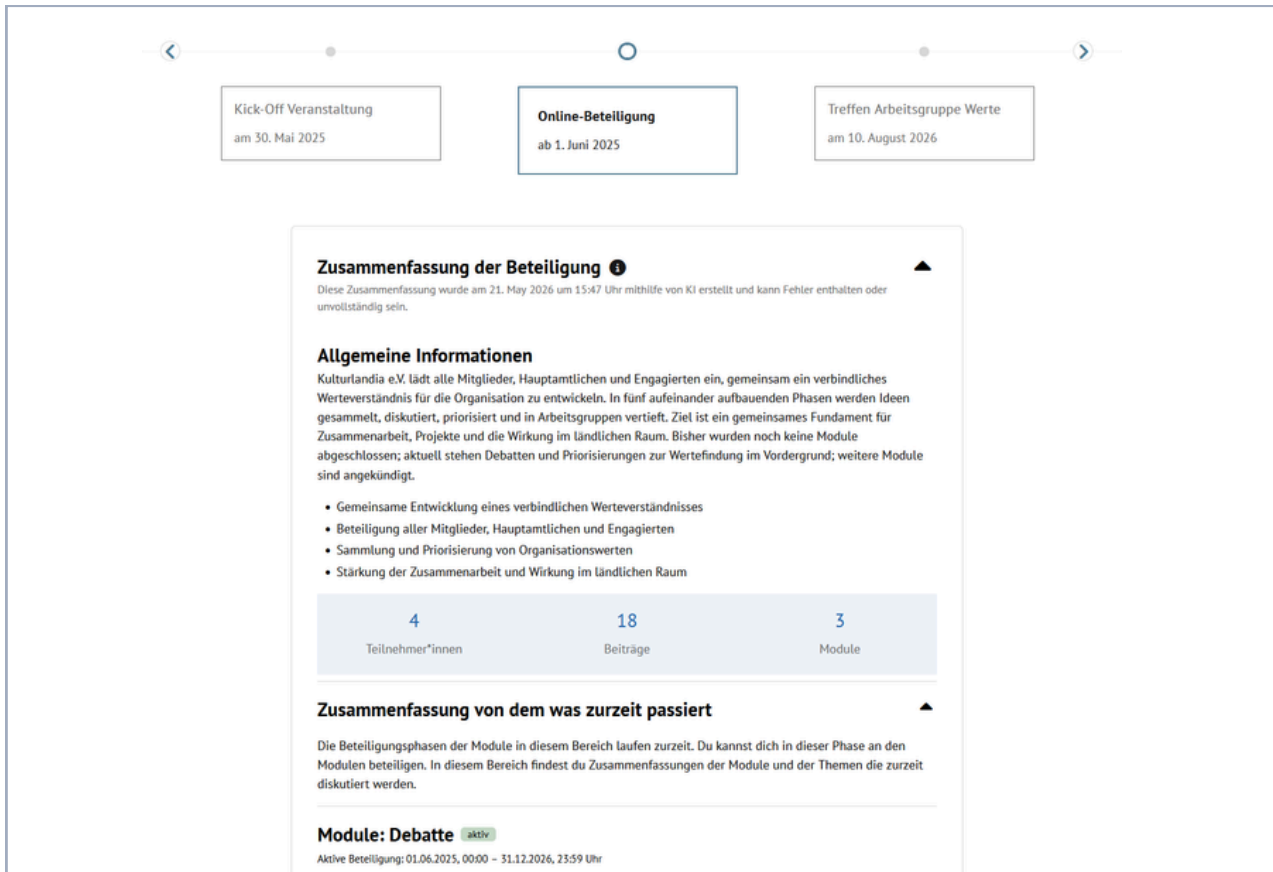
Die entwickelte digitale Partizipationsplattform wurde iterativ und unter Einbindung der Praxis- und Multiplikatoren-Perspektive umgesetzt. Ausgangspunkt bildete eine Anforderungsphase, in der erste Bedarfe des KVL-Kontextes und aus der Literatur um Nonprofit-Organisationen (NPO) erhoben wurden. Diese wurden in zwei Workshops unter Beteiligung des Entwicklungsteams, der KVL sowie den wissenschaftlichen Partnern des Vorhabens konkretisiert und hierarchisiert. Aufgrund der zeitlichen und finanziellen Projektbegrenzung wurde in der Umsetzung auf die Funktionen der Gastkontenzugänge, Learning Nuggets und der KI-Komponente fokussiert. Somit standen in der ersten Iteration die niedrigschwellige Nutzbarkeit und der unmittelbare Mehrwert für NPO im Vordergrund. Dazu wurden die funktionellen Grundlagen geschaffen: kompakte Lerneinheiten („Learning Nuggets“) unterstützen Organisationen und Teilnehmende ohne technisches Vorwissen beim Einstieg in digitale Partizipation, während Gastzugänge einen unkomplizierten Zugang zu Beteiligungsformaten ermöglichen. Erstes Feedback aus der praktischen Erprobung in der KVL floss kontinuierlich in Design- und Funktionsentscheidungen ein.

Auf dieser Basis wurde in der zweiten Iteration die Plattform in agilen Entwicklungszyklen nach SCRUM weiterentwickelt. Hier lag der Schwerpunkt auf der Konzipierung, Entwicklung und Integration der KI-Komponente sowie der Ausarbeitung klarer Leitlinien für verantwortungsvolle KI-Unterstützung in Beteiligungsprozessen. Die KI dient nicht der automatischen Entscheidungsfindung, sondern als moderierende und strukturierende Unterstützung: Sie fasst Diskussionen zusammen,

macht Argumentationslinien sichtbar und hilft dabei, große Beteiligungsräume übersichtlich zu halten und somit später einsteigenden Teilnehmenden oder Moderator:innen einen schnellen Überblick zu verschaffen. Technisch basiert die KI-Komponente auf einem datenschutzkonform in Europa gehosteten System, das die Open-Source-Modelle Mistral und ChatGPT kombiniert. So können erprobte Modelle datenschutzkonform und im Hinblick auf digitale Souveränität für den NPO-Kontext angeboten werden.

Die Entwicklung der KI-Komponente orientierte sich an fünf zentralen Qualitätsprinzipien. Erstens stellt Repräsentativität sicher, dass sowohl Mehrheits- als auch Minderheitenpositionen sichtbar bleiben. Zweitens fördert Meinungsvielfalt die Darstellung unterschiedlicher Argumenttypen und Perspektiven, anstatt Diskussionen zu vereinheitlichen. Drittens gewährleistet Neutralität eine kontrollierte sprachliche Rahmung, sodass die KI keine inhaltliche Bewertung oder Verzerrung einführt. Viertens sorgt Themenabdeckung dafür, dass relevante Themenaspekte vollständig berücksichtigt werden und keine wichtigen Beiträge verloren gehen. Schließlich stellt inhaltliche Treue sicher, dass Inhalte korrekt wiedergegeben werden, ohne Halluzinationen oder falsche Zuschreibungen.

Nach der Entwicklungsphase wird die Plattform aktuell weiter erprobt und verstetigt. Durch diesen iterativen Ansatz entstand eine kostenfreie und praxisorientierte Plattform, die NPO befähigt, digitale Beteiligung selbstständig umzusetzen und gleichzeitig durch KI unterstützte Funktionen für die niedrigschwellige Beteiligung verantwortungsvoll zu nutzen.



Screenshot einer KI-gestützten Zusammenfassung eines exemplarischen Beteiligungsverfahrens

Learnings & Ausblick

Obwohl die Beteiligungsplattform für den KVL-spezifischen Kontext entwickelt wurde und rein digitale Beteiligungsformate ermöglicht, musste sie in ihrer Praxisanwendung bzw. -erprobung dennoch in analoge Formate eingebunden werden. Eine rein digitale Beteiligung ist, je nach Digitalisierungsgrad der Organisation, teilweise nicht umzusetzen und bedarf gut strukturierter Einführungsformate (Onboarding). Auch kann die Plattform nur einen Teil der Partizipation unterstützen. Die Planung, Moderation und Auswertung werden nicht digital unterstützt und liegen in der Verantwortung der Organisator:innen der Prozesse. Perspektivisch soll die Beteili-



Die Mitwirkung an der Entwicklung eines KI-gestützten digitalen Beteiligungstools war ein spannender Prozess, bei dem wir als KINDERVEREINIGUNG viel gelernt haben, sowohl über die technischen Aspekte als auch über ethische Dimensionen von KI.”

Dr. Romy Wöhlert, Digitalisierungsbeauftragte der KINDERVEREINIGUNG Leipzig

gungsplattform sowie die Learning Nuggets noch in mehreren NPO erprobt werden, um so eine breitere Perspektive auf den Praxiseinsatz und notwendige Anpassungen zu bekommen. ●

Mit intelligenten Entscheidungshilfen zu verbesserter Entscheidungsqualität

Unternehmen	KSG GmbH
Schwerpunkt	Herstellung von Leiterplatten
Unternehmensgröße	Ca. 650 Mitarbeitende
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Professur Fabrikplanung und Intralogistik, TU Chemnitz

Organisationsprofil

Die KSG GmbH ist ein europäischer Hersteller von Leiterplatten mit Standorten in Gornsdorf (Sachsen) und Gars am Kamp (Niederösterreich). Das Unternehmen stellt jährlich mehr als 350.000 m² Leiterplatten in allen Technologiesegmenten für den internationalen Markt her und arbeitet mit mehr als 1.000 Kunden zusammen. Der Standort Gornsdorf besteht seit 1878 – erst als Strumpfwaren-Fabrik und seit 1959 für die Produktion von Leiterplatten, welche aktuell vorrangig für die Segmente Industrie- und Automobilelektronik ausgerichtet sind.

Ausgangssituation

Leiterplatten für hochkomplexe elektronische Anwendungen müssen höchsten Qualitätsanforderungen entsprechen. Deshalb durchlaufen sie vor der Auslieferung einen mehrstufigen Prüfprozess mit dem Anspruch, dass kein relevanter Fehler unentdeckt bleibt.

Am Standort Gornsdorf sind acht vollautoma-

tisierte Systeme zur automatischen optischen Inspektion im Einsatz (sogenannte AOI-Anlagen). Sie prüfen hochkomplexe Leiterplatten automatisiert auf sichtbare Auffälligkeiten und mögliche Defekte. Betrieben werden diese Anlagen von ca. 40 Mitarbeitenden. Da die Prüfstrategie bewusst sehr sensibel ausgelegt ist, werden neben tatsächlichen Fehlern auch zahlreiche unkritische Auffälligkeiten als potenzielle Fehler markiert. Die sogenannten Scheinfehler müssen anschließend manuell gegengeprüft und anhand eines Fehlerkatalogs bewertet werden.

Dieser Arbeitsprozess erfordert eine kontinuierlich hohe Konzentration, ein ausgeprägtes Qualitätsverständnis und

Außenansicht Unternehmen. Foto: KSG GmbH



Technische Ziele

- Senkung der Scheinfehlerquote durch KI-gestützte Prüflogik

Nachhaltigkeitsziele

- Mentale Entlastung der Mitarbeitenden, z. B. durch die Reduktion von Frustration

Zielstellungen des Pilotvorhabens der KSG GmbH im Rahmen des KMI-Projekts

schnelle Entscheidungen. Für die Prüfenden ist die Tätigkeit mental anspruchsvoll, da über längere Zeiträume sehr viele ähnliche Prüfbilder zuverlässig beurteilt werden müssen. Zusätzlich müssen die Prüfparameter in den Anlagen für unterschiedliche Produkte, Oberflächen und Auftragsbedingungen aufwendig angepasst werden. Dadurch schwanken die Scheinfehler-Quoten je nach Auftrag und verursachen betriebliche Ineffizienzen.

Lösungsansatz

Im Fokus stand die Frage, wie Künstliche Intelligenz die automatisierte optische Prüfung von Leiterplatten gezielt unterstützen kann. Ziel war nicht, menschliche Entscheidungen vollständig zu ersetzen, sondern Mitarbeitende bei der Bewertung von Prüfergebnissen zu entlasten und die Prozessqualität weiter zu erhöhen.

Dazu sollten KI-basierte Methoden erprobt werden, die zwischen tatsächlichen Fehlern und Scheinfehlern unterscheiden helfen. Besonders relevant war dies für kleine Losgrößen, bei denen eine aufwendige Anpassung der Prüfparameter die Wirtschaftlichkeit stark beeinflussen kann. Die KI sollte als Entscheidungshilfe dienen, indem sie Prüfergebnisse bewertet, Hinweise auf wahrscheinliche Scheinfehler gibt und dadurch manuelle Nachprüfungen reduziert.

Gleichzeitig wurde untersucht, ob sich durch eine solche Unterstützung mentale Belastungen, Stress und Unsicherheiten im Prüfprozess

verringern lassen. Der Lösungsansatz verbindet damit technische Prozessoptimierung mit einer arbeitswissenschaftlichen Perspektive auf Entlastung und bessere Arbeitsbedingungen.



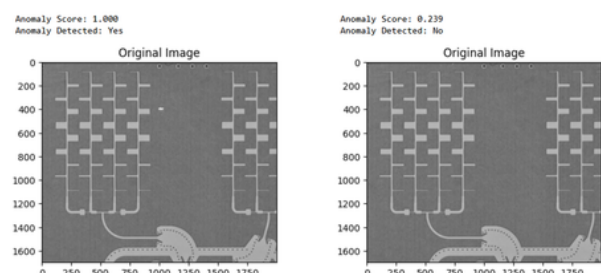
Um spezifische Probleme in der Produktion oder im Betrieb zu lösen, können

KMU nicht auf Standard-Software von der Stange zurückgreifen, sondern müssen zwingend externes Expertenwissen einkaufen. Der vorliegende Fall verdeutlicht, dass es im industriellen Mittelstand deutlich mehr als nur einen Fingerschnipp benötigt, um eine KI-Lösung erfolgreich zu implementieren.“

Philipp Roscher, KMI-Projektleitung Prüfprozesse, KSG GmbH;

Ralph Fiehler, KMI-Projektleitung, KSG GmbH.

Anomaly Score eines Leiterplatten-Fehlers. Foto: KSG GmbH



AOI-Prüfsystem der KSG-Warenausgangsprüfung „Visper“. Foto: KSG GmbH



Wie arbeiten Systeme der automatischen optischen Inspektion (AOI)

Systeme der automatischen optischen Inspektion erfassen Leiterplatten mit Kameras und prüfen die Bilder automatisiert auf sichtbare Auffälligkeiten. Dabei vergleichen sie Merkmale wie Formen, Farben, Abstände oder Oberflächenstrukturen mit definierten Vorgaben. Abweichungen werden als mögliche Fehler markiert und anschließend immer durch Mitarbeitende überprüft.

Maßnahmen in der Praxis

Im Projekt wurde der KI-Anwendungsfall zur Qualitätsprüfung schrittweise und praxisnah entwickelt. Grundlage war eine strukturierte KI-Roadmap, die technische, organisatorische und arbeitsbezogene Fragen miteinander verband. Zu Beginn wurden der bestehende Prüfprozess, die eingesetzten AOI-Anlagen sowie die Anforderungen der Mitarbeitenden gemeinsam analysiert. Ziel war es, ein gemeinsames Verständnis für die Ausgangssituation, die verfügbaren Daten und die Möglichkeiten von KI zu schaffen.

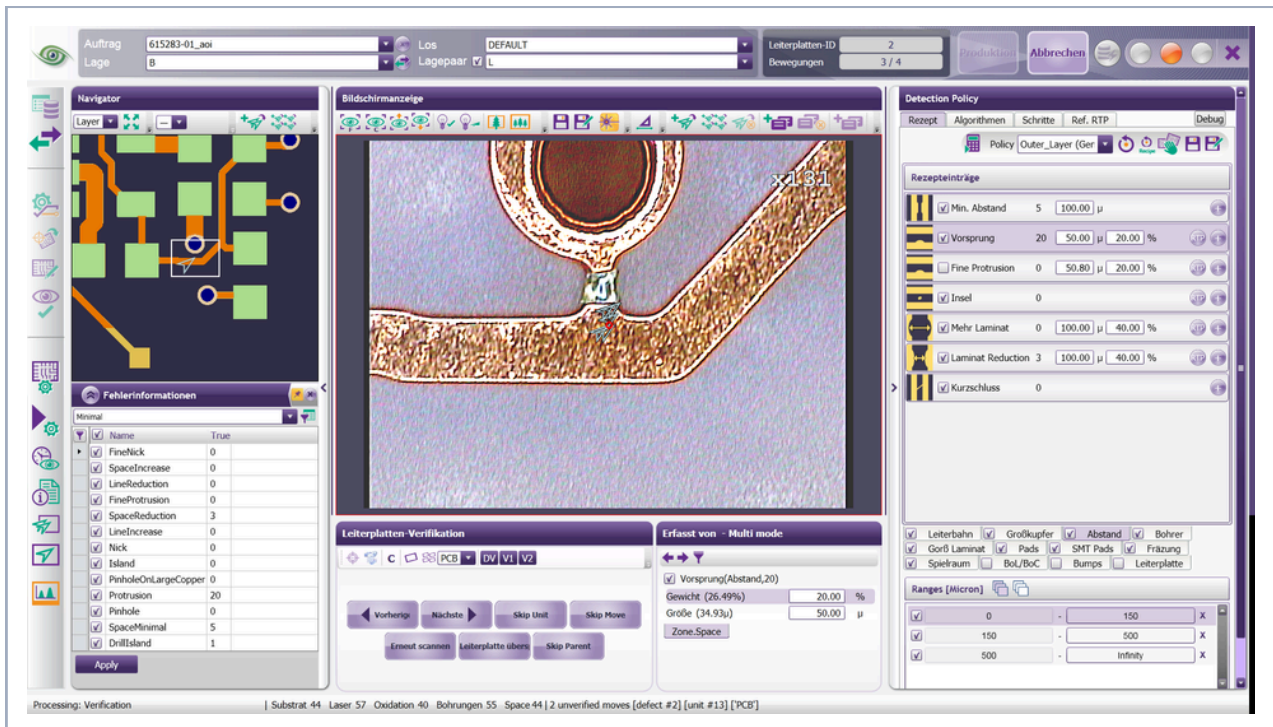
Zunächst wurde untersucht, ob KI bereits in früheren Prüfschritten innerhalb des Produktionsprozesses eingesetzt werden kann. Da hierfür jedoch keine geeigneten Schnittstellen zu den relevanten Maschinen verfügbar waren und die Umsetzung mit hohem technischem Aufwand verbunden gewesen wäre, wurde dieser Ansatz nicht weiterverfolgt. Im weiteren Verlauf wurde der Fokus auf die Endprüfung der Leiterplatten gelegt. Dazu mussten zunächst die Bilddaten der AOI-Anlagen zugänglich gemacht werden. Die Anlagen erzeugen bereits zahlreiche Prüfbilder, stellen diese jedoch nicht über eine einfache Schnittstelle bereit. Durch Reverse Engineering wurde analysiert, wie die Bilder im

bestehenden Prüfsystem abgelegt werden. So konnten die vorhandenen Fehlerbilder für das KI-System genutzt werden.

Anschließend wurden die vorhandenen Fehlerbilder für die KI-Entwicklung aufbereitet. Fachkundige sichteten dazu die Bilder manuell und ordneten sie den jeweiligen Fehlerklassen zu. Dieses sogenannte "Labeling" ist notwendig, damit ein KI-Modell aus Beispielen lernen kann. Daraus wurde ein erster Testdatensatz mit jeweils 100 gelabelten Bildern für vier Fehlerkategorien erstellt, um verschiedene KI-Modellansätze zu erproben und ihre Ergebnisse bewerten zu können.

Ein erster Ansatz zielte darauf ab, konkrete Fehlerklassen automatisch vorherzusagen. Dieser erwies sich jedoch als zu komplex für die verfügbare Datenbasis. Erfolgversprechender war ein vereinfachter Ansatz, bei dem die KI zunächst unterscheiden sollte, ob ein Bild einen tatsächlichen Fehler zeigt oder nicht. Ergänzend wurde geprüft, ob der Vergleich von fehlerfreien Referenzbildern, sogenannten Golden-Master-Bildern, mit aktuellen Fehlerbildern dazu beitragen kann, relevante Auffälligkeiten besser zu isolieren.

Parallel zur technischen Entwicklung wurden die Mitarbeitenden einbezogen. Vor der Ausrollung einer ersten prototypischen Version wurde eine Befragung durchgeführt, um einen Vergleich der MA-Arbeitsbelastung ohne und mit KI-Anwendung aufzunehmen. Zudem wurde frühzeitig betrachtet, wie sich KI-Komponenten perspektivisch in die vorhandene Prüfsoftware integrieren lassen. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage, wie Mitarbeitende bei der Bewertung von Scheinfehlern unterstützt und manuelle Prüfschritte gezielter reduziert werden können.



Von der KI-Lösung zu detektierende Fehlerbilder von
Leiterplattenlayouts

Der entwickelte Prototyp diente damit nicht als fertiges Produktivsystem, sondern als erprobbarer Zwischenschritt. Er machte sichtbar, welche Potenziale KI in der optischen Qualitätsprüfung bietet und welche Voraussetzungen für eine spätere betriebliche Einführung noch geschaffen werden müssen.

Learnings & Ausblick

Der Use Case zeigte, dass KI in der Qualitätsprüfung vor allem dann wirksam werden kann, wenn Datenqualität, Prozessverständnis und Akzeptanz der Mitarbeitenden gemeinsam betrachtet werden. Besonders deutlich wurde, dass die technische Machbarkeit stark von verfügbaren Schnittstellen, strukturierten Daten und ausreichend gelabelten Fehlerbildern abhängt.

Ein wichtiges Learning war außerdem, den KI-Ansatz nicht zu komplex zu starten. Die

automatische Vorhersage einzelner Fehlerklassen erwies sich zunächst als anspruchsvoll. Ein reduzierter Ansatz zur Unterscheidung zwischen Fehler und Nicht-Fehler war dagegen besser geeignet, um erste belastbare Ergebnisse zu erzielen.

Der im Projekt entwickelte Prototyp wird derzeit durch eine externe Firma in ein Produktivsystem überführt und betrieblich implementiert. Damit beginnt der Übergang von der prototypischen Erprobung zur praktischen Nutzung im Prüfprozess. Entscheidend ist eine gute Integration der KI-Lösung in die Arbeitsabläufe der Mitarbeitenden. Nach der Einführung soll bewertet werden, ob die Lösung im Arbeitsalltag zuverlässig unterstützt, Scheinfehler reduziert und die Prüfenden spürbar entlastet und dem hohen Qualitätsanspruch des Unternehmens genügt. 

KI-gestützte Personaleinsatzplanung und Produktionslinienoptimierung

Unternehmen	Magna Exteriors (Meerane) GmbH
Schwerpunkt	Zulieferer Automobilindustrie
Unternehmensgröße	Mittelständiges Unternehmen
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Kompetenzzentrum KMI am InfAI e. V. Data Science Research Group, Westsächsische Hochschule Zwickau Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, TU Chemnitz

Organisationsprofil

Die Magna Exteriors (Meerane) GmbH gehört zum globalen Technologieunternehmen Magna und ist ein etablierter Partner der Automobilindustrie. Das Portfolio umfasst modulare Zugangssysteme wie Heckklappen und Fahrzeugtüren, Stoßfänger- und Außenverkleidungen, Front-End-Module sowie innovative Lösungen im Bereich Aerodynamik und Funktionalität.

Ausgangssituation

Die Herstellung von Fahrzeugteilen umfasst vielfältige Arbeitsschritte mit unterschiedlichen Kompetenz- und Informationsanforderungen. Die Qualifizierung und Weiterentwicklung der Mitarbeitenden erfolgt kontinuierlich und orientiert sich an der hohen Produktvarianz sowie sich wandelnden Anforderungen der Automobilhersteller.

Im Werk wird ein flexibles Personaleinsatz-

modell verfolgt, das unter anderem auf Job Rotation basiert und eine breite Qualifizierung der Mitarbeitenden unterstützt. Gleichzeitig erfordern dynamische Produktionsanforderungen sowie variierende Verfügbarkeiten eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Personaleinsatzplanung.

Die Planung der Schichteinsätze erfolgt dezentral innerhalb der Schichten und basiert auf der Erfahrung und Einschätzung der Schichtplanung. Individuelle Anforderungen, Qualifikationen und Präferenzen der Mitarbeitenden werden dabei berücksichtigt, jedoch ohne durchgängige datengestützte Unterstützung.

Ziel der Pilotierung war der Aufbau einer KI-basierten Wissensplattform zur strukturierten Unterstützung des Kompetenzmanagements. Ergänzend unterstützt ein KI-gestütztes Assistenzsystem eine transparente und effiziente Personaleinsatzplanung.

Technische Ziele

- Digitale Schichtplanung
- Intelligente Personaleinsatzplanung (regel- und datenbasiert)

Nachhaltigkeitsziele

- Systematische Berücksichtigung von Mitarbeitendenfeedback
- Transparente Entscheidungsgrundlagen
- Weiterentwicklung der Teamzusammensetzung

Zielstellungen des Pilotvorhabens der Magna Exteriors GmbH im Rahmen des KMI-Projekts

Lösungsansatz

Als Grundlage wurde die bestehende Schichtplanung digitalisiert und in eine einheitliche Datenbasis überführt. Ergänzend werden relevante Einflussgrößen, insbesondere Qualifikationen, Verfügbarkeiten und direktes Mitarbeitendenfeedback am Arbeitsplatz, strukturiert erfasst und genutzt.

Auf dieser Basis werden KI-gestützte Vorschläge für die Personaleinsatzplanung erzeugt. Ziel ist es, betriebliche Anforderungen und individuelle Präferenzen bestmöglich in Einklang zu bringen.

Das Vorgehen umfasst folgende Schritte:

1. Digitalisierung der Schichtplanung
2. Strukturierter Aufbau der Datengrundlage
3. Kontinuierliche Auswertung und Weiterentwicklung
4. Entwicklung einer KI-gestützten Planungsunterstützung

Ergänzend wird ein Ansatz zur **simulations-gestützten Produktionsoptimierung** verfolgt. Dabei werden Prozessparameter analysiert und Zusammenhänge zwischen Parametereinstellungen und Qualitätskennzahlen transparent gemacht.

Werk der Magna Exteriors GmbH in Meerane. Foto: Magna Exteriors GmbH



Was ist eine Simulation im Produktionskontext?

Simulation bedeutet, verschiedene Parametereinstellungen virtuell durchzuspielen, um ihre Auswirkungen abzuschätzen. Im dargestellten Use Case hilft das, die Ausschussquote vorab zu prognostizieren und Einstellungen gezielter auszuwählen bevor Änderungen in der Produktion getestet werden.

Maßnahmen in der Praxis

Im Projekt wurden die zentralen Grundlagen strukturiert aufgebaut. Dazu gehört insbesondere der Aufbau und die kontinuierliche Pflege einer Kompetenzmatrix. Ein digitales Teamboard bündelt alle relevanten Informationen wie Mitarbeitende, Arbeitsplätze, Qualifikationen und Verfügbarkeiten und stellt eine einheitliche Datenbasis für die Planung bereit.

Die KI-gestützte Personaleinsatzplanung unterstützt die Schichtplanung durch fundierte, datenbasierte Vorschläge. Diese werden weiterhin durch die Schichtleitung geprüft und bei Bedarf angepasst. Direktes Feedback der Mitarbeitenden am Arbeitsplatz wird gezielt genutzt, um Präferenzen und Belastungssituationen zeitnah zu berücksichtigen.

Technisch basiert die Lösung auf einem Optimierungsverfahren, das verschiedene Einflussgrößen gleichzeitig berücksichtigt. Ergänzt wird dies durch flexible Systemkomponenten, die Anpassungen bei veränderten Anforderungen ermöglichen.

Die Datenverarbeitung erfolgt datenschutzkonform, mit klar getrennten Datenstrukturen und eingeschränkten Zugriffen. Personenbezug ist nur in definierten Fällen und ausschließlich über autorisierte Stellen möglich.

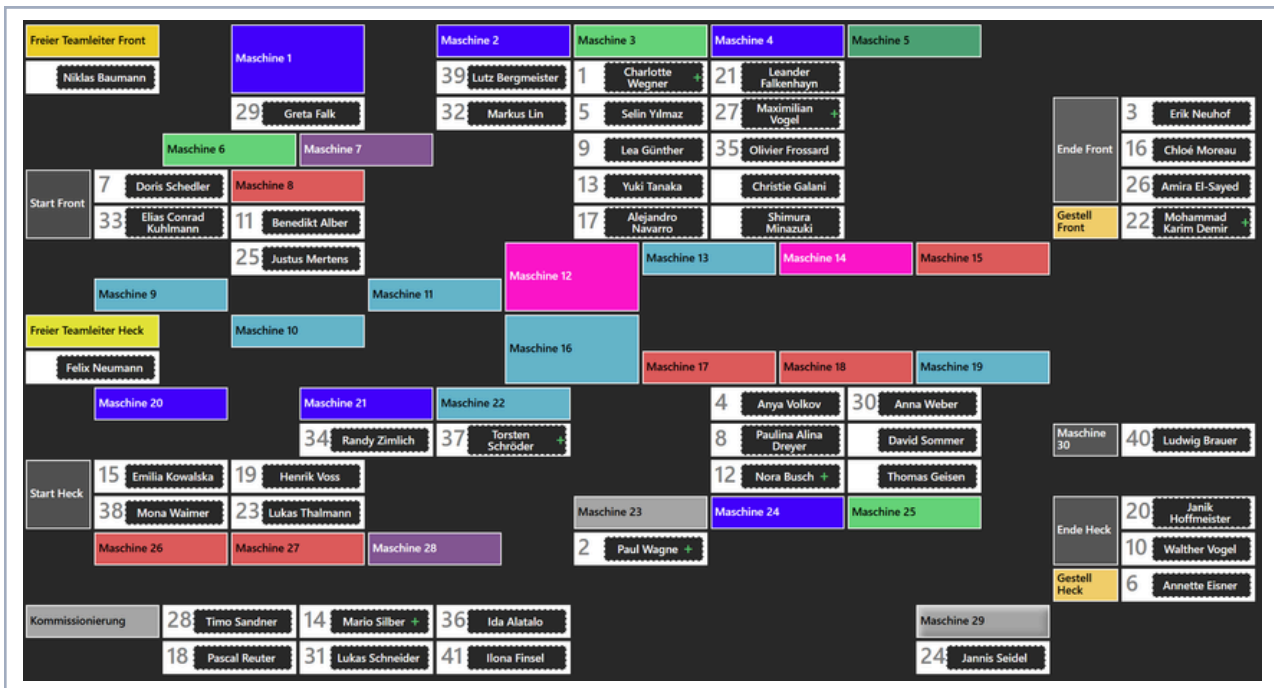
Parallel dazu wurde eine simulationsgestützte Produktionsoptimierung umgesetzt, die eine transparente Analyse von Prozesszusammenhängen ermöglicht und gezielte Verbesserungen unterstützt.



Für uns ist KI ein zentraler Baustein, um die Zukunft der Produktion aktiv zu

gestalten – immer mit dem klaren Ziel, unsere Mitarbeitenden zu stärken, ihre Potenziale besser zu nutzen und ihnen ein modernes, attraktives Arbeitsumfeld zu bieten.

Christoph Scheufler, Assistant General Manager der Magna Exteriors (Meerane) GmbH



*Digitales Teamboard zur KI-gestützten Personaleinsatzplanung am Standort Meerane
(Darstellung mit anonymisierten Testdaten)*

Learnings & Ausblick

Ein zentraler Erfolgsfaktor war der strukturierte Aufbau einer belastbaren Datengrundlage. Durch transparente Kommunikation wurde eine hohe Akzeptanz und aktive Beteiligung der Mitarbeitenden erreicht.

Entscheidend ist die Fokussierung auf relevante Datenquellen, insbesondere Qualifikationen, Verfügbarkeiten und arbeitsplatzbezogenes Feedback.

Die Methoden zur Datenerhebung wurden iterativ weiterentwickelt, um eine gute Integration in den Arbeitsalltag sicherzustellen.

Die entwickelten Ansätze bieten eine solide Grundlage für den weiteren Ausbau sowie die Übertragung auf zusätzliche Anwendungsfelder. 

Neue Potentiale erschließen – KI und Innovationsprozesse

Unternehmen	Vitesco Technologies GmbH, ein Unternehmen der Schaeffler Gruppe
Schwerpunkt	Automobil und Industrie
Unternehmensgröße	Großunternehmen
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Kompetenzzentrum KMI am InfAI e.V. Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, TU Chemnitz

Organisationsprofil

Die Schaeffler AG ist eine weltweit führende Motion Technology Company und ein weltweit führender Zulieferer für Antriebstechnologien. Seit dem 1. Oktober 2024 gehört die Vitesco Technologies GmbH zu Schaeffler und zählt zu den größeren Partnerunternehmen des Forschungsprojekts KMI. Am Standort Limbach-Oberfrohna (Sachsen) beschäftigt das Unternehmen rund 900 Mitarbeitende (Stand 10/25) und fertigt Dieseleinspritzsysteme sowie Turbolader für den globalen Automobilmarkt.

Ausgangssituation

Am Standort in Limbach-Oberfrohna werden bereits eine Reihe von KI-Anwendungen einge-

setzt, um Mitarbeitende in Produktion, Qualitätssicherung und Instandhaltung zu unterstützen. Der bestehende Innovationsprozess für KI-Anwendungsfälle folgt dabei einem konzernzentralen Muster: Anwendungsfälle werden im Konzern definiert, Daten aus den verschiedenen Werken in einem Cloud-System gesammelt, Algorithmen zentral entwickelt und anschließend lokal in den Werken implementiert. Die am Standort Limbach-Oberfrohna sitzende Manufacturing Intelligence-Gruppe übernimmt dabei häufig eine koordinierende und treibende Rolle.

Dieser Innovationsprozess ist aufgrund der Gegebenheiten äußerst komplex und stellt das Unternehmen immer wieder vor Probleme hin-

Technische Ziele	• Entwicklung eines praxistauglichen Innovationsframeworks für die Planung • Durchführung und Realisierung von KI-Anwendungsfällen
------------------	---

Nachhaltigkeitsziele	• Akzeptanzförderungen der Mitarbeitenden
----------------------	---

Zielstellungen des Pilotvorhabens der Vitesco Technologies GmbH (Unternehmen der Schaeffler Gruppe) im Rahmen des KMI-Projekts

sichtlich verschiedener Themen, zum Beispiel dem Wissens- und Prozessmanagement, aber auch bei Technologiemanagement und der Kooperationsstrukturen. Neben dieser Herausforderung ist auch die Akzeptanz der Mitarbeitenden in den verschiedenen Werken eine große Herausforderung, da die entwickelten Anwendungsfälle, sowohl im KI-Kontext als auch bei Cobot und IoT Applikationen, teilweise nicht im eigenen Werk entwickelt, dort aber umgesetzt werden müssen. Dahingehend ist weiterhin zu betrachten, wie dieser Veränderungsprozess mitarbeitendenorientiert zu begleiten ist, um deren Akzeptanz für diese Technologie zu erhöhen.

Lösungsansatz

Das Pilotprojekt verfolgt das übergeordnete Ziel, ein praxistaugliches **Innovationsframework** für die Planung, Durchführung und Realisierung von KI-Anwendungsfällen zu entwickeln. Dabei wird konsequent das Zusammenspiel von Technik, Mensch und Organisation in den Mittelpunkt gestellt. Als Anwendungsfall um verschiedene Methoden im Unternehmen zu testen, wurde der Wartungsprozess der eingesetzten CoBots in der Produktion näher untersucht.

Maßnahmen in der Praxis

Das methodische Vorgehen im Pilotprojekt ist als iterativer, partizipativer Prozess konzipiert, der wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung und betriebliche Anwendungsnähe miteinander verbindet. Im Rahmen des Anwendungsfalls wurde in der Analysephase eine qualitative mit einer quantitativen Erhebung kombiniert.

Was ist das Human-Centered Innovation Framework?

Auf Basis der Bedarfserhebung, einer Analyse bestehender Innovationsmodelle (u. a. Diffusionstheorie nach Rogers, TAM, UTAUT, Elemente aus Design Thinking und Change-Management) sowie einer Workshopreihe mit der Vitesco Technologies GmbH wurde das Human-Centered Innovation Framework (HC-IF) entwickelt. Das Framework ist modular aufgebaut, auf die Ressourcenrealität von KMU ausgerichtet und lässt sich nahtlos in bestehende Unternehmensprozesse integrieren.

Literatur: Hein-Pensel, F.; Schuhmann, S. (2026). Beyond Tech: Human-Centered Innovation Framework. GfA-Press, Sankt Augustin 2026, 1007-1012. <https://doi.org/10.61063/FK2026>

Im ersten Schritt wurden am Standort in Limbach-Oberfrohna drei teilstrukturierte Gruppeninterviews mit je zwei Vertretern von Maschineneinrichtern, Systembetreuern und Instandhaltern geführt. Die Interviews hatten eine Dauer von 45 - 60 min. Inhalt der Interviews war zunächst der reguläre Ablauf im Falle einer Wartung und Störungsbehandlung mit Fragen zum Prozess der Störungsbehebung, der Kommunikation mit anderen Stellen und der Dokumentation. Danach wurde nach Herausforderungen/Prozessproblemen im Störfall und daraus folgenden Anforderungen und Ansatzpunkten für Optimierung gefragt. Die Endnutzer des Systems wurden so im Sinne einer arbeitsgestalterischen Begleitung aktiv in die Entwicklung eingebunden, mit dem Ziel eine geeignete Schnittstelle für die spätere Implementierung zu identifizieren.

Im Anschluss an diese wurde die quantitative Erhebung mithilfe eines standardisierten Fragebogens durchgeführt. An dieser nahmen zwei Standorte von Vitesco in Deutschland und

zwei französische Werke mit insgesamt 78 Befragten teil. Ziel der Untersuchung war es, einen umfassenden Überblick über die Störungsprozesse in unterschiedlichen Standorten zu gewinnen und zu analysieren, ob eine einheitliche technische Lösung für alle Werke geeignet ist oder ob bei der Implementierung standortspezifische Besonderheiten berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus wurden auch zukünftige Problemstellungen sowie Visionen erhoben, um langfristig einen problemorientierten statt lösungsgetriebenen Ansatzes zu ermöglichen. Dies soll sowohl die soziale als auch die ökonomische Nachhaltigkeit künftiger Projekte sicherstellen. Die Einbindung der Mitarbeitenden soll dabei eine zentrale Rolle einnehmen, um bestehende Herausforderungen im aktuellen Prozess zu identifizieren und praxisnahe Verbesserungsvorschläge zu entwickeln. Im Rahmen einer Workshopreihe wurden die Ergebnisse des Projektes mit dem Projektpartner Vitesco Technologies geteilt und ein Innovationsframework erstellt.

Werksgelände am Standort Limbach-Oberfrohna. Foto: Schaeffler Gruppe





*Mensch-Roboter-Kollaboration in Aktion: Der Cobot unterstützt präzise Montageprozesse
Foto: Schaeffler Gruppe*

Learnings & Ausblick

Ein Umdenken im Change-Management dauert lange, benötigt neue Prozessvorgänge und die Bereitschaft der Mitarbeitenden und des Betriebsrats, um das Vorhaben umzusetzen. Insgesamt benötigt es besonders in größeren Unternehmen Zeit, bis dieses Umdenken auch überall angekommen ist und neue Denk- und Verhaltensmuster sich gefestigt haben. Für KMU mit begrenzten Ressourcen lässt sich daraus ableiten: Auch eine fokussierte Erhebung mit einer einzigen, gezielt gewählten Methode

stiftet deutlich mehr Mehrwert als eine Bedarfsanalyse ohne jede Mitarbeitendenbeteiligung.

Das im Projekt entwickelte Human-Centered Innovation Framework (HC-IF) verankert vier übergeordnete Leitprinzipien im Innovationsprozess, die den gesamten Prozess durchgängig orientieren. Im Unterschied zu rein prozessualen Modellen adressieren die Leitprinzipien nicht nur das Wie der Innovation, sondern explizit auch das Warum und Wozu. ■

KI-gestützte Angebotserstellung

Unternehmen	Wiewald GmbH
Schwerpunkt	Drucklufttechnik
Unternehmensgröße	Kleinunternehmen
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Kompetenzzentrum KMI am InfAI e.V. Universität Leipzig, Institut für Wirtschaftsinformatik, Professur für Informationsmanagement

Organisationsprofil

Die Wiewald GmbH ist ein Familienunternehmen mit Sitz in Leipzig mit einem Team aus 20 Mitarbeitenden, das mittlerweile in der fünften Generation geführt wird. Wiewald ist ein Anbieter für Druckluft-, Stickstoff- und Vakuumtechnik, wobei sie Kunden über den gesamten Lebenszyklus von der Planung über die Installation bis zum Service der Anlagen betreut.

Ausgangssituation

Anwendungsfälle in der Drucklufttechnik finden sich in den verschiedensten Industriezweigen, wie zum Beispiel in der Chemieindustrie, Tür- und Fensterherstellung, Recycling, Automobilbranche und der Lebensmittelindustrie.

Je nach Anwendungsbereich sind verschiedene Druckluftklassen notwendig, die verschiedene Anforderungen, etwa an die Qualität und Reinheit der Druckluft, mit sich bringen. Eine wichtige Aufgabe der Wiewald GmbH ist es, im Kundengespräch aus den Anforderungen der Kunden konkrete technische Spezifikationen abzuleiten, um dann entsprechend eine Anlage planen zu können. Dies ist oft mit mehreren persönlichen Kundengesprächen und meist einem Besuch vor Ort beim Kunden verbunden. Eine Angebotserstellung ist also mit hohem zeitlichem Aufwand verknüpft und erfordert viel Kontext- und Erfahrungswissen. Da die Anforderungen der Kunden und damit die verbauten Anlagen stark variieren, wurde bislang nicht an eine Standardisierung gedacht.

Technische Ziele

- KI-gestützte Angebotserstellung
- Automatisierte Wissensaufbereitung

Nachhaltigkeitsziele

- Entlastung der Mitarbeitenden im Vertrieb und Engineering
- Sicherung von Erfahrungswissen

Zielstellungen des Pilotvorhabens der Wiewald GmbH im Rahmen des KMI-Projekts

„Gerade im Mittelstand ist das Erfahrungswissen unserer Mitarbeitenden entscheidend. Deshalb war uns wichtig, dass die Entscheidungshoheit weiterhin beim Menschen bleibt. Mit unserem Human-in-the-Loop-Ansatz bleibt dieses Wissen im Prozess und die KI kann unsere Mitarbeitenden gezielt unterstützen, statt sie zu ersetzen.“

Skadi Berger, Geschäftsführerin der Wiewald GmbH

die angestrebte Lösung ein Angebotserstellungsassistent. Der sogenannte Wiewald Konfigurator soll während der Kundengespräche helfen, Informationen aus der Bedarfs-schilderung des Kunden aufzugreifen und daraus eine passende Angebotserstellung akkurat und zeitnah zu generieren, die dann noch durch einen Mitarbeitenden überprüft und finalisiert wird. Der Konfigurator soll auf Grundlage der Anforderungen, die aus dem Kundengespräch hervorgehen sowie technischen Spezifikationen, Produktbeschreibungen und wissenschaftlichen Beiträgen, auf welche im Hintergrund zugegriffen wird, erkennen, welche mögliche Anlagenkonfigurationen aus dem Kundengespräch ableitbar sind. Durch das Feedback der Mitarbeitenden wird die Entscheidungslogik des Systems kontinuierlich weiterentwickelt und an reale Anwendungsszenarien angepasst.

Lösungsansatz

Um die Mitarbeitenden bei der Angebotserstellung zu unterstützen und zu entlasten, ist

Unternehmenssitz der Wiewald GmbH in Leipzig. Foto: Wiewald GmbH



Was ist Reinforcement Learning?

Der Wiewald-Konfigurator nutzt große Sprachmodelle (LLMs), um Fachwissen aus technischen Dokumenten automatisch zu extrahieren und in einem Wissensgraphen zu strukturieren. Durch Rückmeldungen der Mitarbeitenden zur Qualität und Verwendbarkeit der KI-generierten Vorschläge lernt das System kontinuierlich weiter und wird auf diese Weise fortlaufend verbessert, es lernt durch positive bzw. negative Bewertungen seiner Ergebnisse (bestärkendes Lernen oder reinforcement learning).

Maßnahmen in der Praxis

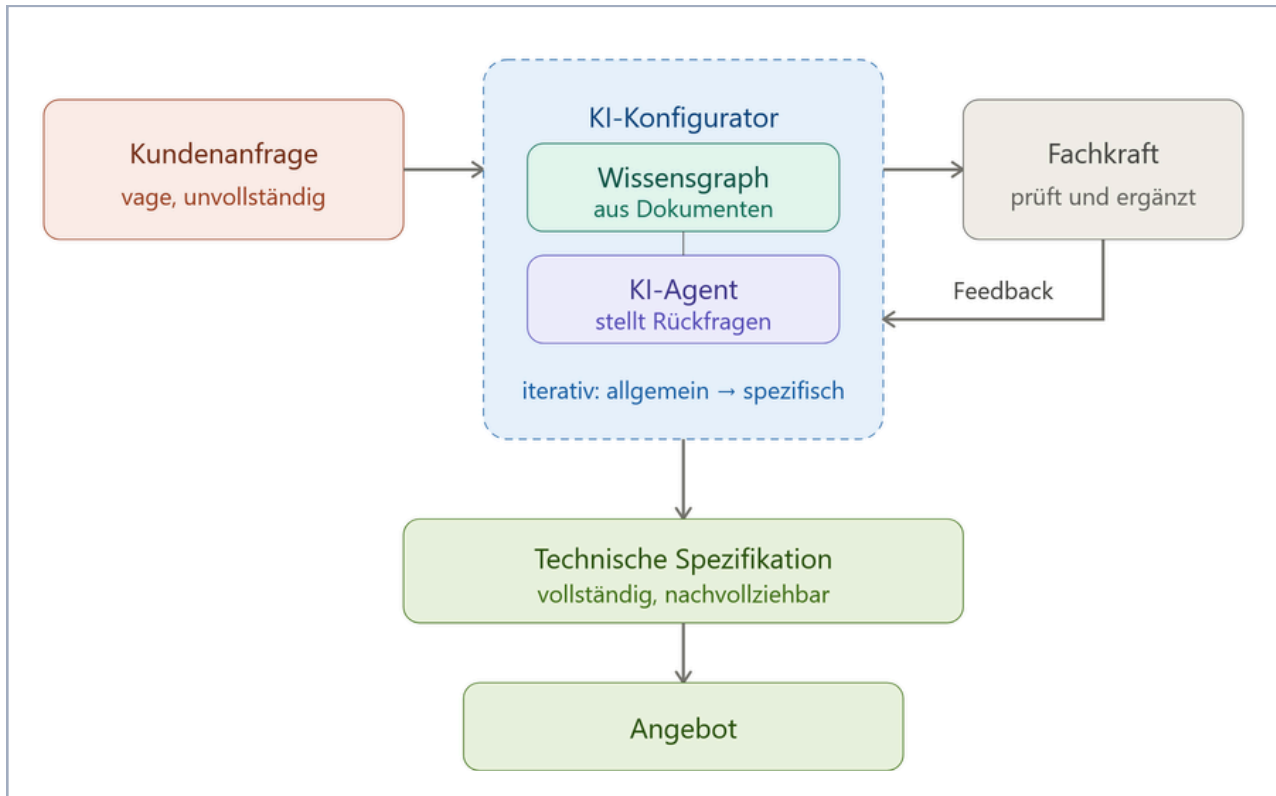
Zur Identifikation des Anwendungsfalls wurden Gespräche mit der Geschäftsführung und den für die Angebotserstellung zuständigen Mitarbeitenden geführt, um die genauen Prozesse zu verstehen und zu erkennen, an welcher Stelle ein KI-Assistent für Erleichterung sorgen könnte.

In der Umsetzung soll der bisher stark erfahrungsbasierte und zeitaufwendige Prozess der Angebotserstellung schrittweise durch ein KI-gestütztes Assistenzsystem ergänzt werden. Kundengespräche finden weiterhin wie gewohnt statt, werden jedoch künftig strukturierter in den Angebotsprozess eingebunden. Der KI-Agent unterstützt dabei, zentrale Informationen aus dem Gespräch zu erfassen, zu ordnen und mit vorhandenen technischen Daten abzugleichen. Dazu ist der Konfigurator während des Gesprächs als Spracherkennungs-

system aktiv. Auf dieser Basis erstellt das System eine erste Grundlage für eine passende Anlagenkonfiguration und dementsprechend ein erstes Angebot, welches anschließend von einer technischen Fachkraft geprüft und angepasst wird und danach dem Kunden vorgelegt werden kann.

Grundlage des Systems ist der Aufbau einer belastbaren Wissensbasis. Dazu werden technische Spezifikationen, Produktbeschreibungen, bisherige Projekterfahrungen und relevante Fachliteratur mithilfe von KI analysiert und semantisch aufbereitet. Diese Informationen werden in einem Wissensgraphen strukturiert, sodass Zusammenhänge zwischen Kundenanforderungen, Druckluftqualität, Einsatzbereichen, Anlagenkomponenten und technischen Parametern sichtbar werden. Anders als bei rein automatisierten Systemen bleibt die fachliche Kontrolle bewusst beim Menschen: Die Mitarbeitenden überprüfen die Vorschläge, bringen Erfahrungswissen ein und geben Rückmeldungen an das System.

Diese Rückmeldungen fließen in einen kontinuierlichen Lernprozess ein. So kann der Konfigurator im Laufe der Nutzung bessere Vorschläge machen und sich stärker an reale Anwendungsszenarien anpassen. Gleichzeitig werden bisher implizite Erfahrungswerte systematisch dokumentiert und für das Unternehmen verfügbar gemacht. Das entlastet Vertrieb und Engineering, reduziert Abhängigkeiten von einzelnen Wissensträger*innen und unterstützt den Generationswechsel.



Komponenten des Wiewald Konfigurators

Learnings & Ausblick

Über die Projektarbeit hinweg ist vor allem deutlich geworden, wie wichtig die systematische Digitalisierung historischer Daten ist, um daraus das Fundament für einen KI-gestützten Assistenten bilden zu können.

Aktuell wird der erste Prototyp implementiert und in einem Probelauf getestet. Begleitend werden Mitarbeitende kontinuierlich zur

Technikakzeptanz, Arbeitsbelastung und zum praktischen Nutzen befragt. So wird überprüft, wie gut sich der Konfigurator in bestehende Abläufe integrieren lässt und welche technischen oder organisatorischen Anpassungen für den langfristigen Einsatz notwendig sind. 

Personaleinsatzplanung – KI-basiert, nachvollziehbar und lokal

Unternehmen	WIN Wartung und Instandhaltung GmbH (Unternehmen der WIN Service Group)
Schwerpunkt	Dienstleister für Wartung und Instandhaltung
Unternehmensgröße	150 Mitarbeitende
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Data Science Research Group, Westsächsische Hochschule Zwickau Kompetenzzentrum KMI am InfAI e. V. Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement, TU Chemnitz

Organisationsprofil

Als Dienstleister für Wartung, Instandhaltung und Installation von Maschinen und Anlagen ist die 1993 gegründete WIN Service Group an zehn Standorten tätig. Das Unternehmen verfügt über zahlreiche Serviceteams im Innen- und Außendienst, die Aufträge von der Kundenberatung über Maschinen- und Metallbau bis zur Elektrotechnik direkt bei den rund 1.200 Kunden umsetzen.

Ausgangssituation

Die Wartung, Reparatur und De- bzw. Remontage von Maschinen und Anlagen erfordert ein hohes Maß an Expertise und Fachwissen. Die Zuordnung von Servicemitarbeitenden entsprechend ihrer Spezialisierung und ihrer sich daraus ergebenden Eignung zu eingehenden Neuaufträgen erfolgte bei der WIN bislang rein manuell und erforderte viel implizites Wissen

und Erfahrung auf Seiten der circa zehn Koordinator:innen. Im Rahmen der Zuordnung muss die Komplexität der eingehenden Aufträge erfasst, Anforderungen an die Servicemitarbeitenden abgeleitet sowie die Vielschichtigkeit der Kompetenzen der Mitarbeitenden berücksichtigt werden. Dieser Prozess führt zu personellen Abhängigkeiten vom impliziten Erfahrungswissen der Koordinierenden und verringert die Resilienz des Unternehmens bei Ausfall des entsprechenden Fachpersonals.

Die über die vergangenen Jahre kontinuierlich steigende Zahl an Aufträgen und Kunden, macht es für einzelne Koordinator:innen schwierig bis unmöglich den Überblick über alle Mitarbeitenden, ihre Kompetenzen, Verfügbarkeiten und ihre Reisefähigkeit zu behalten, um eine bestmögliche Zuweisung sicherzustellen, sowohl für die Mitarbeitenden als auch für die Kunden.

Technische Ziele	• Intelligente Personaleinsatzplanung • Daten- und Ressourceneffiziente KI-Lösungen • Lokale Ausführung zur Stärkung der digitalen Souveränität
Nachhaltigkeitsziele	• Personelle Entlastung und höhere Produktivität • Erklärbare KI für transparente und nachvollziehbare KI-Entscheidungen • Auflösung der Wissenssilos, wodurch die Resilienz des Unternehmens steigt

Zielstellungen des Pilotvorhabens der WIN Service Group Zwickau im Rahmen des KMI-Projekts

Lösungsansatz

Mit der Entwicklung eines KI-gestützten Assistenzsystems, welches über eine standardisierte Web-Schnittstelle mit dem firmeninternen Auftragsmanagementsystem verbunden ist, wurde eine Lösung entwickelt, die für eingehende Auftragsbeschreibungen passende Berufe und Kernkompetenzen und somit geeignete Servicemitarbeitende vorschlägt. Eine Benutzeroberfläche ist in das Auftragsmanagement-Programm des Unternehmens integriert, sodass beim Eingang eines Auftrags automatisch die Vorschläge des KI-Systems aufgerufen werden können und die technische Umsetzung daten- und ressourcensparend lokal im Unternehmen ausgeführt werden kann. Zusätzlich zu diesem KI-gestützten Assistenzsystem wird ein externer Demonstrator angeboten, der im Sinne einer erklärbaren KI die Entscheidungsgrund-

lagen der Vorhersage transparent macht. Die KI-basierte Lösung zielt darauf ab, die Resilienz der WIN zu erhöhen, indem die kognitive Belastung der Koordinator:innen in komplexen Zuordnungsverfahren gesenkt und die Abhängigkeit für Zuordnungsprozesse vom impliziten Wissen der Koordinator:innen verringert wird. Auf diese Weise können die Produktivität verbessert und Wissenssilos abgebaut werden. Für die Koordinator:innen bedeutet dies eine direkte Arbeits erleichterung. Servicemitarbeitende wiederum profitieren von einer geringeren Belastung und Stresslevel durch eine passgenauere Aufgabenverteilung.



Von Vorteil für das Modelltraining in unserem Anwendungsfall ist die große

Datenmenge, die wir über die Jahre gesammelt haben und ständig fortschreiben.

Sven Schindler, Geschäftsführer der WIN Wartung und Instandhaltung GmbH – Zwickau

Geschäftsführer Sven Schindler und Prokurist Tony Friedrich im Büro bei der gemeinsamen Arbeit am KI-Modell. Foto: IHK / K. Buschmann.

Was ist Bias?

Ein Bias bezeichnet eine Verzerrung von Daten, Algorithmen und/oder Entscheidungen und deutet oftmals auf bereits existierende Über- oder Unterrepräsentationen in der Datengrundlage hin. Der Bias kann weitreichende Folgen haben. Neben der Qualität des Trainingsmodell können unentdeckte algorithmische Entscheidungen zu Diskriminierungen und ungleichen Ergebnissen führen.

Maßnahmen in der Praxis

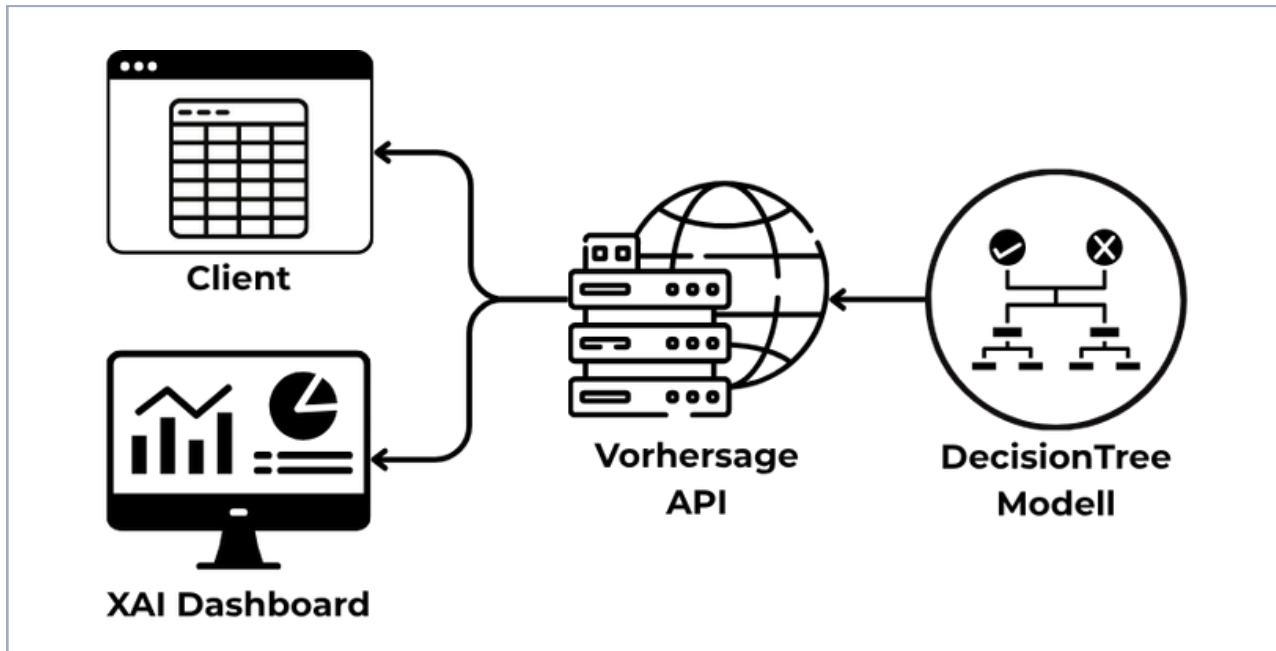
Die Entwicklung des Assistenzsystems begann mit einer Nutzungskontextanalyse und der Anforderungsanalyse für den Anwendungsfall bei der WIN, bei der zunächst die bis 2016 zurückreichende Datenbasis als Grundlage für die Entwicklung des Systems untersucht wurde. Die vorhandenen Daten wurden analysiert und exploriert, um Zusammenhänge, Wissensmatrizen sowie mögliche Probleme wie beispielsweise **Bias** durch ungleich verteilte Schlagworte in den Daten zu identifizieren. Zum Beispiel kommt, obgleich kein direkter fachlicher Zusammenhang besteht, das unspezifische Wort “Stück” oder “St.” sehr häufig in bestimmten Aufträgen vor. Das führt dazu, dass Suchanfragen mit diesem Wort fälschlicherweise schnell einem Auftragsstyp zugeordnet werden.

Die Datenlage umfasste einerseits Informationen zu Kompetenzen der Mitarbeitenden (z. B. basierend auf Zertifikaten oder ihren IHK-Profilen) sowie einer Übersicht vergangener Aufträge. Die Daten wurden dafür zunächst strukturiert, bereinigt und normalisiert. Daraufhin erfolgte eine erste Ableitung der Kompetenzbedarfe für bestimmte Aufgaben, basierend auf der Zuordnung von Mitarbei-

tenden zu Aufgaben sowie den hinterlegten Kompetenzprofilen.

Eine große Herausforderung für das Modelltraining war der Umgang mit den in der Regel sehr kurz gehaltenen Auftragsbeschreibungen (Freitext Tätigkeitsbeschreibung), die implizites und technisches Domänenwissen voraussetzen. Ein Beispiel hierfür ist die Auftragsbeschreibung “Erweiterung Schweißgasversorgung: Schweißer/in”. Mit dem Berufsbild Schweißer sind zahlreiche mögliche Kernkompetenzen verknüpft, etwa Montage (Metall, Anlagenbau), Schweißnahtprüfung, Schweißtechnik, Löten, Qualitätsprüfung, Qualitätssicherung, Rohrinstallation, Rohrleitungsbau, Schutzgasschweißen, Schweißroboter etc. Die Herausforderung besteht darin, aus den knappen Auftragsbeschreibungen, zwischen denen häufig wenig Trennschärfe vorliegt, die tatsächlich relevanten Kompetenzbedarfe abzuleiten. Auf Basis der aufbereiteten und normalisierten Daten wurde anschließend ein Modell trainiert und ein Prototyp entwickelt, um Vorschläge für die Zuordnung von Servicemitarbeitenden zu Aufträgen zu generieren. Nach der Empfehlung eines für einen eingehenden Auftrag passenden Berufs schlägt das System eine randomisierte Vorschlagsliste an Mitarbeitenden mit dieser beruflichen Qualifikation vor.

Die Evaluation des Prototyps erfolgte gemeinsam mit den Mitarbeitenden des Unternehmens, die insbesondere Aspekte wie Benutzbarkeit, Erklärbarkeit und Zuverlässigkeit der Vorhersagen evaluierten. Das Feedback aus dieser Evaluation sowie weitere Erkenntnisse aus der Datenanalyse fließen kontinuierlich in die Verbesserung der Datenqualität und der Modellvorhersagen ein.



Die Komponenten des KI-gestützten Assistenzsystems zur Unterstützung der Produktionsplanung

Parallel dazu werden Funktionalität und Nutzerfreundlichkeit der Benutzeroberfläche weiterentwickelt. Darunter fallen sowohl die fortlaufende Vereinfachung des Frontend-Designs als auch die Erhöhung der Prägnanz von Erklärungen der KI-Voraussagen im Dashboard.

Learnings & Ausblick

In einem wissenschaftlich fundierten Prozess wurden die Daten analysiert und eine optimale Lösung zur Durchführung eines Modell-Trainings gefunden. Hierbei standen neben den Herausforderungen der Daten auch Anforderungen der WIN hinsichtlich des Datenschutzes, digitaler Souveränität und langfristiger Nutzbarkeit des Assistenzsystems im Fokus. Der Service kann aufgrund der gewählten Lösung daten- und ressourcensparsam auch direkt auf den eigenen Servern des Unternehmens betrieben werden, was eine unabhängige Nutzung

ermöglicht. Das System ist zudem so konzipiert, dass es zukünftig automatisiert mit neuen Daten weiterentwickelt und aktualisiert werden kann, um die Vorhersagequalität kontinuierlich zu verbessern, Anpassungen an veränderte Anforderungen zu ermöglichen und langfristig eine verlässliche, aktuelle Entscheidungsunterstützung zu bieten.

Die enge Zusammenarbeit zwischen Forschung, Entwicklung und dem Unternehmen war hilfreich und notwendig für das gegenseitige Verständnis über Ziele und Herausforderungen. Agile Entwicklungsmethoden stellen zudem sicher, dass nicht statisch an einmal festgeschriebene Anforderungen festgehalten wird, sondern Ziele flexibel erreicht werden können. Der Austausch zwischen Forschung und Praxis führte auf beiden Seiten zu einem erheblichen Erkenntnisgewinn und ermöglichte wertvolle Einblicke sowohl in wissenschaftliche Aspekte als auch in praktische Herausforderungen. ■

Vom Bauchgefühl zu echten Daten in der Produktionsplanung

Unternehmen	Wittenbecher Maschinenbau GmbH
Schwerpunkt	Lohnfertigung von Dreh- und Frästeilen
Unternehmensgröße	Kleinstunternehmen
Wissenschaftliche Partner der Pilotierung	Kompetenzzentrum KMI am InfAI e. V. Professur Fabrikplanung und Intralogistik, TU Chemnitz Data Science Center ScaDS.AI Dresden/Leipzig, Uni Leipzig Data Science Research Group, Westsächsische Hochschule Zwickau

Organisationsprofil

Wittenbecher ist ein Lohnfertigungsunternehmen für Dreh- und Frästeile aller zerspanbaren Materialien in Leipzig. Das Familienunternehmen blickt auf eine 90-jährige Geschichte zurück. Aktuell beschäftigt der Betrieb zehn Mitarbeitende, die über ein fundiertes fertigungstechnisches Fachwissen verfügen. Das Sortiment umfasst unter anderem Schwingungsdämpfer für Klaviere, Ventile für Hochwasserschutzanlagen und Bauteile für Klimaanlage, die aus Stahl, Edelstahl, Messing, Aluminium, Kupfer und Kunststoffen gefertigt werden.

Ausgangssituation

Die Produktion ist als Werkstatt organisiert und zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität aus. Dies führt zu sehr kleinen Losgrößen (1-500)

und einem produktindividuellen Materialfluss. Aufgrund dieser variablen Auftragsstruktur kommt es zu einer breiten Streuung der Auftragszeiten und der bearbeiteten Werkstoffe. Die große Varianz der Kundenanforderungen führt zu einem sehr unterschiedlichen Mix an Aufträgen, der sich kontinuierlich durch die Fertigung bewegt. Hieraus und insbesondere durch die Bearbeitung unterschiedlicher Werkstoffe ergeben sich erhebliche Rüst- und Koordinationsaufwände. Um diese zu begrenzen, wird die Bestimmung der Bearbeitungsreihenfolge und die Auftragsfreigabe größtenteils zentral mithilfe von implizitem Erfahrungswissen, dem sprichwörtlichen Bauchgefühl, vorgenommen. Dem stehen nur rudimentäre, technisch gestützte Planungs- und Steuerungsprozesse gegenüber.

Technische Ziele

- KI-basierte und menschengerechte Planung und Steuerung der Produktion
- Optimierung der Projektdurchlaufzeiten

Nachhaltigkeitsziele

- Reduktion von Planungsaufwand
- Schaffung von Transparenz und Verlässlichkeit für die Mitarbeitenden durch verbesserte Informationsflüsse

Zielstellungen des Pilotvorhabens der Wittenbecher Maschinenbau GmbH im Rahmen des KMI-Projekts

Lösungsansatz

Zu Beginn des KMI-Projektes waren nur historische technische Zeichnungen und die dazugehörigen Kosten als Datensatz vorhanden. Für die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) standen hingegen keine direkt verwertbaren Daten zur Verfügung. Aus dieser Ausgangssituation ergaben sich große Potenziale für den Einsatz datenbasierter Technologien, um die Effizienz des Unternehmens zu steigern und die Planung weniger abhängig vom Erfahrungswissen einzelner Personen zu gestalten.

Als ein Lösungsansatz wurde eine **Heuristik** zur Reihenfolgeplanung in PPS im Betastadium entwickelt, welche auf einer systematischen Erhebung und Bewertung relevanter und verfügbarer Auftragsparameter basiert.

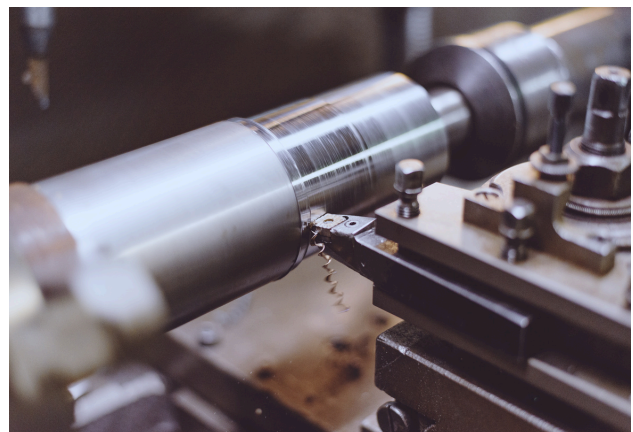
Darüber hinaus reduziert die sequenzielle Bearbeitung von Aufträgen, die eine bestimmte Ähn-

lichkeit aufweisen, den Bedarf an begleitenden Tätigkeiten, wie beispielsweise Maschinenreinigungen und bietet den Nutzenden sichtbare Vorschläge, unabhängig von beispielsweise krankheitsbedingten Ausfällen des Hauptverantwortlichen.

Was ist eine Heuristik?

Eine Heuristik oder auch heuristischer Algorithmus ist ein Problemlösungsansatz, der eine pragmatische bzw. ausreichend gute Lösung für ein Problem findet, für welches aufgrund der gegebenen Komplexität oder begrenzter Ressourcen keine optimale Lösung gefunden werden kann. Dabei werden Erfahrungswerte oder Faustregeln angewandt, um auch bei begrenztem Wissen zu einem zufriedenstellenden Resultat zu kommen.

Fräsmaschinen in der Produktionshalle. Fotos: Wittenbecher Maschinenbau GmbH





Ein großer Vorteil der KI-gestützten Produktionsplanung ist, dass nun automatisch die Dringlichkeit mit einbezogen wird. Das ist auf jeden Fall ein Mehrwert, damit ich den Überblick habe und mir nichts durch die Lappen rutscht.

Kevin Wittenbecher, Geschäftsführer der
Wittenbecher Maschinenbau GmbH

Maßnahmen in der Praxis

Um die Belastung der Mitarbeitenden durch häufige Aufbauwechsel und kurzfristige Änderungen zu verringern, wurde eine effiziente Reihenfolgeplanung zur Unterstützung der Mitarbeitenden in Kombination mit der Auftragsfreigabe von Produktionsaufträgen in der PPS anvisiert und entwickelt. Um zudem Kontextfaktoren zu dokumentieren, wurde ein semi-strukturiertes Experteninterview mit dem ehemaligen Geschäftsführer zu Schutz- und Risikofaktoren aus der Unternehmenshistorie durchgeführt und qualitativ ausgewertet. Daraus wurden Charakteristika der Unternehmenskultur, Unternehmensführung und Aspekte der Arbeitsgestaltung aufgezeichnet.

Zur Reihenfolgeplanung wurde eine Heuristik entwickelt und evaluiert. Die Heuristik weist Produktionsaufträgen Prioritäten zu, als Funktion sowohl der Dringlichkeit des Liefertermins als auch der Kundenpriorität. Aufträge mit höheren Prioritäten werden früher eingeplant. Zur Quantifizierung der Ähnlichkeit zwischen Produktionsaufträgen wurde ein Distanzmaß entwickelt, die paarweise Distanzen zwischen Datensätzen berechnet, die aus Merkmalen mit unterschiedlichen Messniveaus bestehen. Diese Distanzen werden anschließend zur Clusterbildung der Datensätze verwendet. Das

Ergebnis sind Auftragscluster, von denen jeder einer Maschine zugewiesen und entsprechend der Prioritätswerte produziert werden können.

Im Zuge des Projekts wurde deutlich, dass das Unternehmen nicht die notwendige Infrastruktur zur Generierung relevanter Daten besitzt. Ursprünglich sollten fortschrittliche Methoden des maschinellen Lernens zur Kostenkalkulation bei der Angebotserstellung angewendet werden, die jedoch die Verfügbarkeit größerer Datenbestände voraussetzen. Zum Zweck der Produktionsdatenerfassung wurden ein Konzept und darauf aufbauend eine Implementierung eines teilautomatisierten Lokalisierungssystems zur Datenerfassung entwickelt. Das System nutzt Bluetooth Low Energy (BLE), um die Lokalisierung von Fertigungsaufträgen und die Erfassung prozessrelevanter Zeitkenngößen zu realisieren. Hierfür werden im Produktionssystem Erfassungsstationen an den Maschinen platziert. Bei der Einsteuerung in die Fertigung werden den Produktionsaufträgen sogenannte Beacons (mobile Funkbaken) mitgegeben, die über eine eindeutige Kennung verfügen. Die Auftragsdaten werden aus den Informationssystemen von Wittenbecher ausgelesen, mit der Kennung assoziiert und sind damit bekannt. Da alle für die Ausführung der Heuristik relevanten Informationen vorliegen, kann diese nicht nur im Rahmen der Planung, sondern auch innerhalb der Fertigung genutzt werden. Zusätzlich können die erfassten Daten für deskriptive Analysen und das Produktionssteuerung genutzt werden, was den Anstoß eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses unterstützt. Zudem wurden Prozessbeschreibungen zur Zusammenführung der Reihenfolgeheuristik und Lokalisierungslösung von Produktionsdaten zu einem integrierten System zu PPS begonnen.

Wittenbecher KMI-Modul

Letztes Update: 26-05-2026 10:19:17

UPDATE

order	Suchschlüssel	Artikelname	Artikelnummer	Menge	Freigabe	Enddatum	Material	Form	Dim1	Kundenprio	clusters	chunk_id	prio
0	PRO10004229HS		FT025834-001	20	N	01-06-2026	alu	rod_pipe	35	3	4	1	2.49
1	PRO10004230HS		FT0230273-001	125	N	01-06-2026	alu	rod_pipe	35	3	4	1	2.49
2	PRO10004243HS		FT0232378-001	50	N	01-06-2026	alu	rod	12	3	4	1	2.49
3	PRO10004236HS		09082674	504	N	01-06-2026	stainless_steel	rectangle	15	3	3	1	2.49
4	PRO10004242HS		FT0258495-001	740	N	01-06-2026	stainless_steel	rectangle	16	3	3	1	2.49
5	PRO10004241HS		FT0272572-001	400	N	08-06-2026	stainless_steel	rod	16	3	5	2	1.77
6	PRO10004244HS		09095716	150	N	08-06-2026	stainless_steel	rod	30	3	5	2	1.77
7	PRO10004237HS		FT0252180-001	330	N	09-06-2026	stainless_steel	rod	12	3	5	2	1.7
8	PRO10004263HS		09561850	22	N	09-06-2026	stainless_steel	rod	70	3	5	2	1.7
9	PRO10004238HS		FT0228940-001	58	N	08-06-2026	alu	rod_pipe	35	3	4	2	1.77
10	PRO10004239HS		FT0215573-001	66	N	04-06-2026	stainless_steel	square	8	3	3	2	2.12
11	PRO10004315HS		09089859	99	N	06-06-2026	stainless_steel	hex	17	3	3	2	1.93
12	PRO10004257HS		09093734	1200	N	10-06-2026	stainless_steel	rectangle	15	3	3	2	1.64
13	PRO10004287HS		18121494469	960	N	27-05-2026	copper	rod	10	1	5	3	1
14	PRO10004286HS		09648391	300	N	01-07-2026	stainless_steel	rod	20	3	5	3	1.12
15	PRO10004299HS		FT0240538-001	504	N	29-05-2026	alu	rod	60	1	4	3	1
16	PRO10004245HS		09614454	78	N	16-06-2026	stainless_steel	hex	17	3	3	3	1.37

Das KMI-Modul der Wittenbecher GmbH. Die Heuristik weist Produktionsaufträgen Prioritäten zu (Feld "prio") - diese ergibt sich sowohl aus Dringlichkeit des Liefertermins als auch der Kundenpriorität (abgeleitet aus den Feldern "Enddatum" und "Kundenprio"). Ähnliche Aufträge werden in Clustern zusammengefasst, von denen jeder theoretisch einer Maschine zugewiesen und entsprechend der Prioritätswerte produziert werden kann (Feld "clusters").

Learnings & Ausblick

Ursprüngliches Ziel der Pilotierung im Anwendungsfall war es, die Angebotserstellung zu automatisieren. Dazu sollte ein System entwickelt werden, welches bei Eingang eines neuen Auftrags in Form einer technischen Zeichnung anhand von Ähnlichkeiten zwischen der neuen technischen Zeichnung und den technischen Zeichnungen bereits gefertigter Teile frühere Aufträge ermittelt und die Kostenprognose unterstützt - ähnlich zu den Anwendungsfällen CPT und Kieselstein. Relevante Daten wurden zusammengestellt und mit der Entwicklung eines Modells begonnen. Eine Geheimhaltungsvereinbarung zwischen dem Unternehmen und einem Kunden verhinderte jedoch die Nutzung der meisten technischen Zeichnungen.

Diese Tatsache war zu Beginn des Projektes seitens der Beteiligten nicht absehbar und führte daher zu einer Neuausrichtung. In zukünftigen Fragestellungen soll somit die Machbarkeit eines Anwendungsfalls auf diese Vereinbarungen mit Kunden im Vorfeld geprüft werden.

Die fehlende digitale Infrastruktur sorgte im Projekt dafür, dass zunächst wesentliche Vor-

aussetzungen für die mögliche Implementierung von algorithmischen Lösungen geschaffen werden mussten. Die Neuorientierung und die damit verbundenen realen Herausforderungen im Unternehmen verdeutlichen jedoch eindrücklich, dass der Nutzen von KI-Systemen von der Verfügbarkeit und Qualität der benötigten Daten abhängt. Dies machte es nötig, gemeinsam mit den Mitarbeitenden zunächst auf das Kleinstunternehmen angepasste Datenpipelines zu etablieren.

Im Vergleich zu anderen Ansätzen zeichnet sich die entwickelte Lösung dadurch aus, dass die Heuristik zu einem beliebigen Zeitpunkt und auf eine beliebige Auftragsanzahl erneut angewendet werden kann. Aufträge, die bereits abgeschlossen sind, werden nicht berücksichtigt und sind somit nicht Teil der Berechnung. Für die relevanten Aufträge wird eine neue Bearbeitungsreihenfolge vorgeschlagen.

Die Sammlung und die vereinfachte Aggregation von Produktionsdaten bietet zudem nicht nur das Potenzial, die PPS zu optimieren, sondern bildet zugleich die Grundlage für zukünftige KI-Anwendungen und Produktionssimulationen. 



Impressum

Herausgeber

Kompetenzzentrum Künstlich
Menschlich Intelligent (KMI) am
Institut für Angewandte Informatik
(InfAI) e.V.

Goerdelerring 9, 04109 Leipzig

Kontakt

Mail

kmi-project@infai.org

Website

kmi-netzwerk.org [Projekt]

kmi-leipzig.de [Kompetenzzentrum]

Redaktionelle Bearbeitung

Julia Friedrich

Christina Mamtoumidou

Inhalte dieser Veröffentlichung
sind im Rahmen des Forschungs-
projektes „Künstlich Menschlich
Intelligent“ (KMI) mit
Förderkennzeichen: 02L19C500 in
Zusammenarbeit mit allen
erwähnten Forschungs- und
Praxispartner:innen entstanden.

