

Eine KI-Reise im Mittelstand

Die rasante Entwicklung und zunehmende Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI) haben im Mittelstand ihre Spuren hinterlassen. Längst sind es nicht mehr nur die Global Player und Großunternehmen, die sich der Nutzung und Möglichkeiten von KI bedienen. Auch im Mittelstand hat diese Technologie eine gewichtige und nicht mehr zu übersehende Bedeutung erlangt. Durch die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und das immense Potenzial von KI können mittelständische Unternehmen ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern und innovative Wege in ihrer Geschäftsprozessoptimierung gehen. In diesem Beitrag geben wir einen praxisbezogenen Einblick in die Entwicklung und die Implementation von KI-Systemen in einem mittelständischen Unternehmen. Anhand eines konkreten Fallbeispiels werden wir die Erfahrungen, Erkenntnisse und Lessons Learned in den Fokus rücken. Der Beitrag verfolgt das Ziel, die Erkenntnisse als Grundlage zur Ableitung allgemeiner Handlungsempfehlungen und Strategien zu nutzen, die andere KMU bei der Einführung und Nutzung von KI-Technologien unterstützen können.

Frank Prekwinkel und Hans Brandt-Pook

Frank Prekwinkel, Hans Brandt-Pook

Die imos AG befasst sich mit der Entwicklung von Software für die Möbel- und Inneneinrichtungsbranche. Die Lösungen werden weltweit vertrieben. Dabei besteht der Anspruch, die gesamte Wertschöpfungskette der Kunden zu unterstützen: von der CAD-Konstruktion über die Produktion bis hin zur Unterstützung des Vertriebs der Produkte. In der 30-jährigen Unternehmensgeschichte hat die Verfolgung innovativer Ansätze stets eine hohe Priorität erhalten.

Erste Schritte

Daher rückten Ende 2016 die neu aufkommenden Machine-Learning-Ansätze in den Fokus und es wurden einige kleine studentische Projekte durchgeführt, die vor allem den Nutzen der KI-Technologie in typischen Anwendungsszenarien untersuchten:

- Optimierung des Renderings von Bildern

Zur Präsentation entwerfener Möbel ist eine ansprechende Darstellung essenziell. Gleichzeitig ist ein konsumentenorientiertes Rendering anspruchsvoll und rechenintensiv. Das Projekt analysierte die Leistungsfähigkeit von KI-basierten (Web-)Services zur Überarbeitung von einfachen Renderings.

- Bildbasierte Optimierung von Konstruktionszeichnungen

Das Ausdrucken einer CAD-Konstruktion kann mit sehr vielen Parametern von den Usern konfiguriert werden. Mitunter führt eine ungeschickte Kombination von Parametern zu Fehlern in der Darstellung. In einem Projekt wurde untersucht, inwieweit die imos-Software valide Kombinationen von Parametern lernen kann.

- Analyse von Küchenszenen

Oftmals stellen Bilder aus einem Prospekt oder einer Webseite die erste Idee für eine neue Küche dar. Die automatische Analyse solcher Bilder zur Identifikation wesentlicher Elemente (Herd, Kühlschrank, Oberschrank etc.) kann eine gute Basis für den weiteren Konstruktionsprozess bilden.

Im Projekt wurde ein Prototyp zu dieser funktionalen Analyse entwickelt.

Die beispielhaften Projekte zeigen auf, dass sich das Unternehmen schon vor der Einführung von ChatGPT mit KI-Ansätzen befasst hat. Alle Projekte verwendeten generische Standardlösungen, die mit den imos-Daten genutzt wurden. Die Projektergebnisse haben zwar den ersten Zugang zum KI-Einsatz gebracht, konnten aber nicht in den produktiven Betrieb überführt werden.

Der ChatGPT-Booster

Mit der Veröffentlichung von ChatGPT im November 2022 ergaben sich vollkommen neue Chancen des Einsatzes von KI. Sukzessive nähert sich das Unternehmen seitdem den vielfältigen Möglichkeiten der Textanalyse und Textgenerierung.

Das Projekt „KI im Kundenservice“ (KIKUS) hatte eine Laufzeit von achtzehn Monaten und entwickelte ein Tool für den Einsatz im internationalen



Prof. Dr.-Ing. Frank Prekwinkel'

ist Vorsitzender des Vorstandes der imos AG. Er studierte und promovierte in Maschinenbau an der Technischen Universität Braunschweig. Im Jahr 1993 gründete er ein Unternehmen als Spin-off der Universität Braunschweig mit dem Ziel, seine Forschungsergebnisse in der Praxis einzuführen. Das Unternehmen ist heute als imos AG ein international agierendes Softwareunternehmen, das Kunden in über 90 Ländern betreut und für die führenden Unternehmen der Möbelbranche tätig ist. In 1997 folgte Prekwinkel zudem einem Ruf an die Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst in Hildesheim. Als Professor an der Fakultät Bauen und Erhalten lehrt Prekwinkel in den Bereichen Maschinenelemente und Holzbearbeitungsmaschinen, Fertigungsplanung, CAM, Arbeitsvorbereitung und Kosten, CAD und CIM.

fprekwinkel@imos3d.com

<http://www.imos3d.com>



Prof. Dr.-Ing. Hans Brandt-Pook² (✉)

ist Sprecher Institute for Data Science Solutions der Hochschule Bielefeld. Er studierte an der Universität in Bielefeld naturwissenschaftliche Informatik. Anschließend promovierte er ebenfalls an der Universität Bielefeld. Nach einer Tätigkeit als IT-Berater im Bertelsmann-Konzern hatte er von 2003 bis 2010 die Professur Informatik/Wirtschaftsinformatik an der Technischen Hochschule Ostwestfalen Lippe inne. Seit Herbst 2010 ist er Professor für Wirtschaftsinformatik an der Hochschule Bielefeld. Seit 2023 ist er Sprecher des dortigen Institute for Data Science Solutions. Eines seiner Interessengebiete liegt im Einsatz von KI in mittelständischen Unternehmen.

hans.brandt-pook@hsbi.de
<https://www.hsbi.de/idas>

¹imos AG, Herford, Deutschland

²Institute for Data Science Solutions, Hochschule Bielefeld, Bielefeld, Deutschland

1

Zusammenfassung

- KMU haben erste Erfahrungen mit moderner KI bereits seit 2016
- ChatGPT verändert die Herangehensweise radikal
- Die Ebene der Produktivität ist noch nicht durchgängig erreicht

Kundenservice zur Unterstützung bei der Bearbeitung von komplexen technischen Fragestellungen. Der Ansatz basiert auf der Retrieval-Augmented-Generation-Architektur [3] und ist in **Abb. 1** skizziert.

Die beispielhafte Anfrage eines Users zu dem speziellen Modul der imos-Software namens „iX Organizer“ kann ein Sprachmodell allein nicht richtig und umfassend beantworten. Vielmehr werden mithilfe eines Retrievers in einer Vektordatenbank semantisch passende Textpassagen zu der Anfrage herausgesucht und der Anfrage an das Sprachmodell hinzugefügt. Auf dieser Basis formuliert das Sprachmodell (Large Language Model – LLM) die richtige Antwort. Die Vektordatenbank enthält zuvor aufbereitetes imos-Wissen aus Dokumenten, Webseiten und internen Datenbanken. In mehreren Iterationen konnte diese grundlegende Lösung immer besser an die Anforderungen des internen Kundenservice angepasst werden, bspw. durch die Integration von Glossaren, welche die unternehmensspezifischen Begriffe erläutern.

Im Projekt „KI in der Transformation der Stammdaten“ (KITS) geht das Unternehmen derzeit den nächsten Schritt und entwickelt KI-Lösungen, die auch den Kunden bereitgestellt werden. Die imos-Software zeichnet sich u. a. dadurch aus, dass die Kataloge der jeweiligen imos-Kunden digital eingebunden werden können und somit der Konstruktionsprozess erheblich vereinfacht wird. Allerdings ist die Anlage dieser Stammdaten recht aufwendig und durch die manuelle Eingabe auch fehleranfällig. Daher wird im KITS-Projekt ein Tool entwickelt, das mithilfe von LLMs die initiale Integration sowie die spätere Manipulation (bspw. „Ergänze einen Tisch des Modells ‚Madrid‘ in den Maßen 1200 mm × 800 mm“) ermöglicht. Im Ergebnis des KITS-Projekts soll also ein Tool bereitgestellt werden, das die Supportprozesse der imos-Kunden unterstützt. Es wird allerdings noch nicht der Kernprozess der Kunden (nämlich die Konstruktion, die Produktion und der Vertrieb von Möbeln und Inneneinrichtungen) mit KI-Lösungen unterstützt.

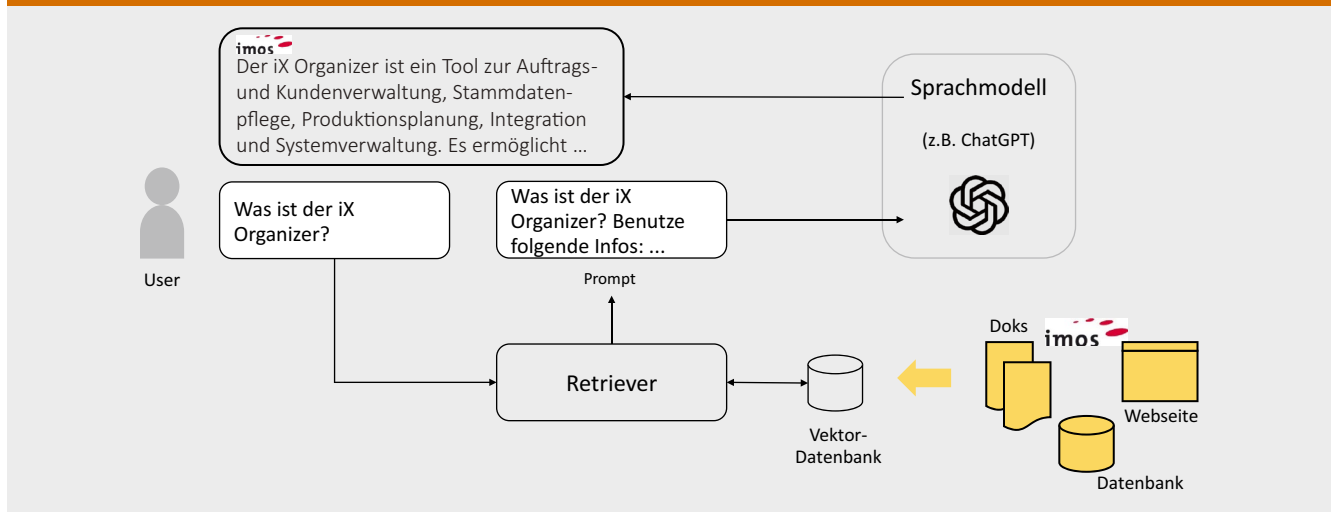
Lektionen

Nach erfolgreichem Abschluss der ersten Teilprojekte stellte sich das Management die Frage, ob und auf welche Weise KI-Projekte in die Entwicklungsstrategie des Unternehmens eingebunden werden können. In diesem Zusammenhang sollen die durchzuführenden Maßnahmen hinsichtlich der Organisation der Entwicklung, des Aufbaus einer Datenstrategie sowie der Etablierung von KI als Teil der Entwicklungsstrategie definiert werden.

Herausforderung Organisation

Wie in vielen anderen mittelständischen Unternehmen hat sich bei der imos AG eine Entwicklungsstrategie etabliert, die einen Kompromiss zwischen strategischer Ausrichtung einerseits sowie ergebnis- und kundenorientierter Umsetzung andererseits darstellt. Ziel dieser Strategie ist es, die Kooperation von knapp 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus den Bereichen Entwicklung, Produkt- und Projektmanagement sowie Qualitätsmanagement effizient zu organisieren. Wesentlicher Teil dieser Strategie ist die Definition von Zielerfordernissen aus der strategischen Marktbeobachtung sowie

Abb. 1 Retrieval-Augmented-Generation(RAG)-System



aus der Analyse und Gewichtung von Projektanforderungen und Kundenwünschen. Diese Tätigkeiten werden mithilfe von IT-Systemen durchgeführt, strukturiert und gewichtet. Letztendlich ist das Ergebnis eine Liste mit durchzuführenden Entwicklungsaufgaben, die dann im Rahmen von agilen Sprints in Entwicklungsteams durchgeführt werden. Die Technologien, mit denen gearbeitet wird, sind bekannt und befinden sich in einem evolutionären Fortentwicklungszustand. Somit sind die Ergebnisse der Entwicklungstätigkeiten relativ gut planbar und gegenüber anderen Unternehmenseinheiten, den Kunden und dem Markt gut kommunizierbar.

Der Einsatz von KI in ihrer derzeitigen Form hingegen stellt für diese Entwicklungsorganisation aus mehreren Gründen eine Herausforderung dar:

- Die in der Entwicklung eingesetzten Technologiekomponenten wie grafische Bibliotheken oder Computer-Aided-Design (CAD)-Komponenten sind den Mitarbeitern vertraut und bieten eine klare Planbarkeit in Bezug auf zukünftige Innovationszyklen. Im Gegensatz dazu befindet sich die KI-Technologie derzeit in einem disruptiven Entwicklungsstadium, das weniger vorhersehbar ist und kontinuierlich grundlegende Paradigmenwechsel erfährt. Dies erfordert eine hohe Flexibilität bei den Beteiligten, da ein kontinuierliches Arbeiten anhand von Entwicklungsplänen mit konkreten Aufgabenpaketen nur schwer möglich ist.
- Die Einschätzung der Leistungsfähigkeit und die Erwartungen an den Einsatz von KI innerhalb der Teams variieren stark und führen zu einer heterogenen Erwartungshaltung. Während einige Mitarbeiter großes Potenzial in KI-gestützten Lösungen sehen, sind andere skeptisch hinsichtlich der tatsächlicher Problemlösungskompetenz im spezifischen Kontext der Organisation. Diese Diskrepanz erschwert eine einheitliche Strategie zur Einführung und Nutzung von KI-Technologien.
- Die rasante Entwicklung im Bereich der KI-Technologie führt zu kurzen Innovationszyklen und disruptiven Veränderungen. Neue Modelle, Me-

Kernthesen

- Die Entwicklung von KI-Lösungen erfordert eine eigene Organisationsstruktur im Unternehmen
- Das Verständnis der Chancen und Risiken der KI-Technologie ist essenziell – der Erkenntnisprozess kann aber auch in einem KMU heterogen verlaufen
- Die viel zitierte Bedeutung von Daten zeigt sich auch unmittelbar in der Praxis eines KMU

thoden und Best Practices entstehen in immer kürzeren Abständen, was es schwierig macht, langfristige Strategien zu entwickeln und nachhaltige Investitionen zu tätigen. Dies steht im Widerspruch zu etablierten Entwicklungsprozessen, die auf Stabilität, Planbarkeit und schrittweise Weiterentwicklung ausgerichtet sind. Vor dem Hintergrund, dass in einem etablierten Produktumfeld auch Verpflichtungen im Rahmen von Verträgen mit Kunden und Lieferanten zu erfüllen sind, ist eine Organisationslösung zu finden, die die Vorteile beider Welten vereint.

Somit ist der ingenieurmäßige Lösungsansatz der deduktiven Herleitung von strategischen Zielen sowie die terminliche und inhaltliche Definition der Umsetzungsmaßnahmen im Rahmen von agilen Projektplänen, wie er bei den konventionellen Entwicklungsprojekten durchgeführt wird, im Kontext von KI-Projekten nur wenig zielführend. Wie ein Mitarbeiter es auf den Punkt gebracht hat: Für die bestehenden Produkte und Kunden sind Entwicklungszyklen notwendig, während in KI-Projekten der kreative Spielraum für Entfaltung, Exploration und Erfindung benötigt wird.

Aus diesem Grund wurde der Bereich Entwicklung von KI-Lösungen aus der konventionellen Organisation herausgetrennt und in einzelne Arbeitsgruppen überführt. Ziel ist es, nach Definition einer KI-Strategie wieder zu einer integrierten Entwicklungsabteilung zu kommen.

Herausforderung Technologieetablierung

Auch wenn die Unternehmensführung die klassischen Kenntnisse über Technologieeinführung wie z. B. den Gartner Hype Cycle [1] mit den Phasen Innovation Trigger, Peak of Inflated Expectations, Trough of Disillusionment, Slope of Enlightenment und Plateau of Productivity in der Vergangenheit erfolgreich nutzen konnte, konnten diese Erfahrungen bei der Einführung von KI nicht zielführend eingebracht werden. Selten hat eine Technologie eine derartige Bandbreite hinsichtlich einerseits euphorischer Erwartungshaltung und andererseits Skeptizismus und Ablehnungshaltung erfahren. Während viele erfahrene Entwickler schon bei kleinen Rückschlägen das gesamte Projekt zur Nutzung von KI infrage stellen, sehen andere sehr hohe Zukunftsrisiken und Arbeitsplatzverlustgefahr. Die Integration dieser strategisch wertvollen Technologie, die ursprünglich für allgemeine Anwendungen entwickelt wurde, in die speziellen Prozesse mittelständischer Unternehmen ist mit erheblichem Aufwand verbunden und sollte nicht unterschätzt werden. Oder um es mit dem Gesetz von Amara zu sagen: *„Wir neigen dazu, die Auswirkungen einer Technologie in der kurzen Frist zu überschätzen und die Auswirkungen in der langen Frist zu unterschätzen“* [2]. Im Bereich der künstlichen Intelligenz kann dieses Zitat erweitert werden. So steht die Wahrnehmung der neuen Möglichkeiten durch den KI-Einsatz der Unsicherheit über deren zukünftige Rolle im wirtschaftlichen Alltag diametral gegenüber.

Ein Beispiel veranschaulicht diese Dynamik: Nach intensiver Diskussion von Potenzialen und Gefahren der KI-Technologie im Gesamtunternehmen und nach Umsetzung einer KI-Richtlinie, in der ethische und datenschutz-

rechtliche Belange geklärt wurden, hat sich der Einsatz von KI-Technologien in der Entwicklungsabteilung zu zögerlich entwickelt. Das Management beauftragte zwei Entwicklungsteams damit, eine Lösung für die Gestaltung von Zugriffsrechten auf verteilte Anwendungen mit unterschiedlichen Technologien zu erarbeiten – unter Einsatz von KI.

- Das erste Team verfolgte einen konventionellen, aber lösungsorientierten Ansatz. Als die KI anfangs eine fehlerhafte Lösungsstrategie vorschlug, entschied sich das Team, mit erheblichem Aufwand eine klassische, nicht KI-gestützte Lösung zu entwickeln.
- Das zweite Team war innovativer und experimentierfreudiger, jedoch weniger methodisch stringent. Es analysierte mehrere von der KI vorgeschlagene Lösungswege, verwarf diese nach detaillierter Prüfung und fand schließlich mit Unterstützung der KI einen funktionierenden Ansatz. Obwohl das zweite Team deutlich schneller war, konnte es die Entwicklungsabteilung nicht überzeugen – vor allem, weil die anfänglichen Fehlanalysen der KI Skepsis hervorriefen und die Akzeptanz der Technologie erschwerten.

Das Management hat aus dieser Erfahrung Konsequenzen gezogen und spezialisierte Teams für KI-Projekte eingerichtet. Hier hat sich insbesondere die intensive Kooperation mit Hochschulen bewährt. Ziel ist es, positive Erkenntnisse und Best Practices gezielt in die konventionelle Entwicklungsabteilung zu übertragen. Durch diesen Pull-Effekt sollen Anreize geschaffen werden, den Einsatz von KI organisch zu fördern und Skepsis gegenüber der Technologie schrittweise abzubauen.

Herausforderung Datenbereitstellung und Datennutzung

Die Bedeutung von Daten in KI-Vorhaben ist grundsätzlich unstrittig. Häufig betonen Beiträge über die Nutzung von KI die Wichtigkeit von Daten. Leider verfügen mittelständische Unternehmen in der Regel nicht über eine konsequente und langfristig ausgerichtete Strategie zur strukturierten Erhebung von Daten. Der ursprüngliche Ansatz zu Beginn der KI-Aktivitäten der imos AG sah vor, die bestehenden Daten in der vorliegenden Form zu nutzen. Dieser Ansatz war von Blauäugigkeit geprägt und wurde sehr schnell verworfen. Notwendig war und ist vielmehr die Entwicklung einer Strategie zur Datenbereitstellung und Datennutzung unter Berücksichtigung von rechtlichen und unternehmensstrategischen Gesichtspunkten (u. a. auch Klärung der Nutzung von Daten, die bei den Kunden entstehen).

Im Rahmen der KI-Projekte wurde eine Datenstrategie entwickelt, die aus folgenden Komponenten besteht:

- In Stufe 1 sollten Daten zur Verfügung gestellt werden, die der KI erlauben, weitere Daten in ein Kontext- und Systemverständnis einzubringen. Dazu gehören im Wesentlichen die KI-gerechte Erweiterung der Softwaredokumentation, die Entwicklung eines Glossars mit domänenspezifischen Fachbegriffen, deren Erläuterung und Einbettung in den Gesamtkontext sowie ein kontextsensitiver Katalog von Fragen- und Antwortpaaren für

Handlungsempfehlungen

- KMU sollten Pilotprojekte starten – die Erfahrungen erster Projekte sind durch nichts zu ersetzen
- Das Commitment des Managements kann sehr gut gekoppelt werden mit intrinsischer Motivation von (einigen) Mitarbeitenden
- Kooperationen mit Hochschulen lohnen sich insbesondere in diesem extrem dynamischen Thema

die bessere Einbeziehung von Einzeldaten in den kontextuellen Zusammenhang.

- In Stufe 2 sollten ergebnisbezogene Daten analysiert und in Zusammenhang mit den Eingabedaten gestellt werden, um z. B. Konfigurations-, Eingabe- und Bedienfehler zu erkennen.
- In Stufe 3 sollten dann aktionsverbundene Daten zur softwaretechnischen Ermittlung und systematischen Erfassung von Arbeitsschritten analysiert und strukturiert werden. Ziel ist die Integration von KI-Technologie in die Softwareprodukte des Unternehmens, um die Anwender bei der Nutzung der Software besser unterstützen zu können.

Während Stufe 1 komplett in der Hand des Unternehmens liegt, sind insbesondere bei Stufe 3 die Rahmenbedingungen der Zusammenarbeit mit Kunden zu regeln.

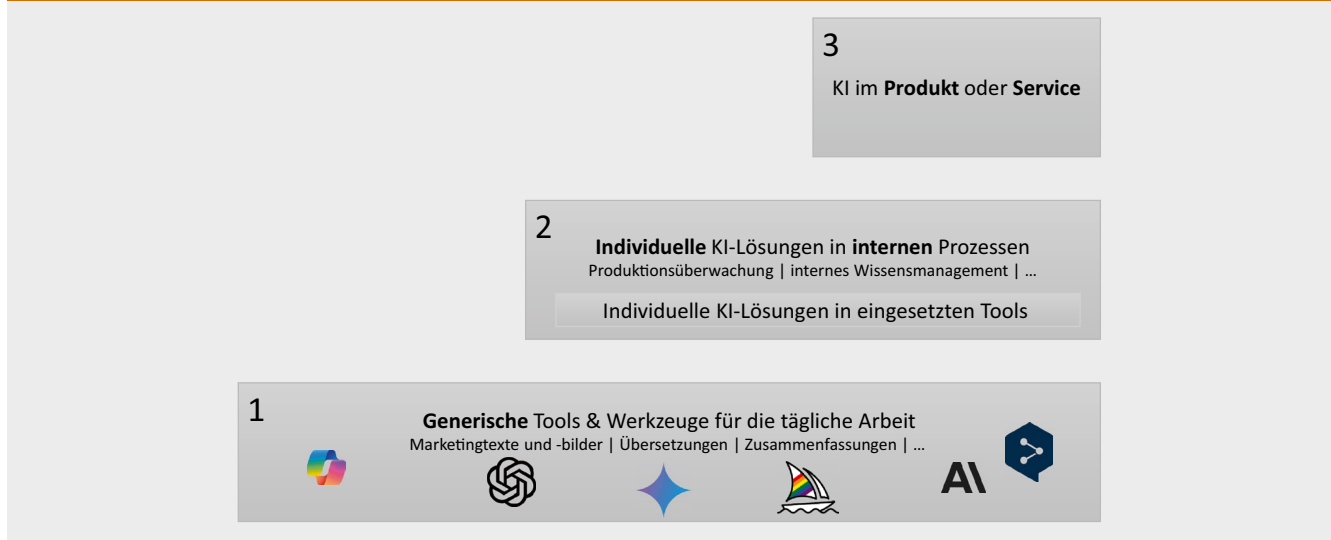
In der Praxis hat sich gezeigt, dass – obwohl das Thema „Optimierung der Dokumentation“ schon in der Vergangenheit mit hoher Priorität verfolgt wurde – das bestehende Niveau der Dokumentation nicht ausreichend war. Die Dokumentation in mittelständischen Unternehmen wird häufig durch regulatorische Vorgaben wie Maschinenrichtlinien, Betriebsanleitungen und Sicherheitsrichtlinien bestimmt. In der Anwenderdokumentation einer Software hingegen stehen eher deskriptive Dokumente im Fokus, darunter Einführungsdokumentationen, Anwendungsbeispiele mit vielen Screenshots und Handlungsempfehlungen. Diese Dokumentationen sind nur eingeschränkt geeignet, einem KI-System ein ausgeprägtes Systemverständnis zu vermitteln, auf dessen Basis konkrete Entscheidungsvorschläge von der KI erstellt werden sollen. Somit musste eine Strategie zur Überarbeitung der Systemdokumentation entwickelt werden. Im Rahmen des o. a. Projekts KIKUS wurde ein Konzept für die Vorgehensweise entwickelt und verifiziert, welches nun umgesetzt wird. Glücklicherweise haben die Teamkollegen die positiven Effekte beim Einsatz von klassischen LLMs für die Erstellung der Dokumentation erkannt und konnten dadurch ihre Effizienz und Umsetzungsgeschwindigkeit deutlich steigern.

Hinsichtlich der Datenstrategie für die oben beschriebenen Stufen 2 und 3 laufen Pilotprojekte, um den Einsatz von KI in verschiedenen Szenarien zu erproben und gleichzeitig die Anforderungen an die entsprechenden Datenstrukturen zu beschreiben. Darauf aufbauend werden Schnittstellen umgesetzt, um Daten in schon bereitgestellten Datenpools zu sammeln und von der KI auswerten zu lassen.

Fazit

Das Beispiel der imos AG zeigt vielfältige Dimensionen und Aspekte. Was sind neben den bereits beschriebenen konkreten Lektionen übergreifende Erfahrungen aus der bisherigen KI-Reise?

Abb. 2 zeigt einen möglichen Weg zur Etablierung von KI-Lösungen im Mittelstand. In der ersten Stufe nutzen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter generische KI-Tools zur täglichen Arbeit. Die Tools werden verwendet wie sie sind – etwa zur Unterstützung der Textproduktion im Marketing (im imos-Beispiel: Einsatz von ChatGPT in der Dokumentationsabteilung). Die

Abb. 2 Drei Stufen der Einführung von KI im mittelständischen Unternehmen

zweite Stufe ist dadurch gekennzeichnet, dass individuelle KI-Lösungen entwickelt und in internen Prozessen genutzt werden (bei imos bspw. das KI-KUS-Projekt). Hier reichen generische Tools nicht mehr aus, um die speziellen Unternehmensdaten zu verarbeiten. Zu dieser Stufe können auch individuelle Anpassungen von bereits verwendeten Werkzeugen gezählt werden (Beispiel: Übersetzungen unter Einbeziehung eines firmenspezifischen Glossars). In der dritten und anspruchsvollsten Stufe entwickelt das Unternehmen KI-Bausteine in den Produkten und Dienstleistungen, die es seinen Kunden ausliefert.

In den Vorhaben und Projekten der imos AG hat sich die Kooperation mit Hochschulen sehr bewährt. So können KI-affine Ressourcen außerhalb der Unternehmensorganisation in Pilotprojekten Erkenntnisse gewinnen, die dann in die Projekte des Unternehmens unmittelbar einfließen.

Die zukünftige Entwicklung der KI wird die Welt so radikal verändern wie es das Internet getan hat. Daher sollten Unternehmen langfristig eine Strategie entwickeln, um das Domänenwissen des Unternehmens unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten so aufzubereiten, dass es von KI-Maschinen interpretiert und zur Bearbeitung von speziellen Aufgabenstellungen genutzt werden kann.

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterlie-

gen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Hinweis des Verlags

Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.

Literatur

- [1] Gartner Hype Cycle. <https://www.gartner.de/de/methoden/hype-cycle>. Zugegriffen: 28.5.2025.
- [2] Lin, P. Amara's law and its place in the future of tech. <https://www.computer.org/publications/tech-news/trends/amaras-law-and-tech-future>. Zugegriffen: 28.5.2025.
- [3] Zhu, Y., Yuan, H., Wang, S., Liu, J., Liu, W., Deng, C., Chen, H., Liu, Z., Dou, Z., & Wen, J.-R. (2025). Large Language Models for Information Retrieval: A Survey. *ACM T. Inform. Syst.* <https://doi.org/10.1145/3748304>.