



WHITEPAPER

Entwicklung eines KI-ERP-Indikators - Evaluation der Potenzialerschließung von Künstlicher Intelligenz in Enterprise-Resource-Planning-Systemen

Dr.-Ing. Marcus Grum, Tim Körppen, Nicolas Korjahn, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau

Center for Enterprise Research, Universität Potsdam

Fassung von 01.02.2022

Künstliche Intelligenz (KI) gewinnt in zahlreichen Branchen rasant an Bedeutung und wird zunehmend auch in Enterprise Resource Planning (ERP)-Systemen als Anwendungsbereich erschlossen. Die Idee, dass Maschinen die kognitiven Fähigkeiten des Menschen imitieren können, indem Wissen durch Lernen auf Basis von Beispielen in Daten, Informationen und Erfahrungen generiert wird, ist heute ein Schlüsselement der digitalen Transformation. Jedoch charakterisiert der Einsatz von KI in ERP-Systemen einen hohen Komplexitätsgrad, da die KI als Querschnittstechnologie zu verstehen ist, welche in unterschiedlichen Unternehmensbereichen zum Einsatz kommen kann. Auch die Anwendungsgrade können sich dabei erheblich voneinander unterscheiden. Um trotz dieser Komplexität den Einsatz der KI in ERP-Systemen erfassen und systembezogen vergleichen zu können, wurde im Rahmen dieser Studie ein Reifegradmodell entwickelt. Dieses bildet die Ausgangsbasis zur Ermittlung der KI-Reife in ERP-Systemen und grenzt dabei die folgenden vier KI- bzw. systembezogenen Ebenen voneinander ab: 1) Technische Möglichkeiten, 2) Datenreife, 3) Funktionsreife und 4) Erklärbarkeit des Systems.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	4
1.1	KI in Anwendungssoftware	4
1.2	Eine neue Ära der KI-ERP-Systeme.....	4
1.3	Herausforderungen von KI in ERP-Systemen	4
1.4	Entwicklung Reifegradmodell.....	5
2	Theoretische Fundierung.....	5
2.1	Reifegrade	5
2.2	Enterprise-Resource-Planning-Systeme als Untersuchungsgegenstände.....	6
2.2.1	Neue Aufgabenkategorien des KI-ERP-Systems.....	7
2.2.1.1	Administration: Erkennung und Klassifizierung von Strukturen.....	8
2.2.1.2	Information: Hinweis und Warnfunktion	8
2.2.1.3	Vorhersage: Maintenance, Kundenverhalten, Workflows.....	8
2.2.1.4	Analyse: Echtzeit-, Trend und Fehleranalyse	8
2.2.1.5	Disposition: Workflows und Vorgänge.....	9
2.2.2	Einsatzbereiche des KI-ERP-Systems	9
2.3	Definitionsansätze einer Künstlichen Intelligenz.....	10
2.3.1	Symbolische KI.....	10
2.3.2	Nicht-Symbolische KI	10
2.3.3	Technische Möglichkeiten einer KI	11
2.3.4	Funktioneller Einsatz einer KI	11
3	Konzept des KI-ERP-Reifegradmodells	11
3.1	Bewertungskriterien: Identifikation der KI-Funktionen in ERP-Systemen.....	11
3.2	Bewertungsmethode: Messung des Erfüllungsgrads.....	13
3.3	Reifegradstufen: Einordnung der KI-ERP-Funktionen.....	14
3.4	Visualisierung des KI-ERP-Reifegrads	16
4	Demonstration am Praxisbeispiel von Asseco's ERP-System APplus.....	16
4.1	Methodisches Vorgehen	16
4.2	Analyseergebnisse.....	17
4.2.1	Gesamtanalysen	17
4.2.1.1	Analyse 1 - Gesamtbewertung	17
4.2.1.2	Analyse 2 - Gesamtbewertungsbasis	18
4.2.1.3	Analyse 3 - Kategoriebewertung	18

4.2.2 ERP-Kategoriespezifische Analysen.....	18
4.2.2.1 Analyse 4 – Gesamtbewertung der ERP-Kategorien	19
4.2.2.2 Analyse 5 – Bewertungsbasis der ERP-Kategorien	19
4.2.2.3 Analyse 6 – Bereinigte Gesamtbewertung der ERP-Kategorien	20
4.2.2.4 Analyse 7 – Bereinigte Bewertungsbasis der ERP-Kategorien	20
4.2.3 ERP-Bereichsspezifische Analysen	21
4.2.3.1 Analyse 8 – Gesamtbewertung für einen Marktvergleich	21
4.2.3.2 Analyse 9 – Gesamtbewertung für einen firmeninternen Vergleich	21
4.2.3.3 Analyse 10 – Gesamtbewertung für einen Branchenvergleich.....	22
4.2.3.4 Analyse 11 – Bereinigte Gesamtbewertung für einen Marktvergleich.....	22
4.2.3.5 Analyse 12 – Bereinigte Gesamtbewertung für einen firmeninternen Vergleich	23
4.2.3.6 Analyse 13 – Bereinigte Gesamtbewertung für einen Branchenvergleich	24
4.3 Fazit	24
5 Ausblick und Zertifizierung durch die UP-CER.....	25
Referenzen.....	25

1 Einleitung

1.1 KI in Anwendungssoftware

Künstliche Intelligenz (KI) gewinnt in zahlreichen Branchen rasant an Bedeutung und wird zunehmend auch in Enterprise Resource Planning (ERP)-Systemen als Anwendungsbereich erschlossen. Die Idee, dass Maschinen die **kognitiven Fähigkeiten** des Menschen imitieren können, indem Wissen durch Lernen auf Basis von Beispielen in Daten, Informationen und Erfahrungen generiert wird (Grum et al., 2020), ist heute ein Schlüsselement der digitalen Transformation. So wird der weltweite Umsatz des Marktes für KI, einschließlich Software, Hardware und Dienstleistungen, laut der jüngsten Veröffentlichung des Worldwide Semiannual Artificial Intelligence Tracker der International Data Corporation (IDC) im Jahr 2021 gegenüber dem Vorjahr um 15,2 % auf 341,8 Mrd. US-Dollar steigend prognostiziert. Wesentliche Treiber dafür sind die Verfügbarkeit von zusätzlichen Daten und leistungsfähigen Infrastrukturen, die schnelle Entwicklung **robuster und skalierbarer Algorithmen**, sowie die Implementierung von Technologien wie das überwachte oder nicht überwachte Lernen einschließlich verschiedener Varianten des Deep Learning und Reinforcement Learnings (Schmidhuber, 2015; Gronau, 2021). Für Unternehmen bedeutet dies einen grundlegenden Strukturwandel - denn die neuen KI-ERP-Systeme sind lernfähig und zunehmend in der Lage, Erlerntes auf neue Situationen zu übertragen. Sie können Prozesse planen, Prognosen treffen und mit dem Menschen interagieren.

1.2 Eine neue Ära der KI-ERP-Systeme

ERP-Systeme bilden das Rückgrat der Informationsverarbeitung in Unternehmen und vielen öffentlichen Einrichtungen. Sie enthalten alle für Betrieb und Steuerung der wertschöpfenden Geschäftsprozesse wesentlichen Informationen. Im **Zeitalter der Digitalisierung** sind ERP-Systeme Eckpfeiler des geschäftlichen Erfolgs. Dennoch wurden und werden sie immer noch häufig kritisiert, insbesondere aufgrund ihrer inhärenten Komplexität und der oft schlechten Benutzerfreundlichkeit der Lösungen (El Kadiri, 2016). Durch die immer stärkere digitale Transformation lässt sich erkennen, dass eine neue Generation von Systemen notwendig ist, um zukünftig alle an die unternehmensweiten Anwendungssystemen gestellten Anforderungen zu erfüllen. Denn die Digitalisierung verändert nicht nur die Arbeitsorganisation, sondern stellt auch **zusätzliche Anforderungen** an die in den Unternehmen eingesetzten Anwendungssysteme (Gronau, 2021). Aktuelle Technologieentwicklungen zeigen, dass ERP-Anbieter beginnen, ihren Kunden einen neuen Ansatz zu bieten. Schon heute können Anwender mit Geschäftsanwendungen natürlichsprachig kommunizieren. KI als treibende Kraft revolutioniert die Art und Weise, wie ERP-Anwendungen durch eine erweiterte digitale Assistenz intuitiver genutzt werden. Es entstehen neue Möglichkeiten einer **Benutzerinteraktionen**, in denen die intelligenten Systeme lernen, wie Nutzer denken und kommunizieren. Kombiniert mit multimedialen Inhalten wie beispielsweise Bildern, Videos, Diagrammen, Augmented Reality sowie Virtual Reality ermöglicht diese neue User-Experience eine deutlich stärkere Anwenderunterstützung (Bitcom, 2019). Die neue **Ära der ERP-Systeme** wird dementsprechend viele Facetten aufweisen, indem KI-gestützte Datenanalytik, Prognosesysteme, Suchmaschinen, maschinelle Übersetzungen, wissensbasierte Expertensysteme oder Bots sehr schnell Einzug in die Anwendungen halten (vom Brocke, 2018).

1.3 Herausforderungen von KI in ERP-Systemen

Der Einsatz von KI in ERP-Systemen birgt viele Herausforderungen. Zum einen muss die **Menge an Daten**, die für ein Unternehmen aus verteilten, heterogenen Datenquellen relevant sind, in geeigneter Weise zugänglich gemacht werden (Chui et al., 2013; Romero et al., 2016). Ein entscheidender Faktor für den Erfolg eines KI-ERP-Systems - insbesondere beim maschinellen Lernen - ist die **Qualität und Anzahl der Datensätze** für das Training der KI. Denn das Modell kann nur so gut sein wie der Input an Daten, mit denen es trainiert wird. Im ERP-Kontext stehen jedoch in der Regel weit weniger Datensätze (Kunden, Aufträge, Planungszeiträume, Artikel etc.) für das Training einer KI zur Verfügung als in klassischen Big-Data-Szenarien, z.B. Sensorprotokolle von Maschinen für die vorausschauende Wartung, weshalb die **Datenaufbereitung** eine enorm wichtige Rolle spielt. Die zunehmende Datenbasis, die in einem Informationssystem visualisiert oder manipuliert werden soll, erfordern im nächsten Schritt intuitive Wege der Präsentation und Interaktion. Anwender müssen in der Lage sein, die vielfältigen Informationen ohne großen kognitiven Aufwand zu verarbeiten. Ein wichtiger Bereich für die Gestaltung von KI-ERP-Systemen

sind **intuitive Wege der Präsentation** und Interaktion als Ansatz von Gestaltungsprinzipien für interaktive Anwendungssysteme (Gnewuch et al., 2017). KI wird vor allem bei der Analyse von Echtzeitdaten für Zwecke wie Vorhersage, Planung und Optimierung eingesetzt, um schnelle und wirksame Entscheidungen bei der Verwaltung von Geschäftsprozessen zu treffen. Spezifische Design-Paradigmen können das Situationsbewusstsein operativer Entscheidungsträger unterstützen, um verfügbare Informationen effektiv verstehen und antizipieren zu können (Nadj et al., 2016). Prozessuale Designelemente der KI müssen jedoch so gestaltet werden, dass das **Vertrauen und das Verständnis** für die entsprechende Entscheidungsunterstützungsfunktion erhöht wird.

1.4 Entwicklung Reifegradmodell

Viele ERP-Anbieter haben inzwischen eine Form von KI in ihr Angebot aufgenommen und beginnen diese Funktionalität stärker zu bewerben als ihre traditionellen ERP-Kernfunktionen. Jedoch charakterisiert der Einsatz von KI in ERP-Systemen einen **hohen Komplexitätsgrad**, da die KI als Querschnittstechnologie zu verstehen ist, welche in unterschiedlichen Unternehmensbereichen zum Einsatz kommen kann. Auch die Anwendungsgrade können sich dabei erheblich voneinander unterscheiden. Um trotz dieser Komplexität den Einsatz der KI in ERP-Systemen erfassen und systembezogen vergleichen zu können, wurde im Rahmen dieser Studie ein Reifegradmodell entwickelt. Dieses bildet die Ausgangsbasis zur Ermittlung der KI-Reife in ERP-Systemen und grenzt dabei die folgenden **vier KI- bzw. systembezogenen Ebenen** voneinander ab: 1) Technische Möglichkeiten, 2) Datenreife, 3) Funktionsreife und 4) Erklärbarkeit des Systems.

2 Theoretische Fundierung

Die Erstellung eines KI-Reifegrads für ERP-Systeme lässt sich theoretisch fundieren, indem die zugrunde liegenden Wissensdomänen der ERP-Systeme, KI-Techniken sowie der Erstellung von Reifegraden zusammengeführt werden. Nachfolgend erfolgt dessen Charakterisierung in separaten Unterkapiteln.

2.1 Reifegrade

Im Rahmen der von Paul Hersey und Ken Blanchard entwickelten Theorie des Situativen Führens (Yuki, 2013) fungiert ein Reifegradmodell zum einen zur **systematischen Einschätzung** eines Untersuchungsgegenstandes, wie zum Beispiel ERP-Systeme. Zum anderen fungiert es zur Befähigung zum **situationsadäquaten Agieren**, um zum Beispiel ein ERP-System auf Basis des Ist-Zustandes in eine zukunftsfähige und nachhaltige Entwicklung zu führen, oder zum Zweck der Durchführung einer systematischen **Fortschrittskontrolle** durch die Wiederholte Ermittlung von Reifegraden fest zu stellen (Müller et al., 2005). Es können weiter **Marktvergleiche** erstellt werden, indem Reifegrade für diverse ERP-Systeme ermittelt und in einer einheitlichen Darstellung festgehalten werden.

Das Konzept der Reifegradmodelle existiert bereits seit der 1980er Jahre und wurde ursprünglich primär für die Bewertung und anschließende Verbesserung von Softwareentwicklungsprozessen verwendet. Das ursprüngliche Konzept wurde dann auf unterschiedlichste Bereiche und Anwendungsfälle, bspw. zur Bewertung von Geschäftsprozessen ausgeweitet.

Dabei ermöglichen Reifegradmodelle verschiedene Vorteile (Jacobs, 2021): Durch die Bewertung eines Untersuchungsobjekts können Stärken und Schwächen ermittelt und ggf. mit anderen Untersuchungsobjekten verglichen werden. Aus der Identifikation der Schwächen lassen sich Verbesserungsmaßnahmen ableiten. Die Dokumentation dieser Stärken, Schwächen, Vergleiche und angestrebten Verbesserungsmaßnahmen ermöglicht auch die kontinuierliche Überprüfung der fortschreitenden Entwicklung des Untersuchungsobjekts.

Im Allgemeinen bestehen solche Reifegradmodelle aus verschiedenen Komponenten. Besondere Bedeutung nehmen dabei die Bewertungskriterien, die Bewertungsmethode und die erreichbaren Reifegradstufen ein (Pöppelbuß & Röglinger, 2011). Zum einen werden **Bewertungskriterien** (bspw. als gezielt formulierte und zu beantwortende Fragen oder Aussagen) verwendet, um Eigenschaften des Untersuchungsobjekts zu ermitteln. Zur Quantifizierung der Eigenschaftsausprägungen dieses Untersuchungsobjekts werden **Bewertungsschemata** herangezogen (bspw. durch statistische Skalen). Gemeinsam mit dem **Bewertungsprozess**, also der zur Reifegradermittlung durchzuführenden Schritte,

stellt dies die **Bewertungsmethode** dar. Zur differenzierten Ausgestaltung können Reifegradmodelle diverse Formen annehmen und diverse Kategoriebereiche aufweisen (Gronau et al., 2016). So lassen sich Reifegradmodelle als Matrix (z.B. BCG-Matrix), Spinnendiagrammen, und Koordinatendiagrammen in Stufen einer ordinalen oder Skalenbasierten Ausprägung, wie aber auch mittels Intervalle und metrischer Einheiten abtragen (Bankhofer und Vogel, 2008). Die quantifizierten Eigenschaftsausprägung werden hier schließlich anhand erreichbarer **Reifegradstufen** aggregiert.

Reifegradmodelle existieren für **unterschiedlichste Anwendungsfälle** und Branchen. Beispielsweise werden Reifegradmodelle im Kontext von Wissensmanagement oder Analytics eingesetzt. Ein weiteres Beispiel stellt das Reifegradmodell es autonomen Fahrens dar (Abbildung 1). Dieses Reifegradmodell ermöglicht die Bewertung des Grads zu dem Transportmittel (insb. Kraftfahrzeuge) fähig sind traditionelle Aufgaben eines Fahrzeugführers zu ersetzen. Zu Ermittlung dieses Reifegrads wird untersucht welche Technologien existieren (bspw. 360-Grad Kameras, Abstandssensoren, intelligente Algorithmen) die diese Aufgaben übernehmen könnten (Bewertungskriterien).



Abbildung 1: Reifegradstufen des autonomen Fahrens (in Anlehnung an Paulsen, 2021).

Im Sinne einer **Analogie zum autonomen Fahren**: Da eine funktionierende KI einen der erfolgskritischen Faktoren des autonomen Fahrens bzw. Steuerns darstellt, liegt die Einordnung der KI-basierten ERP-Funktionen im Reifegradmodell des autonomen Fahrens nahe. Versucht man jedoch beispielsweise die KI-basierte Entscheidungsunterstützung (zur Information eines menschlichen Entscheidungsträgers) anhand der oben aufgezeigten Reifegradstufen einzuordnen, stößt das Vorhaben schnell an die Grenzen des Modells. Grund hierfür ist die Heterogenität typischer ERP-Anwendungsfälle. Da ERP-Systeme die unternehmensübergreifende Integration verfolgen, müssen beispielsweise Funktionen der Materialwirtschaft, Human Resources und Finanzwirtschaft abgebildet werden. Diese Funktionen können wiederum unterschiedlichste Anforderungen und Idealvorstellungen einer KI-basierten Unterstützung mitbringen, wobei volle Automatisierung und Autonomisierung ggf. nicht immer angestrebt wird.

Aus dieser **Motivation** entstand der Bedarf zur Entwicklung eines KI-ERP-Reifegradmodells, welches die KI-basierten oder -unterstützten ERP-Funktionen untersuchen und anhand ihrer Ausgereiftheit bewerten soll. Zur Erstellung eines KI-Reifegrads für ERP-Systeme orientiert sich die vorliegende Ausarbeitung auf die Darstellungsform von Diagrammen für Koordinaten bereichsübergreifender Werte, welche insbesondere für systemübergreifende Vergleiche geeignet sind, sowie von Säulendiagrammen zur Darstellung bereichsspezifischer Werte, welche insbesondere für eine differenzierte Aufschlüsselung einzelner Bereiche dienlich ist. Zur Feststellung eines Reifegrads sind für den zu ermittelnden Grad relevante Dimensionen zu operationalisieren und in einem zu erstellenden Verrechnungsansatz zu verdichten (Müller et al., 2005). Hierfür können Fragen entsprechend einer Norm (Wagner und Dürr, 2008) oder des zu untersuchenden Untersuchungsbereich (Gronau et al., 2016) zum Einsatz kommen.

2.2 Enterprise-Resource-Planning-Systeme als Untersuchungsgegenstände

Ein Komplex aus mindestens einem Anwendungsprogramm sowie der zumeist einer Vielzahl miteinander kommunizierenden IT-Systemen zu Zweck der Ausgestaltung der unternehmerischen Aufgabe, Personal und Ressourcen wie Kapital, Betriebsmittel, Material und Informations- und Kommunikationstechnik im Sinne des Unternehmenszwecks rechtzeitig und bedarfsgerecht zu planen, zu steuern und zu verwalten, wird als Enterprise-Resource-Planning-(ERP)-System bezeichnet. Hierbei soll ein effizienter betrieblicher

Wertschöpfungsprozess erreicht werden, sodass im Fokus der Geschäftsprozesse eine bestmögliche Steuerung unternehmerischer und betrieblicher Abläufe erreicht werden kann (vgl. Gronau 2016, S. 43).

Ein modernes ERP-System muss nach seiner Definition eine Vielzahl an Einsatzbereiche abdecken, zu diesen gehören die Fertigung, der Vertrieb, das Rechnungswesen, das Finanzwesen, und das Personalwesen (vgl. ebenda). Zur Ausgestaltung eines KI-Reifegrads von ERP-Systemen sollen somit die zu untersuchenden ERP-Komplexeile oder Untersuchungsobjekte, welche von ERP-Anbietern unterschiedliche Bezeichnungen erhalten (z.B. als "Module", "Prozesse", "Aufgaben"), entsprechend der Grundlegenden Einsatzbereichen eines ERP-Systems untersucht werden, sodass sich diese in den Kategorien des KI-Reifegrads für ERP-Systeme widerspiegeln müssen. Diese Einsatzbereiche bzw. Reifegrad-Kategorien werden nachfolgend beschrieben und stellen eine Grundlage zur Entwicklung eines entsprechenden Reifegradtools dar.

2.2.1 Neue Aufgabenkategorien des KI-ERP-Systems

Unter einem ERP-System versteht man ein Informationssystem, welches die Verwaltung aller zur Durchführung der Geschäftsprozesse notwendigen Informationen über die Ressourcen Material, Personal, Kapazitäten (Maschinen, Handarbeitsplätze etc.), Finanzen und Information umfasst (vgl. Gronau 2016, S. 43).

Durch eine einheitliche Datenhaltung übernimmt ein ERP-System somit die Administration aller Geschäftsvorfälle, analysiert deren Auswertungen, gibt Auskunft durch Kennzahlenbildung, und disponiert Routinevorgänge (ebenda). Der Einzug von KI in Geschäftsprozesse führt jedoch zu einer Änderung der Aufgabenkategorien, die ein KI-ERP-System fortan übernimmt (s. Abbildung 2 in orange dargestellt). Standardisierte, wiederkehrende und regelbasierte Tätigkeiten werden zunehmend automatisiert während komplexe sowie steuerungsrelevante Aufgaben mit erhöhtem sozial-kommunikativen Charakter an Bedeutung gewinnen. Denn das größte Potenzial für KI in ERP-Systemen liegt in der Symbiose zwischen Menschen und Maschinen (Meadche et al., 2019), wobei die relative Stärke der KI bei wiederholbaren, datenintensiven und stark strukturierten Aufgaben zum Tragen kommt, während Menschen abstrakte Probleme und fragmentierte Informationen verarbeiten und ihre Intuition oder Ethik zur Untermauerung von Entscheidungen nutzen (Busse, 2020). Die neuen Aufgabenbereiche des KI-ERP-Systems werden im Folgenden durch Beispiele erläutert.

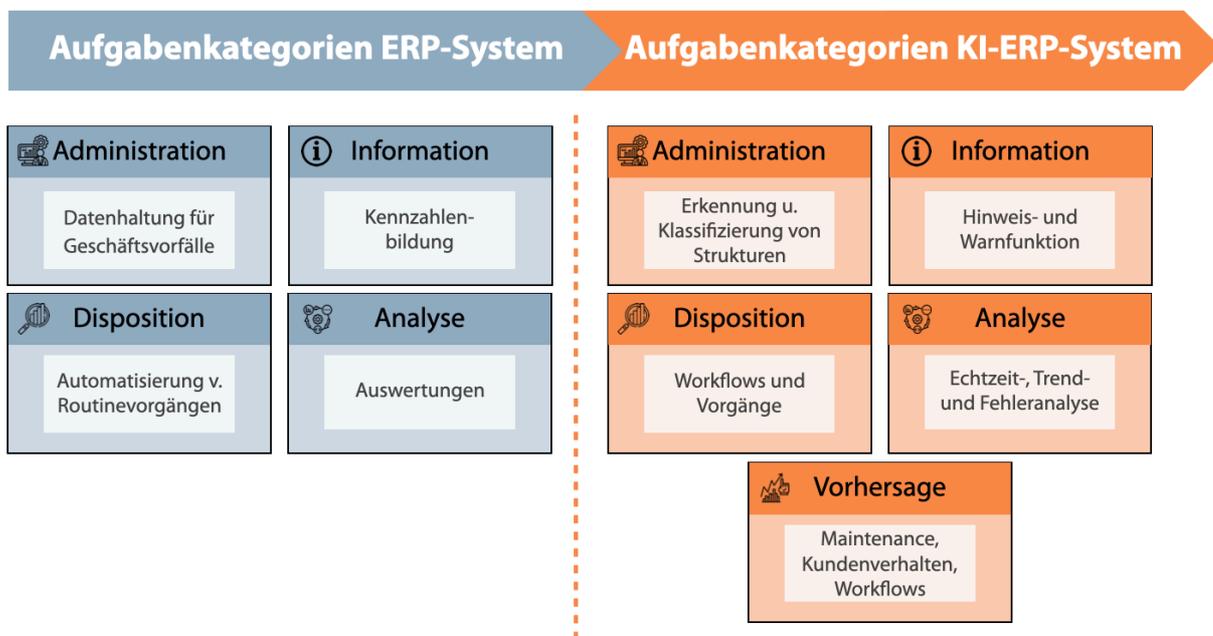


Abbildung 2: Neue Aufgabenkategorien von KI-ERP-Systemen (in Anlehnung an Gronau, 2021).

2.2.1.1 Administration: Erkennung und Klassifizierung von Strukturen

Die **Erkennung und Klassifizierung** von Strukturen der Geschäftsvorfällen ist ein bedeutendes Anwendungspotenzial von KI-ERP-Systemen. Dabei geht es vor allem um die Erkennung von Trends, Korrelationen und Anomalien, die dem Menschen nicht direkt zugänglich sind, sondern durch KI als Muster und Beziehungen innerhalb der vorliegenden Daten aufgedeckt werden. Beispielsweise stellt die korrekte Interpretation von Berichten einen wesentlichen Aspekt für die Entscheidungsfindung dar (Mynhardt et al., 2017). KI kann in einem solchen Fall durch die Analyse hochdimensionaler und großer Daten unterstützen, um **Strukturen** innerhalb der Geschäftsvorfälle zu erkennen, Trends vorherzusagen, und die Validität der klassifizierten Prognosen zu verbessern (Ren et al., 2018). Kritische Werte können durch den Abgleich mit Key-Performance-Indicator-(KPI)-Vorgaben unmittelbar durch das KI-ERP-System identifiziert werden und liefern dem Nutzer beispielsweise eine **kontextbezogene Bewertung** des Deckungsbeitrags oder konkrete Informationen zu Kostenblöcken oder Umsatzprognosen.

2.2.1.2 Information: Hinweis und Warnfunktion

Heutzutage sind Entscheidungsträger oft gezwungen aufgrund der Komplexität der Geschäftsdynamik, **Entscheidungen** auf der Grundlage ihrer Erfahrung oder subjektiver mentaler Modelle zu treffen (Salas et al., 2010). KI-ERP-Systeme bieten aufgrund der integrierten Datenbasis die Grundlage für eine datengesteuerte Entscheidungsfindung. Denn bei angemessener Menge zuverlässiger Daten sind ML-Algorithmen in der Lage, Entscheidungsträger durch die Vorhersage künftiger Trends für wichtige Leistungsindikatoren zu unterstützen (Bohanec et al., 2017). Die Vorteile, Entscheidungen auf die Analyse von Daten statt auf reine Intuition zu stützen wurde bereits in mehreren Studien mit korrelierendem Produktivitätsgewinn gezeigt (Brynjolfsson & McElheran, 2016; Provost & Fawcett, 2013).

Auf ähnliche Weise kann KI im Rechnungswesen bei der **Bewertung des Ausfallrisikos** von Kunden eingesetzt werden (Mertens & Barbian, 2019). Das KI-ERP-System erkennt Muster, aber vor allem **Anomalien in Daten**. Sofern ein Kunde beispielsweise sein Zahlungsverhalten ändert, kann das System dies erkennen und entsprechende Warnungen ausgeben, so dass z.B. das Insolvenzrisiko durch externe Systeme geprüft oder die Zahlungsbedingungen auf Vorkasse geändert werden können (Rebhorn, 2019).

2.2.1.3 Vorhersage: Maintenance, Kundenverhalten, Workflows

Unternehmen nutzen ERP-basierte **Absatzprognosen** als Grundlage für die Schätzung der Umsatzerlöse, die Entscheidungsfindung in Bezug auf Produktion oder Betrieb sowie für Marketingstrategien. In Abhängigkeit von saisonalen Einflüssen, komplexen Trends oder produktspezifischen Lebenszyklen gestaltet sich die Nachfrageprognose jedoch zunehmend als Herausforderung. Das KI-ERP-System begegnet dieser Problematik und kann zur Vorhersage von Ereignissen und Verhalten genutzt werden. Indem interne Daten auf der Grundlage historischer Verkaufszahlen, Produkteigenschaften und -merkmalen durch extern verfügbare Daten angereichert werden, können sowohl **Vorhersagen** der kurz- und langfristigen Geschäftsvorfälle von Unternehmen ermöglicht als auch das zukünftige Verhalten bestimmter Ressourcen prognostiziert werden (Jiménez et al., 2017, Mishra & Silakari, 2012; Vafeiadis et al., 2015). Der größte Vorteil eines KI-ERP-Systems ist somit die Möglichkeit, durch die Integration aller Daten das konstante Lernen und Verbessern zuverlässige **Trends** aufstellen zu können. Mit Konfigurationen für KPIs ist es zudem nicht nur möglich, die zugrunde liegenden Daten visuell aufzubereiten (Bačić & Fadlalla, 2016), sondern auch diese Daten im Kontext zu interpretieren und dem Nutzer die angezeigten Informationen über Sprachunterstützung in Kombination mit visueller Hervorhebung zu erklären (Hüsson & Holland, 2019).

2.2.1.4 Analyse: Echtzeit-, Trend und Fehleranalyse

Langwierige Entscheidungsprozesse und schlechte Kommunikation zwischen Projektbeteiligten und Auftragnehmern stellen Risiken für den Unternehmenserfolg dar (Yaseen et al, 2020). Das KI-ERP-System kann durch Echtzeitanalysen ein vollständiges Bild der anstehenden Entscheidungen liefern, das auf Daten aus ähnlichen vergangenen Projekten basiert. Alle verfügbaren Informationen können zusammengestellt und dem Entscheidungsträger zur Verfügung gestellt werden, um den Prozess der anstehenden Entscheidung zu beschleunigen und bereits **Vorschläge generieren**. Auch die Extraktion von Best Practices nach Projektabschluss sind denkbare Anwendungsfälle, um Wissen für andere Projektträger verfügbar zu machen. (Auth et al, 2019; Dam et al., 2019) Zudem kann durch das KI-ERP-System eine **automatisierte Qualitätskontrolle** erreicht werden (Gronau, 2021), indem die KI-Engine Tausende von

Images verarbeitet, um Fehler zu erkennen. Der Mitarbeiter wird automatisiert auf Fehler hingewiesen und muss nicht selber nach ihnen suchen.

2.2.1.5 Disposition: Workflows und Vorgänge

Mit intelligenten persönlichen Assistenten wie Google Assistant, Siri oder Amazon Alexa hat sich ein neuer Bereich der **Nutzerinteraktion** aufgetan, der die Steuerung des Nutzers über Tastatur, Maus und Touchscreen durch Sprachbefehle ergänzt. Sprachsynthese wird zunehmend eingesetzt um Arbeitsabläufe zu starten, den Nutzer durch komplexe Prozesse zu führen oder Entscheidungsfindungen zu verbessern (Doss et al., 2018, Budzinski et al., 2018).

Die Kombination von **Sprachsynthese und Datenanalyse** innerhalb von KI-ERP-Systemen eröffnet neue Möglichkeiten um dem Nutzer aufwändige oder komplexe Vorgänge zu vereinfachen. Neben grundlegenden Funktionen wie dem Einrichten von Erinnerungen, der Suche nach Dokumenten, dem Organisieren von Besprechungen oder dem Navigieren durch Workflows (Sarıkaya, 2017; Wilson & Bataller, 2015) kann das KI-ERP-System insbesondere auch planungsintensive Funktionen steuern.

Indem **erforderliche Ressourcen** auf der Grundlage früherer Geschäftsvorfälle ermittelt werden und beispielsweise Projektrisiken durch die Analyse von Meilensteinverschiebungen oder Kosten- und Aufwandsüberschreitungen in ähnlichen Projekten identifiziert werden (Dam et al., 2019; Laroque et al., 2019), hilft das KI-ERP-System, geeignete Ressourcen zur richtigen Zeit, in der erforderlichen Menge am richtigen Ort zur Verfügung zu stellen.

2.2.2 Einsatzbereiche des KI-ERP-Systems

Nachdem KI als Querschnittstechnologie zu verstehen ist, welche in unterschiedlichen Unternehmens- und Anwendungsbereichen zum Einsatz kommen kann, werden die Einsatzbereiche des KI-ERP-System neu definiert. Abbildung 3 visualisiert diese systematisch in orange.

Bestehende Einsatzbereiche klassischer ERP-Systeme, wie die **Fertigung**, welche die Bestandsführung, Materialbedarfsplanung, Einkauf und Produktionsplanung umfasst, werden aufgrund ihrer Größe und Komplexität zerlegt und mit eigenständigen ERP-Modulen angesprochen. So gibt es weiter spezialisierte Module für den **Einkauf**, sowie dem **Material/Lager/Versand**, welche mit fertigungsbezogenen Modulen stark interagieren.

Der **Vertrieb**, welcher Auftragseingang, Rechnungsstellung und Verkaufsanalysen beinhaltet, wird zumeist mittels allgemeiner Vertriebsmodule sowie spezialisierter Module des **CRM** (Customer-Relationship-Management) und **Service bzw. Wartungsbereichs** gehandhabt. Der Grund dafür ist, dass insbesondere Service- und Wartungsaufträge von Maschinenbauern individuellen Anforderungen genügen müssen. Oft werden diese Bereiche somit getrennt ausgewiesen.

Währenddessen werden die beiden Funktionsbereiche Finanzwesen, zu dem Liquiditätsmanagement und Finanzplanung zählt (vgl. Gronau 2016, S. 43), und Rechnungswesen, welches Forderungen und Verbindlichkeiten, Buchführung, Anlagenbuchhaltung, Budgetplanung und Budgetüberwachung beinhaltet (vgl. Gronau 2016, S. 43), unter dem Bereich **Finanzwesen** zusammengefasst. Auch hier gilt der Zweck der Realitätsabbildung, in der eine scharfe Unterteilung zwischen Rechnungswesen und Finanzwesen wenig sinnvoll erscheint, da beide Bereiche in Verbindung zu einander stehen und dadurch in Prozessen auf beide Bereiche zugegriffen wird.

Der Einsatzbereich des **Personalwesens**, zu dem Lohn- und Gehaltsabrechnung und Zuschläge und Prämien zählen (vgl. Gronau 2016, S. 43), wird von dem Spezialisierungsbereich des projektorientierten Personaleinsatzes (**Projektmanagement**) abgegrenzt.

Dem Verwaltungsbereich der **Stammdaten** als grundlegender Befähiger sämtlicher ERP-Module sowie der visuellen Darstellung im ERP-System von Informationen mittels Anwenderschnittstellen (engl. User Interface, kurz: UI) und der Gestaltung der Anwendererfahrung (engl. User Experience, kurz. UX), welche ebenfalls sämtliche ERP-Module betrifft (**UI/UX/Informationen**), werden als Querschnittsbereiche individuell betrachtet. Die Bedeutung dieser Bereiche in modernen ERP-Systemen, in denen diese oftmals in eigenständigen Modulen abgebildet werden, begründet die Einteilung in eigene Kategorien.

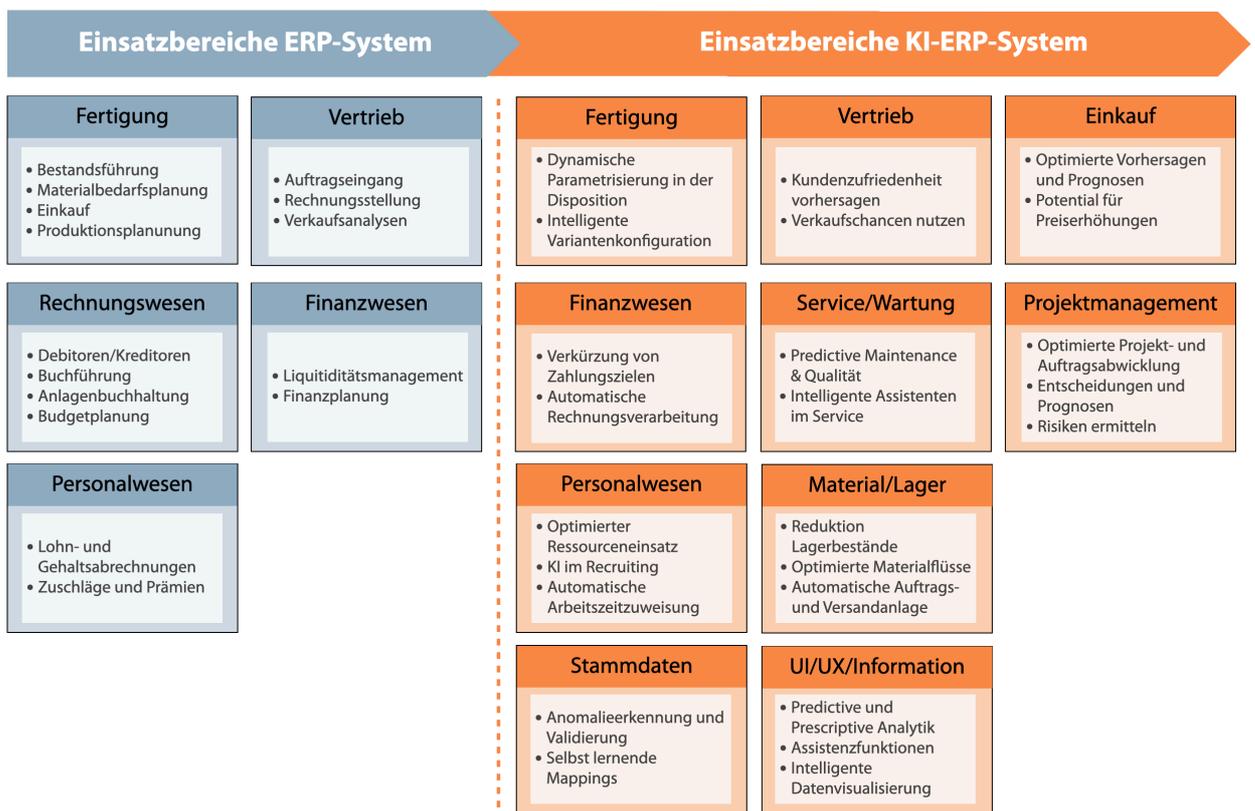


Abbildung 3: Neue Einsatzbereiche von KI-ERP-Systemen (in Anlehnung an Gronau, 2021).

2.3 Definitionsansätze einer Künstlichen Intelligenz

Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) umfassen Ansätze, welche die Automatisierung intelligenten Verhaltens fokussieren oder zumeist versuchen, menschliches Verhalten zu imitieren. Hierzu zählen die symbolische KI, welche sich einer Intelligenzleistung von einer begrifflichen Ebene nähert oder die neuronale KI, welche sich einer Intelligenzleistung von einer nicht-begrifflichen, datenorientierten Ebene nähert. (Grum et al., 2020) Weiter existieren Definitionsansätze einer simulationsmethodenbasierte und die phänomenologiemethodenbasierte KI oder einer starken und schwachen KI, sowie heuristischer Ansätze intelligentes Verhalten zu imitieren (vgl. ebenda).

Zur Erstellung eines KI-Reifegrads für ERP-Systeme orientiert sich die vorliegende Ausarbeitung auf den Interpretationsansatz einer symbolischen und nicht symbolischen KI.

2.3.1 Symbolische KI

Basierend auf einem Top-down-Ansatz ist eine **Symbolische KI** (SKI) bestrebt, Intelligenz durch verständliche Begriffe nachzubilden. Durch die sogenannte Symbolik bleiben Wissensdeterminanten eindeutig benennbar und die Arbeitsweise eines KI-basierten Systems bleibt transparent. Im Sinne einer Erklärbarkeit ist für die Ausgestaltung von ERP-Systemen hier insbesondere relevant, dass die Empfehlungen, Prognosen oder Ergebnisse einer KI-basierten Engine nachvollzogen werden können und zur Plausibilisierung bzw. Argumentation für oder wider einer Management-Entscheidung herangezogen werden können. Auch Kunden, Aktionären oder Stakeholdern kann transparent dargestellt werden, warum eine bestimmte Entscheidung getroffen wurde.

2.3.2 Nicht-Symbolische KI

Basierend auf einem Bottom-up-Ansatz ist eine **nicht-symbolische KI**, oft auch als **Neuronale KI** (NKI) bezeichnet, bestrebt, das menschliche Gehirn so präzise wie möglich nachzubilden. Da hierbei diverse Operationseinheiten im Verbund kooperieren, um einen relevanten Output zu erzeugen, können Wissensdeterminanten nicht eindeutig benannt werden. Sie findet sich z.B. in der Architektur eines

künstlichen neuronalen Netzwerks (KNN) oder in den zugehörigen Gewichtsausprägungen. Somit bleibt die Arbeitsweise eines KI-basierten Systems hier intransparent. Somit können beispielsweise Managemententscheidungen auf Basis der besten NKI-basierten Empfehlungen, Prognosen oder Ergebnissen nur schwer zur Plausibilisierung herangezogen werden, da Kunden, Aktionären oder Stakeholdern nicht transparent dargestellt bzw. erklärt werden kann, warum eine bestimmte Entscheidung getroffen wurde.

2.3.3 Technische Möglichkeiten einer KI

Wesentliche Merkmale der KI-basierten Wissensverarbeitung beziehen sich auf das Repräsentieren, Erlernen sowie Nutzen von Wissen (Jain, 2012; Grum, 2021).

Es wird das Entdecken und Strukturieren von Wissen in großen Datenmengen unter Zuhilfenahme maschineller Lernverfahren als Lernen (engl. **Learning**) bezeichnet. Dies schließt sämtliche Methoden zur Befähigung eines KI-basierten Systems ein, intelligentes Verhalten zu imitieren. Unter Nutzung des erlernten Wissens wird das Ableiten von neuem Wissen aus vorhandenem Wissen als Inferieren bezeichnet (engl. **Reasoning**). Abhängig davon, wie Wissen grundsätzlich im ERP-System verstanden wird, können sich diese auf symbolische, wie auch nicht-symbolische Ansätze einer **Wissensrepräsentation** beziehen.

Insofern bedarf es, bei der Ermittlung eines KI-Reifegrades von ERP-Systemen anhand diverser Fragen zu erfassen, inwiefern die technischen Möglichkeiten der **Wissensrepräsentation**, des Lernens (engl. **Learning**) sowie des Inferierens (engl. **Reasoning**) im System bereitgestellt werden.

2.3.4 Funktioneller Einsatz einer KI

KI als Wissenswerkzeug kann in Systemen für verschiedene Zwecke eingesetzt werden (Grum, 2020). Die häufigsten Anwendungsbereiche beziehen sich auf das Informieren, Empfehlen, Automatisieren sowie Optimieren (Grum et al., 2020).

Beim Funktionsbereich **Informieren** geht es darum, dass KI-basierte Ergebnisse, wie z.B. Prognosen oder Analysen, einem Wissensarbeiter oder -manager dargestellt werden, sodass eine fundierte Entscheidungsgrundlage erstellt werden kann. Oftmals übernehmen KI-Systeme sogar das Verdichten von Informationen zu konkreten Handlungsempfehlungen (Funktionsbereich **Empfehlen**). Bei Entscheidungsunterstützungssystemen verbleibt die Handlungskompetenz also beim menschlichen Entscheider. Sofern Arbeitsabläufe gänzlich automatisiert werden sollen, wird der Funktionsbereich **Automatisieren** angesprochen. Da hierbei datenorientiert KI-basierte Entscheidungen getroffen und umgesetzt werden, müssen hier besonders hohe Ansprüche rechtskonforme Ausführung sowie im Falle eines Fehlverhaltens eine entsprechende Verantwortlichkeit geregelt werden. Im Funktionsbereich **Optimieren** wird der strukturelle Aufbau eines KI-Systems grundsätzlich in Frage gestellt und vom System durchgeführte Entscheidungen werden rückgekoppelt und führen zu einer Verbesserung des Systems. Es entwickelt sich prozessorientiert eigenständig weiter (Grum, 2021).

Insofern bedarf es, bei der Ermittlung eines KI-Reifegrades von ERP-Systemen anhand diverser Fragen zu erfassen, inwiefern der funktionelle Einsatz des **Informierens**, des **Empfehlens** (engl. Recommendation), des **Automatisierens** (engl. Automation) sowie des Verbesserns im mathematischen Sinne (engl. Optimization) im System bereitgestellt werden.

3 Konzept des KI-ERP-Reifegradmodells

Im Folgenden werden die zuvor vorgestellten Bestandteile von Reifegradmodellen im auf den Anwendungsfall des KI-ERP-Reifegradmodells hergeleitet und erläutert.

3.1 Bewertungskriterien: Identifikation der KI-Funktionen in ERP-Systemen

Die Bewertungskriterien zur Identifikation des KI-ERP-Reifegrads zielen auf eine dreidimensionale Untersuchung der Untersuchungsobjekte ab (Abbildung 4). Eine technologische Perspektive wird sowohl durch die technische Möglichkeit als auch den Datenreifegrad angenommen. Komplementär dazu stellt der Funktionsreifegrad die funktionale Perspektive der Untersuchung dar.

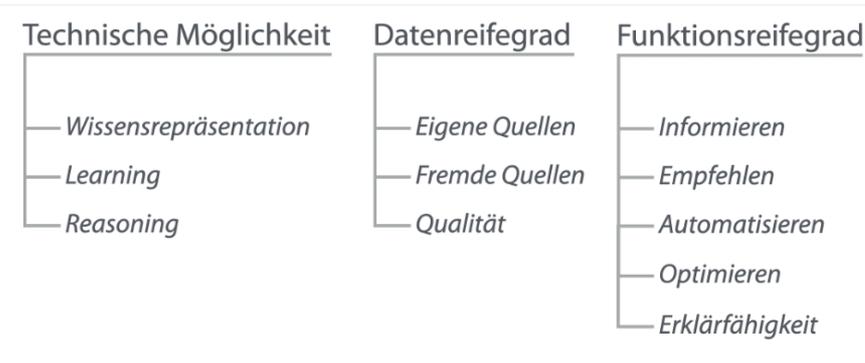


Abbildung 4: Bewertungskriterien der KI-ERP-Funktionen.

Um sowohl die Untersuchung symbolischer als auch nicht-symbolischer KI-Implementierungen untersuchen zu können, werden zur Ermittlung der **technischen KI-Möglichkeit** einer ERP-Funktion grundlegenden Konzepte von KI herangezogen. Diese umfassen die vorgehaltene Wissensrepräsentation sowie Mechanismen des Lernens (Learning) und des Schließens (Reasoning). Die Wissensrepräsentation einer KI kann bspw. durch ein klar definiertes Regelwerk (Logik), eine Ontologie oder die interne Repräsentation eines Neuronen Netzwerks abgebildet werden. Davon abhängig sind weiterhin Lernalgorithmen, also Mechanismen, die eine Veränderung der Wissensrepräsentation abhängig von neuen Erfahrungen ermöglichen. Ähnlich dazu sind Algorithmen für das Schließen, also die Erzeugung einer Erkenntnis aus aktuellen Einflüssen unter Verwendung der Wissensrepräsentation notwendig. Die Ausgereiftheit dieser drei Grundkonzepte der KI wird dann mittels entsprechender Fragen und Aussagen geprüft, um die technische Möglichkeit der KI-Funktion zu ermitteln.

Ergänzend dazu bildet der **Datenreifegrad** eine weitere Dimension der technologischen Perspektive ab. Daten stellen für das Anlernen (nicht-)symbolischer KI einen erfolgskritischen Faktor dar und repräsentieren weiterhin den notwendigen Input für das anschließende Inferieren. Da die von ERP Systemen verwalteten Ressourcen primär in Datenform vorliegen, können KI-Technologien dementsprechend auf eine wertvolle Datenbasis für *Learning* und *Reasoning* zurückgreifen. Trotzdem kann diese durch ein KI-Technologie nutzbare Datenbasis unterschiedlichen Reifegraden unterliegen. Beispielsweise kann der Zugriff entweder auf Daten des eigenen ERP-Systems beschränkt sein oder auch der Zugriff auf Fremddaten (bspw. Daten anderer Kunden desselben ERP-Systems oder Drittanbieterdaten) ermöglicht werden. Auch der integrative Charakter des ERP-Systems kann einerseits nur marginal ausgenutzt werden, bspw. wenn lediglich die Daten einer Domäne oder eines ERP-Moduls Verwendung finden. Andererseits könnte eine Vielzahl der ERP Daten einbezogen werden. Nicht zuletzt stellt die Qualität der Daten selbst einen wichtigen Faktor für eine funktionierende KI dar. Dabei ist sowohl die aktuell vorliegende Qualität der Daten im Datenreifegrad zu berücksichtigen als auch die Fähigkeit einer KI mit (ggf.) unsauberen Daten oder schwankender Datenqualität umgehen zu können.

Neben der technischen Perspektive des Datenreifegrads und der technischen Möglichkeit stellt der **Funktionsreifegrad** die funktionale Perspektive dar. Diese funktionale Perspektive zielt auf eine von technischen Details losgelöste Bewertung der Anforderungserfüllung einer KI. Dafür umfasst diese Dimension vier verschiedene Komplexitätsstufen einer KI-Unterstützung: Erstens das reine *Informieren* durch eine KI, also die intelligente Identifikation, Erzeugung oder Bereitstellung von relevanten Informationen für den menschlichen Benutzer. Die zweite Stufe des Funktionsreifegrads umfasst die Generierung von *Empfehlung*. Hierbei wird untersucht, ob eine KI fähig ist situationsspezifische Handlungsempfehlungen zu generieren und diese dem menschlichen Benutzer zur Auswahl anzubieten. Als dritte Stufe des Funktionsreifegrads wird die KI-basierte *Automatisierbarkeit* aufgeführt. Diese Stufe untersucht also, ob Prozesse oder Handlungen die traditionell durch einen menschlichen Benutzer durchgeführt werden in dem betrachteten System oder Modul durch eine KI (teil-)automatisiert übernommen werden können. Zuletzt verfeinert die Stufe der *Optimierung* die vorangegangenen Funktionsreifegradstufen. Es wird also abgefragt, ob eine KI fähig ist aus früheren Inferenzvorgängen zu lernen, um so zukünftig die eigenen Handlungen zu verbessern. Dies könnte hinsichtlich des Informierens bspw. die Bereitstellung passenderer Informationen, hinsichtlich des Empfehlens das Vorschlagen

erfolgversprechenderer Handlungsalternativen oder hinsichtlich des Automatisierens das robustere Abhandeln von Prozessen darstellen.

Ähnlich dazu versteht sich der Funktionsreifegrad der **Erklärbarkeit** als Querschnittsfunktion über die vorangegangenen Funktionsreifegrade. Es wird also in diesem Funktionsreifegrad untersucht, ob die durch eine KI produzierten Erkenntnisse für einen menschlichen Benutzer nachvollziehbar sind und keine „Black-Box“ darstellen. Beispielsweise sollte die Generierung von Handlungsempfehlungen nachvollziehbar sein, um ggf. Fehlfunktionen identifizieren oder neue Erkenntnisse gewinnen zu können.

3.2 Bewertungsmethode: Messung des Erfüllungsgrads

Das zweite Kernelement eines Reifegradmodells stellt die Bewertungsmethode dar. Besonders das Bewertungsschema der zuvor erläuterten Bewertungskriterien nimmt eine wichtige Rolle im KI-ERP-Reifegradmodell ein. Ziel dieses Bewertungsschemas ist es einerseits den **Erfüllungsgrad eines Bewertungskriteriums** für das Untersuchungsobjekt zu messen, andererseits aber auch zu bewerten, ob das betrachtete Bewertungskriterium überhaupt sinnvoll für das Untersuchungsobjekt ist, also Potenzial hat implementiert zu werden, sofern es im ERP-System noch keine funktionale Umsetzung dieses Kriterium gibt, da es einen Nutzen für den Endanwender stiftet.

Also unter **Potenzial** wird im hier betrachteten Kontext ein funktionaler KI-Einsatz verstanden, der nach den Gegebenheiten des betrachteten ERP-System zwar möglich aber nicht tatsächlich gegeben ist. Es bezieht sich somit auf eine Möglichkeit, die noch nicht vorhanden ist und realisiert werden kann.

Das Konzept des Bewertungsschemas ist in Abbildung 5 ausgestaltet. Auf einem Intervall wird der Nutzen angegeben, den ein Kriterium im für ein KI-Modul hypothetisch (unabhängig davon, ob diese tatsächlich bereits vollumfänglich implementiert ist) erzeugen kann. Die betreffende Skala weist also ordinale Werte von „kein Nutzen“ (Kodierung = 0) bis „hoher Nutzen“ (Kodierung = 3) auf. Abhängig von dem festgestellten **echten Nutzen** eines Bewertungskriteriums für eine KI-Funktion und dem tatsächlichen Erfüllungsgrad ergibt sich das **echte Potenzial**. Das echte Potenzial umfasst somit die nicht erreichten, aber potenziell nützlichen Verbesserungsmöglichkeiten eines Bewertungskriteriums für eine KI-Funktion. Im Gegensatz dazu muss oder kann das **leere Potenzial** nicht erreicht werden, da dies den Nutzen eines Bewertungskriteriums für eine KI-Funktion übersteigen würde und ein Implementierungsaufwand nicht zu rechtfertigen wäre.

Um eine **Interpretation des Nutzens** zu ermöglichen, kann z.B. der Kontext der ERP-Bewertung für den Einsatz bei einem spezifischen Kunden eingenommen werden: Spart ein Kunde zum Beispiel aufgrund der Verfügbarkeit des jeweiligen Kriteriums des betrachteten Moduls sehr viel Geld ein, oder kann ein sich sehr oft wiederholender Kundenprozess aufgrund dessen stark beschleunigt werden, so ist ein Nutzen als hoch einzustufen. Fällt ein Nutzen in dem eingenommenen Betrachtungskontext geringer aus, können diese aufgrund der ordinalen Skalierung leicht auf der Nutzenskala abgebildet werden.

Am **Beispiel der KI-basierten Stammdatenpflege** (nach obiger Terminologie das Untersuchungsobjekt bzw. die KI-Funktion) kann der echte Nutzen einer Verwendung von Drittanbieterdaten lediglich bei ca. 2/3 des maximalen Nutzens liegen (bspw., weil die Integration von Wetterdaten keinen Vorteil bieten würde und ein leeres Potenzial darstellt). Werden jedoch aktuell in der ERP-Applikation beschränkt Datensätze von Drittanbietern im Bereich der Kundendaten für KI-basierte Stammdatenpflege eingesetzt, so könnte der Erfüllungsgrad Abstrichen erhalten und mit einem Wert von 1/3 berücksichtigt werden. Das echte Potenzial, welches sinnvollerweise noch erschlossen werden kann und sollte, ergibt sich also als Differenz des echten Nutzens und des aktuellen Erfüllungsgrads ($2/3 - 1/3 = 1/3$). Es bezieht sich somit auf die Erweiterung der aktuellen KI-basierten Stammdatenpflege z.B. mit Drittanbieterdaten anderer Bereiche.

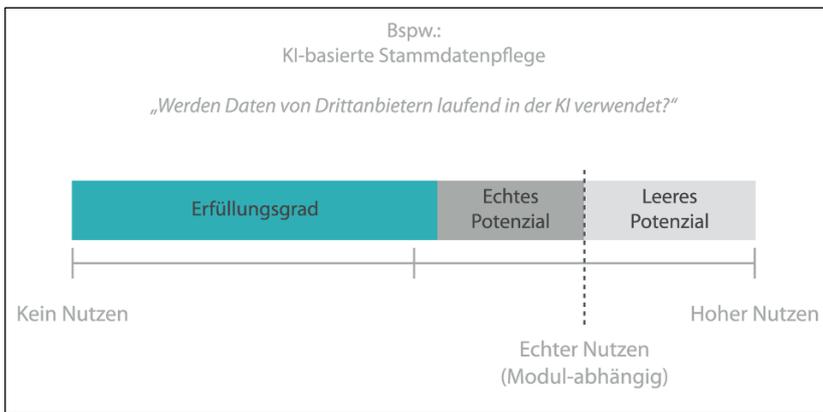


Abbildung 5: Bewertungsschema des KI-ERP-Reifegradmodells.

Der **Bewertungsprozess** als zweiter Bestandteil der Bewertungsmethode richtet sich stark nach dem zuvor erläuterten Bewertungsschema und folgt der zuvor vorgestellten Potenzialerschließungsmetapher.

Es wird also von dem zu erstellenden KI-ERP-Indikator erfasst, (1) inwiefern eine Funktion im zu bewertenden ERP-System implementiert ist (als Ja-Nein-Frage zur Ermittlung eines 100%igen Erfüllungsgrads) und (2) wie hoch der von dieser Funktion tatsächlich realisierte echte Nutzen ausfällt (Kodiert mit Werten von 0-3). Beide Werte werden im KI-ERP-Indikator-Tool spezifisch abgefragt. Spätere Indikator-Versionen können ein stufenweises Erfüllen mit einbeziehen.

Da sämtliche abgefragten Dimensionen unabhängig voneinander ausgestaltet wurden, und eine echte Potenzialerschließung fokussieren, können beispielsweise verschiedene KI-Ansätze in einem Modul integrativ betrachtet werden und ein technikspezifisches Potenzial erschließen. Beispielsweise kann eine Kriteriumskategorie wie z.B. das Kriterium der „Wissensrepräsentation“ der Kriterienkategorie „Technische Möglichkeit“ entweder erfüllt werden, indem eine symbolische KI oder indem eine nicht-symbolische KI funktionell vom ERP-System unterstützt wird (individuelles Potenzial) oder auch durch eine Kombination von symbolischer und nicht-symbolischer KI (integriertes Potenzial).

Wird das KI-ERP-Reifegradmodell kundenseitig eingesetzt, um bspw. den Mehrwert von KI-Funktionen in dem durch den Kunden eingesetzten ERP zu untersuchen, könnte der Bewertungsprozess **kundenspezifisch erweitert** werden. Dabei könnten einzelne Bewertungskriterien entsprechend des Kundennutzen bewertet und auf diese Weise hoch oder herunter gewichtet werden.

Da verschiedene Evaluationsbereiche entsprechend des state-of-the-art von KI in ERP-Systemen bewertet werden, erfolgt eine Verrechnung entsprechend der **durch die Univ. Potsdam ermittelten Gewichtung**. Beispielsweise wird die Fähigkeit zur Erklärung von KI-Funktionen mit einem reduzierten Beitrag in die Verrechnung einbezogen, da Forschungsansätze zurzeit noch beschränkt sind. Spätere KI-ERP-Indikator-Versionen werden hier eine Anpassung von Gewichtungen erfahren, da der Technikfortschritt fortlaufend evaluiert wird.

3.3 Reifegradstufen: Einordnung der KI-ERP-Funktionen

Das dritte Element des KI-ERP-Reifegradmodells stellen die **Reifegradstufen** dar. Diese aggregieren die zuvor mittels der Bewertungsmethode bewerteten Bewertungskriterien in einen übergreifenden Wert. Dieser Wert kann dann auf den Reifegradstufen verortet und so entsprechend interpretiert werden.

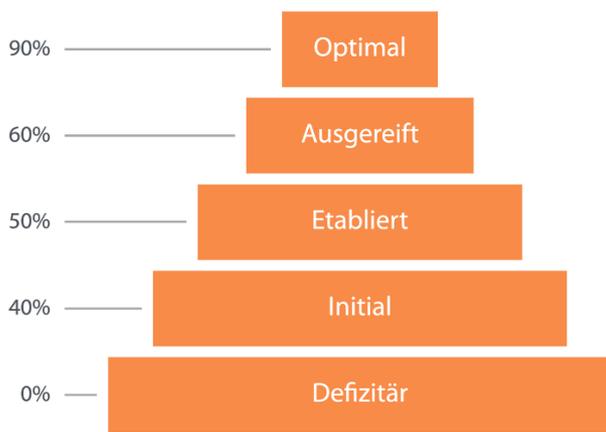


Abbildung 6: Reifegradstufen des KI-ERP-Reifegradmodells.

Das KI-ERP-Reifegradmodell umfasst fünf Stufen: Defizitär, initial, etabliert, ausgereift und optimal (Abbildung 6). Eine **defizitäre** ERP-Funktion (oder -System) hält keine KI-Funktionen vor, obwohl ein echter Nutzen (und somit echtes Potenzial) ermittelt wurde. Etwas fortgeschrittener sind **initiale** ERP-Funktionen, da diese erste KI-basierte Funktionen vorhalten, diese jedoch noch ein signifikantes Potenzial aufweisen. **Etablierte** KI-ERP-Funktionen erfüllen bereits relevante Aufgaben und erfüllen somit auch einen Großteil des identifizierten, echten Nutzens. Die zweit höchste Reifegradstufe (**ausgereift**) umfasst ERP-Module die KI-Funktionen vorhalten, die bereits einen Großteil des identifizierten echten Nutzens realisieren. **Optimale** KI-Funktionen benötigen aufgrund hoher Ausgereiftheit keine weiteren Verbesserungsmaßnahmen.

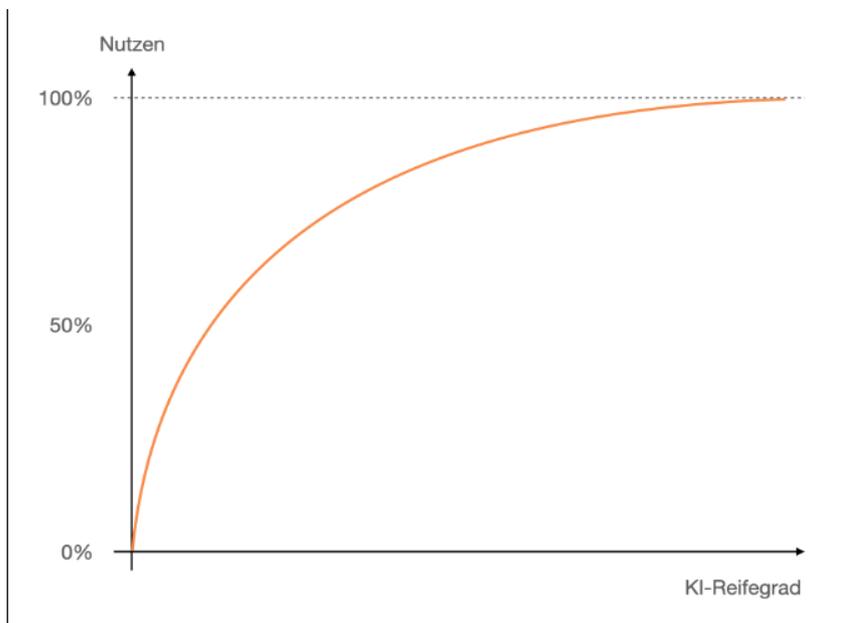


Abbildung 7: Logarithmischer Nutzenzuwachs von KI.

Die Einordnung der aggregierten Bewertungskriterien auf diesen Reifegradstufen orientiert sich an dem logarithmischen Nutzenzuwachs von KI (Abbildung 7), welcher in der Verrechnung der zugrunde gelegten Skalen einer Frage Berücksichtigung finden. So werden frühe Stufen bereits mit geringen Reifegradbewertungen (40% für initial, 50% für etabliert und 60% für ausgereift) erreicht. Um die maximale Reifegradstufe zu erreichen (optimal) benötigt es im Gegensatz dazu eine deutlich höhere Reifegradstufe (90%).

3.4 Visualisierung des KI-ERP-Reifegrads

Wurde nun ein Untersuchungsobjekt mit der Bewertungsmethode anhand der Bewertungskriterien evaluiert und eine Reifegradstufe ermittelt, können die Ergebnisse auf verschiedene Weisen dargestellt werden. Abbildung 8 stellt exemplarisch die Gesamtbewertung eines ERP-Systems hinsichtlich des erreichten KI-ERP-Reifegrads dar (System A, roter Punkt). Dabei ist auf der Y-Achse der erreichte KI-ERP-Reifegrad vermerkt und auf der X-Achse die Anzahl der für ein ERP-System bewerteten Module. Letzteres ist relevant, da so der systemübergreifende KI-ERP-Reifegrad relativiert werden kann. Wird bspw. nur ein ERP-Modul hinsichtlich des KI-ERP-Reifegrads bewertet, ist der erreichte Reifegrad ggf. weniger aussagekräftig für das Gesamtsystem als bei einer Bewertung von zehn ERP-Modulen eines Systems. Gleichzeitig könnte ein ERP-System **KI-spezialisiert** sein, also bewusst einen hohen KI-ERP-Reifegrad in nur einer geringen Anzahl an Modulen vorhalten (bspw. KI-Funktionen im Vertriebsbereich eines Handels-ERP-Systems). Umgekehrt könnte ein ERP-System in vielen Modulen KI-Funktionen vorhalten. Weisen diese KI-Funktionen jedoch bspw. erst einen geringeren Reifegrad auf, so könnte das Gesamtsystem als **KI-diversifiziert** aufgefasst werden.

Die Darstellung in Abbildung 8 ermöglicht weiterhin den Vergleich des eigenen KI-ERP-Reifegrads (System A) mit anderen Systemen des Marktes oder der Branche (System B-F).

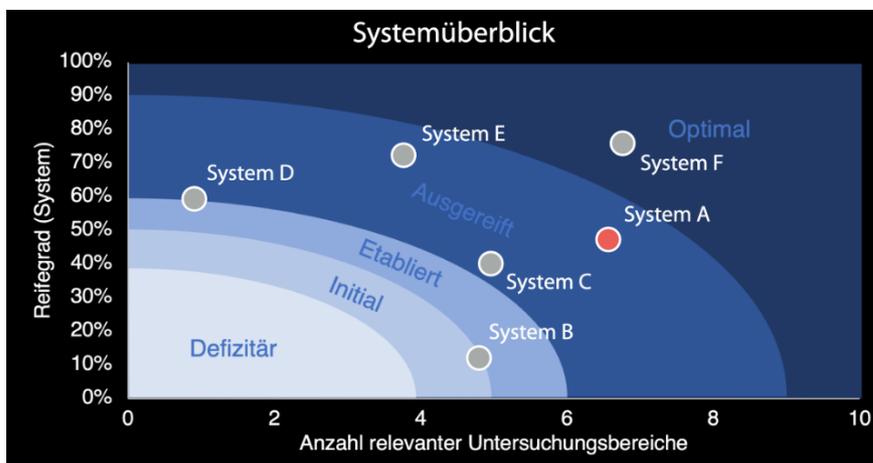


Abbildung 8: Exemplarische Auswertung des KI-ERP-Reifegrads für verschiedene ERP-Systeme.

Weitere Visualisierungen, Verfeinerungen und Perspektiven sind der tatsächlichen Auswertung des KI-ERP-Reifegrads zu finden und stellen eine Aufschlüsselung der vorgestellten Perspektiven in Bereichen dar. Eine umfassende Darstellung wird anhand des nachfolgend gezeigten Praxisbeispiels deutlich.

4 Demonstration am Praxisbeispiel von Asseco's ERP-System APplus

4.1 Methodisches Vorgehen

Erklärtes Ziel der Demonstration war es, mithilfe des entwickelten KI-Indikators das eigenentwickelte ERP-System APplus zu evaluieren, um die firmeninterne, eigene Entwicklung ehrlich einzuschätzen und anhand des entwickelten KI-Indikators Potenziale für nächste Entwicklungsiterationen des ERP-Systems abzuleiten. Hierbei sei folgendes angemerkt: Sofern es aber Ziel ist, mithilfe des entwickelten KI-Indikators eine objektive Einschätzung des zu bewertenden KI-ERP-Systems zu erhalten oder gegebenenfalls sogar ein marktübergreifendes Bild zu schaffen, welches Einschätzungen zahlreicher ERP-Systemen verschiedener Anbieter im Vergleich zeigt, so muss eine Bewertung unbedingt von einer zentralen, unabhängigen und überprüfenden Instanz ohne wirtschaftliches Interesse an den Bewertungsergebnissen realisiert werden.

Zur Bewertung des ERP-Systems APplus haben sich **Experten der Firma Asseco** in kleinere Gruppen aufgeteilt, welche aus Experten sowie Entwicklern der zu bewertenden Module bestanden. Die Fragen des KI-Indikators wurden dann gruppenintern für jedes Modul diskutiert und ein gruppeninterner Konsens in der Beantwortung der Fragen gefunden, bevor Ergebnisse zur weiteren Verrechnung festgehalten wurden. Konkret bedeutete dies, dass ca. drei Personen pro Gruppe Fragebögen zu den Modulen ausgefüllt haben, welche entsprechend der Berechnungsmechanik des KI-Indikators zu relevanten Kennzahlen verdichtet wurden. Hierbei war eine Person in sämtlichen Gruppen beteiligt. Diese Person sollte als zentrale firmeninterne Instanz ein einheitliches Verständnis in allen Gruppen gewährleisten und ein möglichst verzerrungsfreies Beantworten der Fragen für das jeweilige Modul auf einheitlichem Niveau unterstützen.

Bei der Bewertung konnte festgestellt werden, dass die initiale Interpretation der Fragen sehr individuell ausgefallen ist und das Mitwirken einer zentralen Instanz in allen Gruppen essentiell ist. Beispielsweise wurden besonders in den Bereichen der technischen Möglichkeiten und Erklärbarkeit eines KI-Einsatzes verschiedene Antworttendenzen und zum Teil Schwierigkeiten bei der Beantwortung der Fragen festgestellt. Eine zentrale Instanz, welche eine hohe KI-Expertise vorweist und leitend bzw. vermittelnd fungieren kann, war hierbei entscheidend. Ebenso bestand oft Uneinigkeit über die Bedeutung des zu vergebenden Potenzials, sodass eine zentrale Instanz hierbei moderierend und erklärend wirken konnte.

Zum Ausfüllen der Fragen zu jedem Modul wurde ca. eine Stunde investiert und es konnten nachfolgende Ergebnisse nachfolgender dreizehn Analysen generiert werden.

4.2 Analyseergebnisse

Die realisierten dreizehn Analysen werden im Folgenden anhand der Bereiche Gesamtanalysen, kategoriespezifische und bereichsspezifische Analysen im Folgenden gruppiert dargestellt.

4.2.1 Gesamtanalysen

Durchgeführte Gesamtanalysen fokussieren die Reifegradstufen des gesamten ERP-Systems.

4.2.1.1 Analyse 1 - Gesamtbewertung

Die **erste Analyse** zeigt die Gesamtbewertung der betrachteten Module, um einen Vergleich der Untersuchungsobjekte zu ermöglichen. Im hier betrachteten Praxisbeispiel wird ersichtlich, dass insbesondere das Modul des zweiten Eingabeassistenten in APplus ein KI-Potenzial optimal ausschöpft und betrachtete Module zumeist einen ausgereiften KI-ERP-Reifegrad erzielen können.

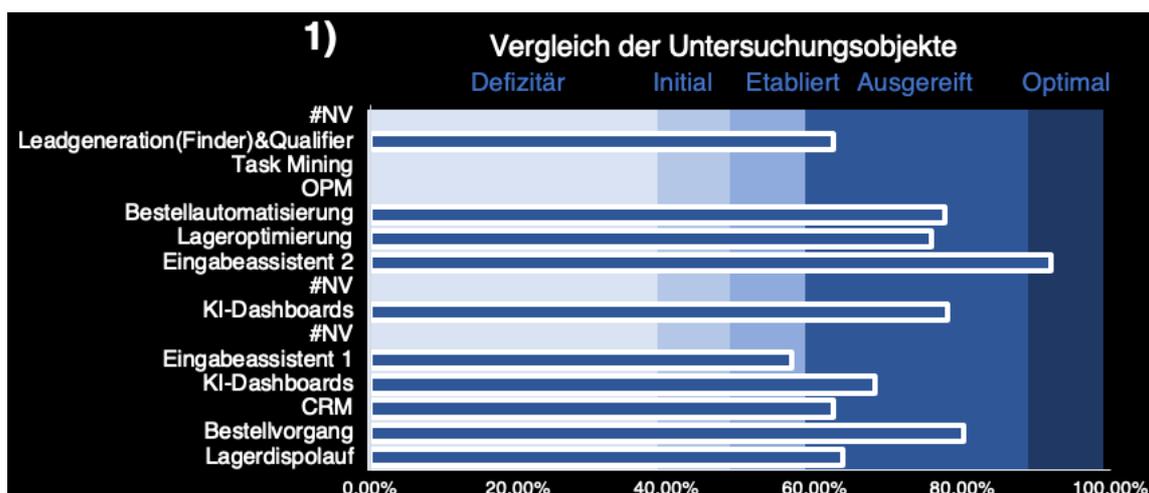


Abbildung 9: Gesamtbewertung pro Modul am Beispiel von APplus.

4.2.1.2 Analyse 2 - Gesamtbewertungsbasis

Die **zweite Analyse** fokussiert eine Gesamtbewertung des Systems. Da im Fall von APplus von Asseco insgesamt zwölf Module in die Betrachtung einbezogen werden und diese eine breite Bewertungsbasis darstellen, spricht ein KI-ERP-Indikator-Wert von über 70% für einen optimalen Reifegrad.

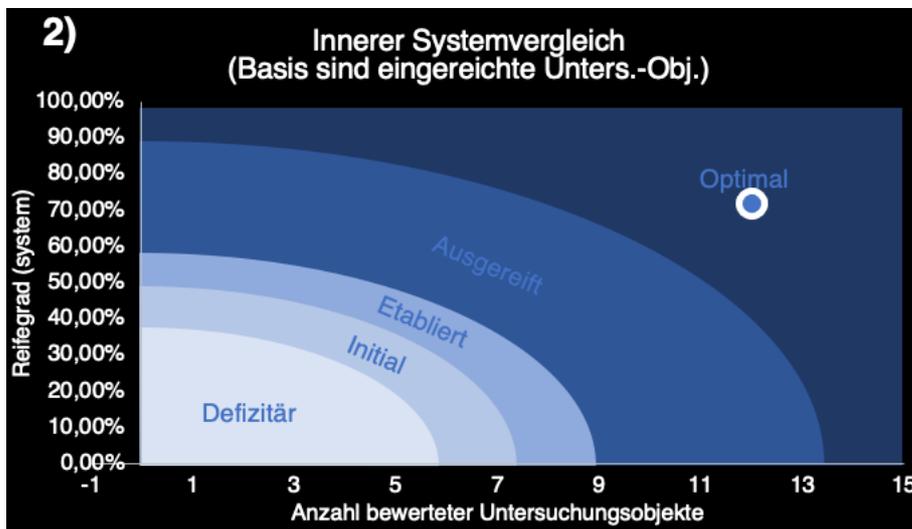


Abbildung 10: Gesamtbewertungsbasis am Beispiel von APplus.

4.2.1.3 Analyse 3 - Kategoriebewertung

Sofern ein tieferer Einblick in die Bewertung einzelner Module gewünscht ist, zeigt die **dritte Analyse** eine Aufschlüsselung der einzelnen Oberkategorien der (1) technischen Möglichkeit, (2) Datenreifegrad, (3) Funktionsreifegrad und (4) Fähigkeit zum Erklären. Im hier betrachteten Praxisbeispiel wird ersichtlich, dass insbesondere die Fähigkeit zum Erklären modulübergreifend ein Potenzial zur Erhöhung der KI-ERP-Indikatorwerte aufweisen. Einzig das Modul der Bestellautomatisierung erzielt hohe Werte in einer Fähigkeit zum Erklären.

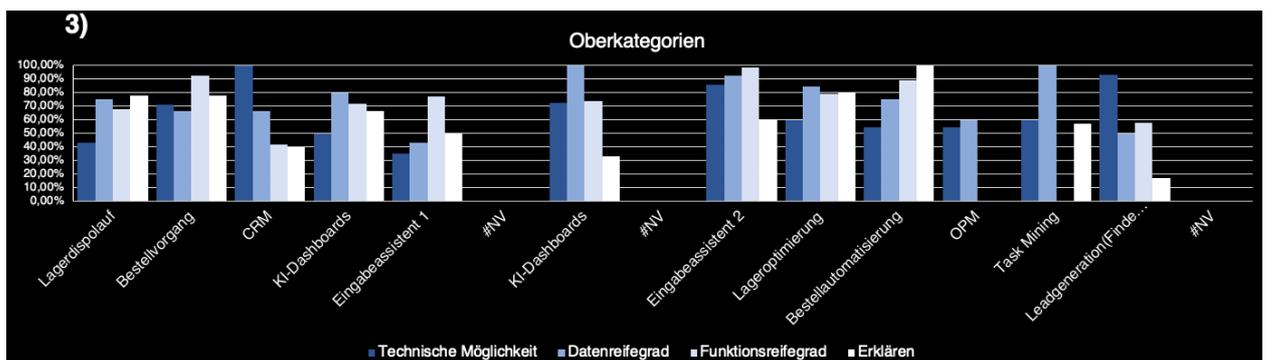


Abbildung 11: Kategoriebewertung am Beispiel von APplus.

4.2.2 ERP-Kategoriespezifische Analysen

Durchgeführte kategoriespezifische Analysen fokussieren die Reifegradstufen des ERP-Systems entsprechend der Modulzuordnungen zu den vom KI-ERP-Indikator bereitgestellten ERP-Kategorien.

4.2.2.1 Analyse 4 – Gesamtbewertung der ERP-Kategorien

Die **vierte Analyse** schlüsselt Modulbewertungen entsprechend der identifizierten ERP-Kategorien auf. Im Praxisbeispiel wird deutlich, dass die ERP-Bereiche, in welche Module zur Bewertung eingereicht wurden, ausnahmslos ausgereifte KI-ERP-Reifegrade erreichen.

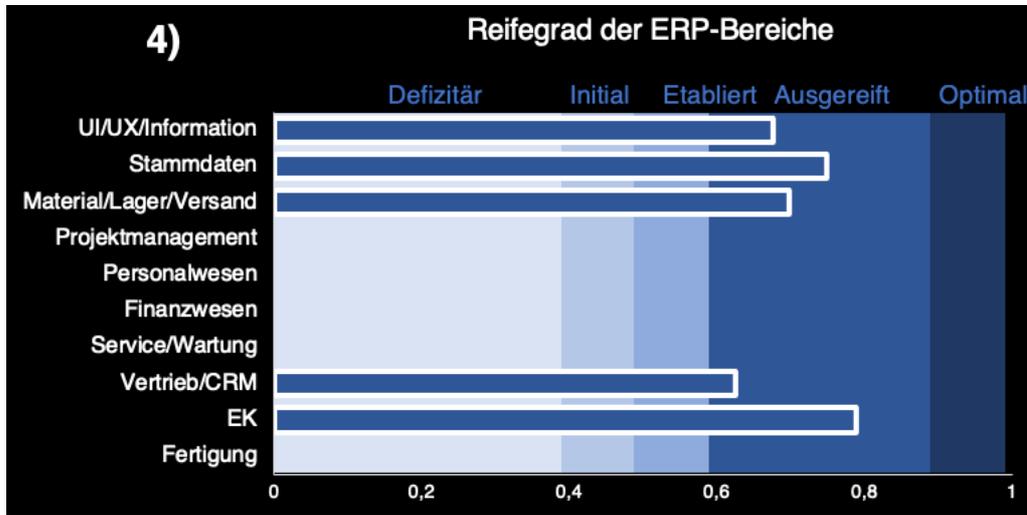


Abbildung 12: Gesamtbewertung der ERP-Kategorien am Beispiel von APplus.

4.2.2.2 Analyse 5 – Bewertungsbasis der ERP-Kategorien

In der **fünftten Analyse** werden KI-ERP-Reifegrade je ERP-Bereich identifiziert, indem auf der X-Achse die Anzahl der bewerteten Module pro ERP-Kategorie und auf der Y-Achse die in der jeweiligen Kategorie erreichte Gesamtbewertung abgetragen werden. Da im Fall von APplus von Asseco ausnahmslos mindestens zwei Module in die Betrachtung je ERP-Bereich einbezogen werden, kann eine moderate Bewertungsbasis erreicht werden. Hierbei deuten KI-ERP-Indikator-Werte von über 60% für einen ausgereiften Reifegrad.

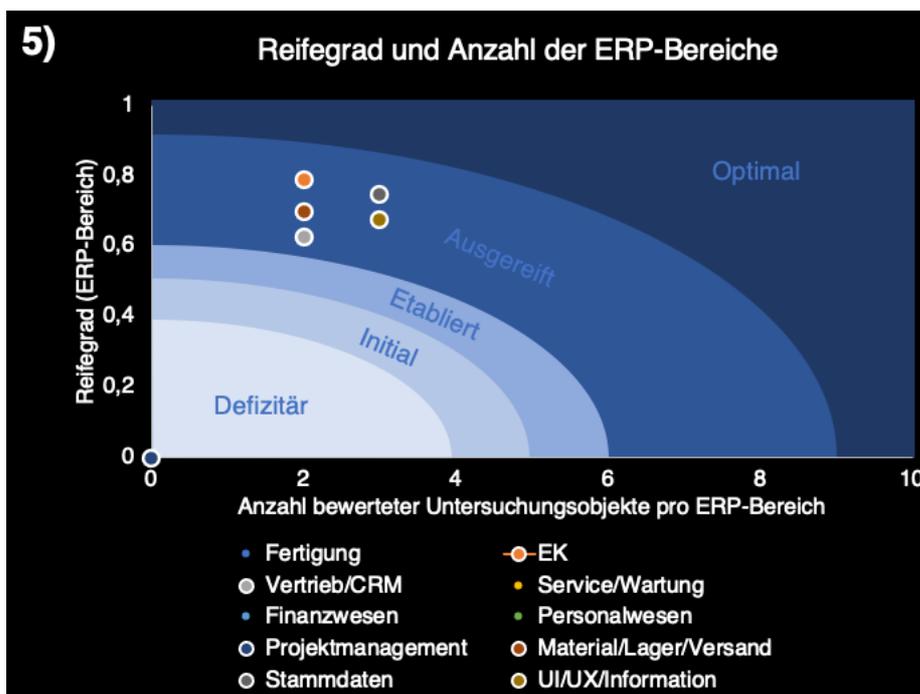


Abbildung 13: Bewertungsbasis der ERP-Kategorien am Beispiel von APplus.

4.2.2.3 Analyse 6 – Bereinigte Gesamtbewertung der ERP-Kategorien

Mit der **sechsten Analyse** werden die gleichen Mechanismen wie in der vierten Analyse realisiert, wobei hier Module nicht mehr in die Betrachtung einfließen, die mehreren ERP-Bereichen zugeordnet werden. Es entsteht somit eine Bewertung, welche um Effekte einer Multi-Bereich-Zuordnung bereinigt wurden und nur eine bestmögliche Modulevaluation berücksichtigt wird. Im Praxisbeispiel von Asseco wird ersichtlich, dass hier insbesondere der Bereich des Einkaufs in APplus die höchsten Bereichswerte erzielen.

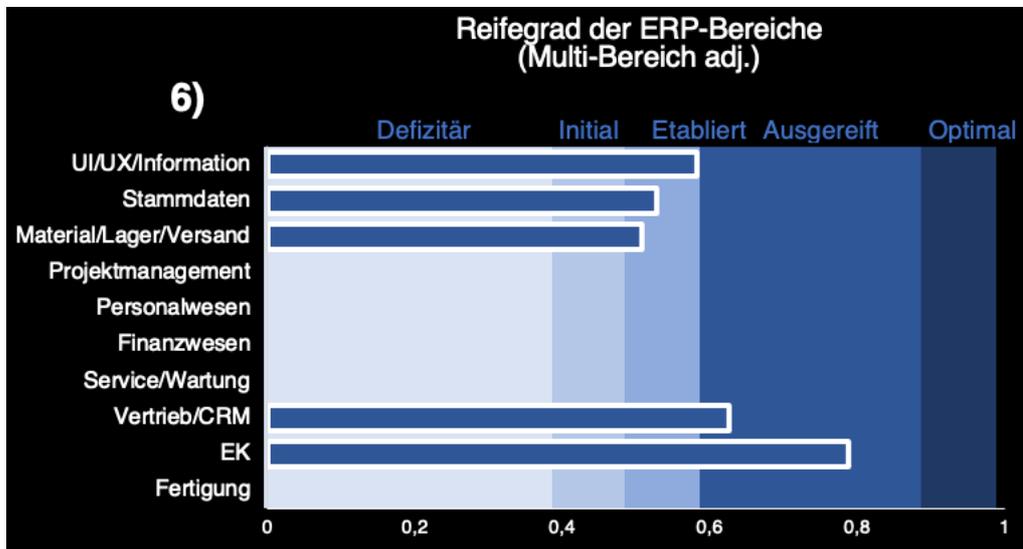


Abbildung 14: Bereinigte Gesamtbewertung der ERP-Kategorien am Beispiel von APplus.

4.2.2.4 Analyse 7 – Bereinigte Bewertungsbasis der ERP-Kategorien

Die **siebte Analyse** wendet die gleichen Verrechnungsmechanismen wie die fünfte Analyse an, wobei hier Module nicht mehr in die Betrachtung einfließen, die mehreren ERP-Bereichen zugeordnet werden. Es entsteht somit eine Bewertung, welche um Effekte einer Multi-Bereich-Zuordnung bereinigt wurden und nur eine bestmögliche Modulevaluation berücksichtigt wird. Im Praxisbeispiel von Asseco wird ersichtlich, dass eingereichte Module in den meisten ERP-Bereichen einen KI-ERP-Reifegrad erzielen.

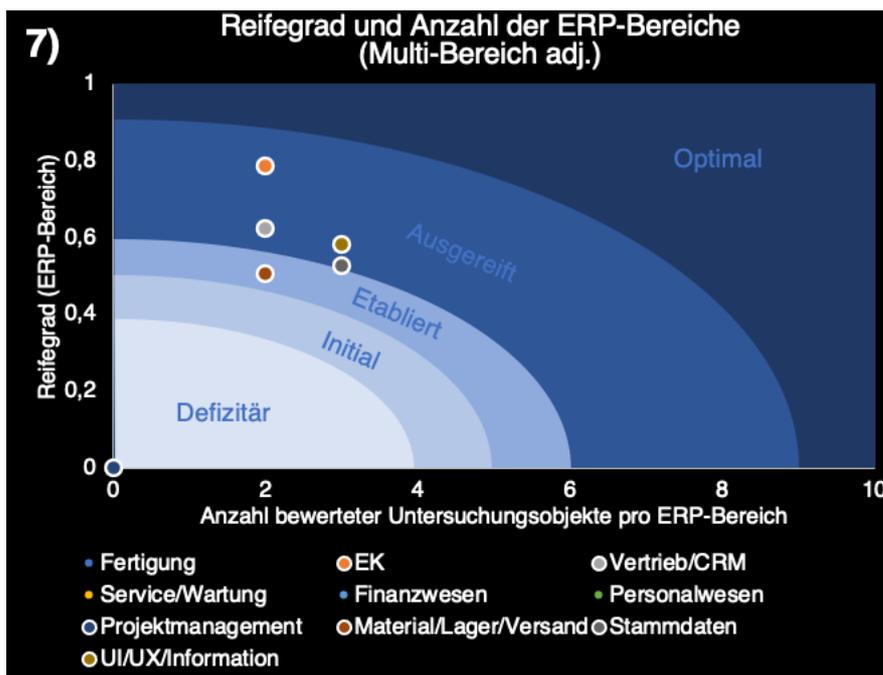


Abbildung 15: Bereinigte Bewertungsbasis der ERP-Kategorien am Beispiel von APplus.

4.2.3 ERP-Bereichsspezifische Analysen

Durchgeführte bereichsspezifische Analysen fokussieren die Reifegradstufen des ERP-Systems entsprechend der Modulzuordnungen zu den vom KI-ERP-Indikator bereitgestellten ERP-Bereichen.

4.2.3.1 Analyse 8 – Gesamtbewertung für einen Marktvergleich

Die **achte Analyse** fokussiert eine Gesamtbewertung des Systems, wobei die Module entsprechend einer festen Gewichtung einzelner ERP-Kategorien berücksichtigt werden. Da diese von einer zentralen, unabhängigen Institution vorgegeben werden und einheitlich für diverse ERP-Anbieter angewendet werden (diese berücksichtigt im gezeigten Beispiel sämtliche ERP-Bereiche gleichberechtigt), entsteht eine am Markt einheitlich relativierte Evaluation, die für einen fairen Marktvergleich taugt. So können beispielsweise ERP-Systeme mit einem Fokus auf den Bereich des Einkaufs ermöglicht mit ERP-Systemen verglichen zu werden, welche diverse Bereiche bedient. Da im Fall von APplus von Asseco insgesamt fünf Untersuchungsbereiche in die Betrachtung einbezogen werden und diese eine gute Bewertungsbasis darstellen, spricht ein KI-ERP-Indikator-Wert von etwa 40% für einen ausgereiften Reifegrad.

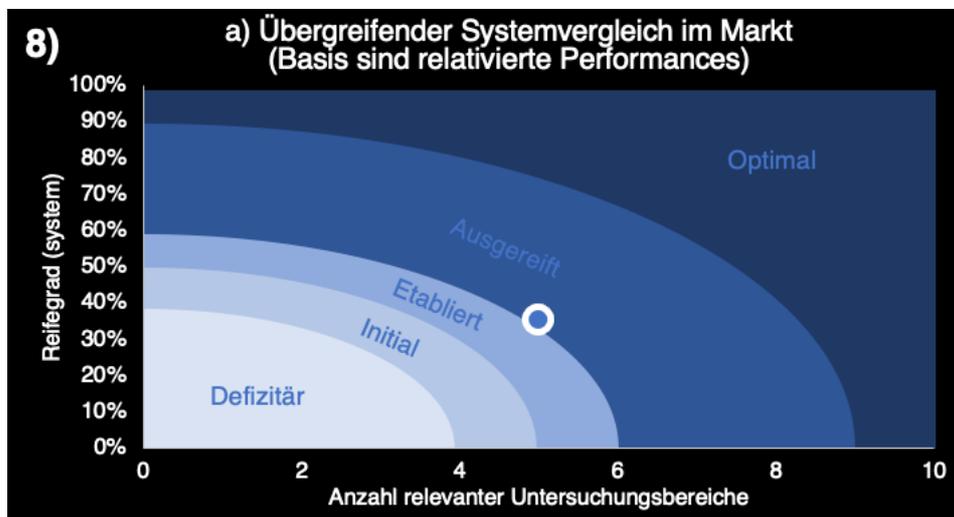


Abbildung 16: Gesamtbewertung für einen Marktvergleich am Beispiel von APplus.

4.2.3.2 Analyse 9 – Gesamtbewertung für einen firmeninternen Vergleich

Die **neunte Analyse** fokussiert eine Gesamtbewertung des Systems, wobei die Module entsprechend einer anbietereigenen (firmen- bzw. produktspezifischen) Gewichtung einzelner ERP-Kategorien berücksichtigt werden. Da diese von jedem Anbieter selbst definiert werden können (diese berücksichtigt im gezeigten Beispiel lediglich die von APplus bespielten ERP-Bereiche mit jeweils 20%), entsteht eine für die eigene Entwicklung leitende Evaluation, die Potenziale zeigt. So können beispielsweise ERP-Systeme mit einem Fokus auf den Bereich des Vertriebs nicht relevante Bereiche wie den Einkauf ausschließen. Da im Fall von APplus von Asseco insgesamt fünf Untersuchungsbereiche in die Betrachtung einbezogen werden und diese eine gute Bewertungsbasis darstellen, spricht ein KI-ERP-Indikator-Wert von mehr als 70% für einen ausgereiften KI-ERP-Reifegrad.

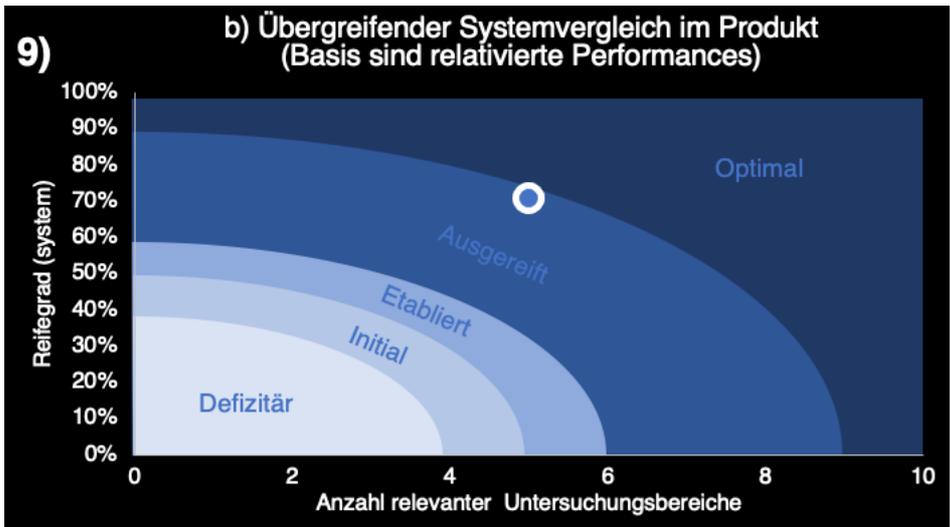


Abbildung 17: Gesamtbewertung für einen firmeninternen Vergleich am Beispiel von APplus.

4.2.3.3 Analyse 10 – Gesamtbewertung für einen Branchenvergleich

In der **zehnten Analyse** wird eine Gesamtbewertung des Systems fokussiert, welche die Module entsprechend einer definierten, branchenspezifischen Gewichtung einzelner ERP-Kategorien berücksichtigt. Da diese von einer zentralen, unabhängigen Institution vorgegeben werden und einheitlich für diverse ERP-Anbieter angewendet werden (diese berücksichtigt im gezeigten Beispiel lediglich die ERP-Bereiche des Einkaufs und Vertriebs/CRM), entsteht eine am Markt einheitlich relativierte Evaluation, die für einen fairen Marktvergleich innerhalb einer gewählten Branche taugt. So können beispielsweise ERP-Systeme mit einem Fokus auf den Bereich des Ein- und Verkaufs ermöglicht werden. Weiter können spezialisierte ERP-Systeme mit ERP-Systemen verglichen zu werden, welche diverse Bereiche bedient. Auch wenn im Fall von APplus von Asseco diverse Branchen mit KI im ERP befähigt werden, in die branchenspezifische Betrachtung des Ein- und Verkaufs werden lediglich zwei Untersuchungsbereiche einbezogen. Diese stellt eine gute Bewertungsbasis dar. Auch der KI-ERP-Indikator-Wert spricht mit einem Wert von etwa 70% für einen ausgereiften Reifegrad innerhalb dieser Branche.

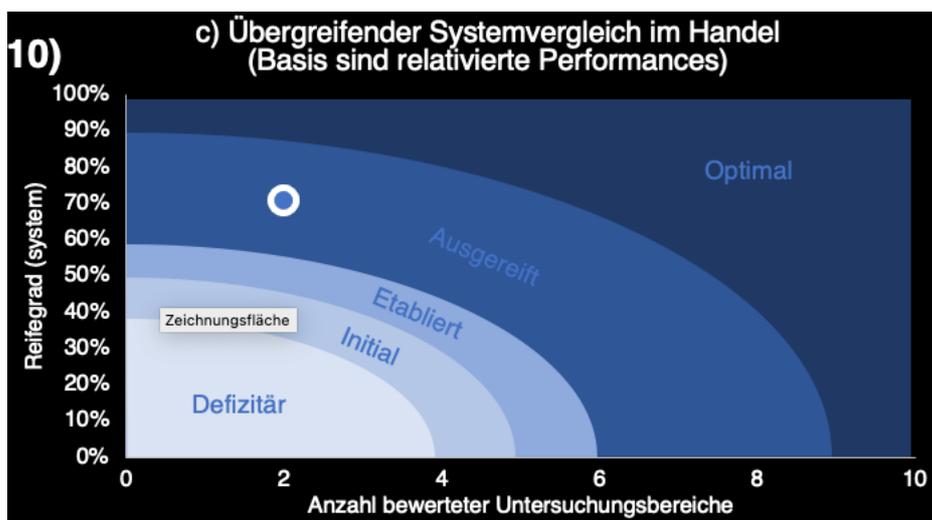


Abbildung 18: Gesamtbewertung für einen Branchenvergleich am Beispiel von APplus.

4.2.3.4 Analyse 11 – Bereinigte Gesamtbewertung für einen Marktvergleich

Mit der **elften Analyse** werden die gleichen Mechanismen wie in der achten Analyse realisiert, wobei hier Module nicht mehr in die Betrachtung einfließen, die mehreren ERP-Bereichen zugeordnet werden. Es

entsteht somit eine Bewertung, welche um Effekte einer Multi-Bereich-Zuordnung bereinigt wurden und nur eine bestmögliche Modulevaluation berücksichtigt wird. Im Praxisbeispiel von Asseco wird somit ersichtlich, dass Module in einzelne Untersuchungsbereiche wohlüberlegt eingereicht wurden und ein KI-ERP-Reifegrad an der Grenze zwischen etabliert und ausgereift auf einer breiten Evaluationsbasis erreicht werden.

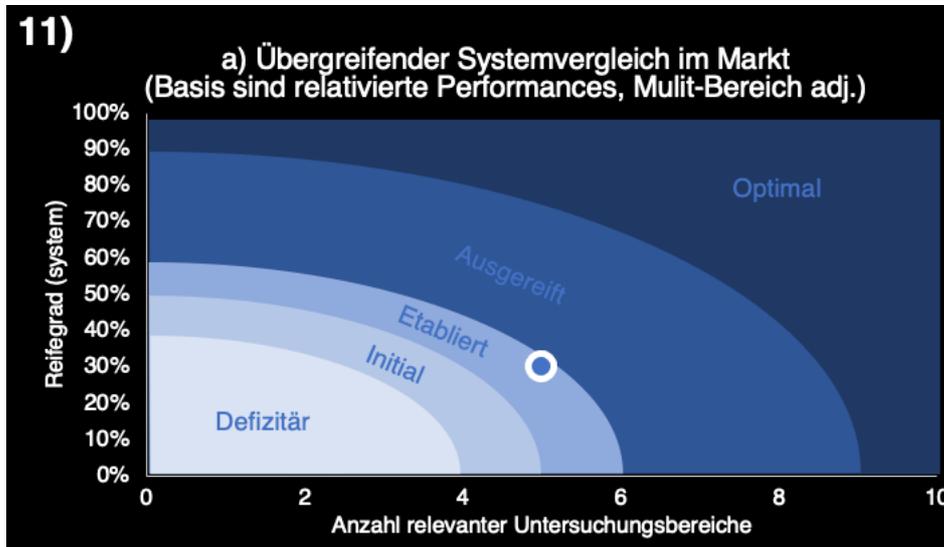


Abbildung 19: Bereinigte Gesamtbewertung für einen Marktvergleich am Beispiel von APplus.

4.2.3.5 Analyse 12 – Bereinigte Gesamtbewertung für einen firmeninternen Vergleich

Mit der **zwölften Analyse** werden die gleichen Mechanismen wie in der neunten Analyse realisiert, wobei hier Module nicht mehr in die Betrachtung einfließen, die mehreren ERP-Bereichen zugeordnet werden. Es entsteht somit eine firmen- bzw. produktspezifische Bewertung, welche um Effekte einer Multi-Bereich-Zuordnung bereinigt wurden und nur eine bestmögliche Modulevaluation berücksichtigt wird. Im Praxisbeispiel von Asseco wird hier ersichtlich, dass eingereichte Module einen ausgereiften KI-ERP-Reifegrad auf einer breiten Evaluationsbasis erzielen.

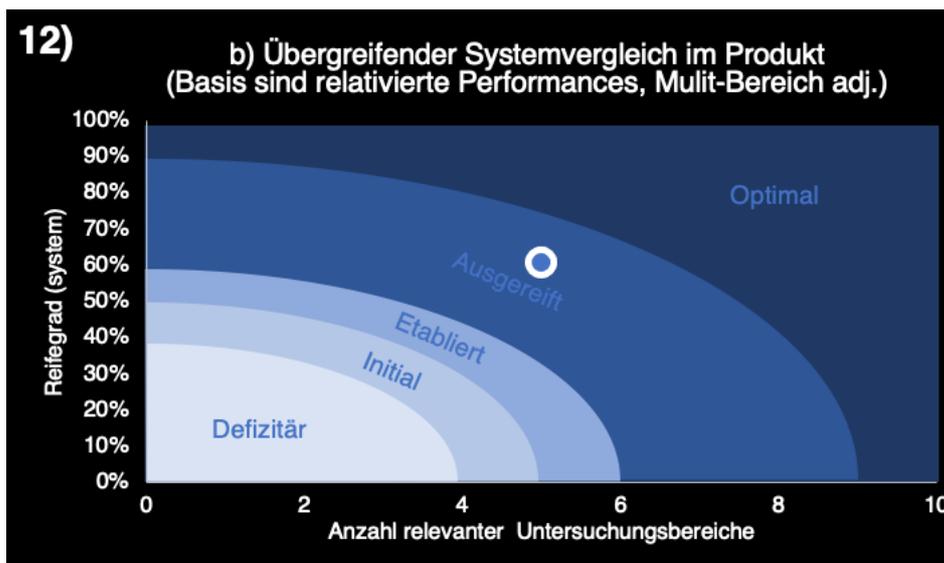


Abbildung 20: Bereinigte Gesamtbewertung für einen firmeninternen Vergleich am Beispiel von APplus.

4.2.3.6 Analyse 13 – Bereinigte Gesamtbewertung für einen Branchenvergleich

In der **dreizehnten Analyse** werden die gleichen Mechanismen wie in der zehnten Analyse realisiert, wobei hier Module nicht mehr in die Betrachtung einfließen, die mehreren ERP-Bereichen zugeordnet werden. Es entsteht somit eine branchenspezifische Bewertung, welche um Effekte einer Multi-Bereich-Zuordnung bereinigt wurden. Hierbei werden nur bestmögliche Modulevaluationen je Bereich berücksichtigt. Im Praxisbeispiel von Asseco wird somit ersichtlich, dass ein ausgereifter KI-ERP-Reifegrad im Bereich Einkauf und Verkauf/CRM erzielt.

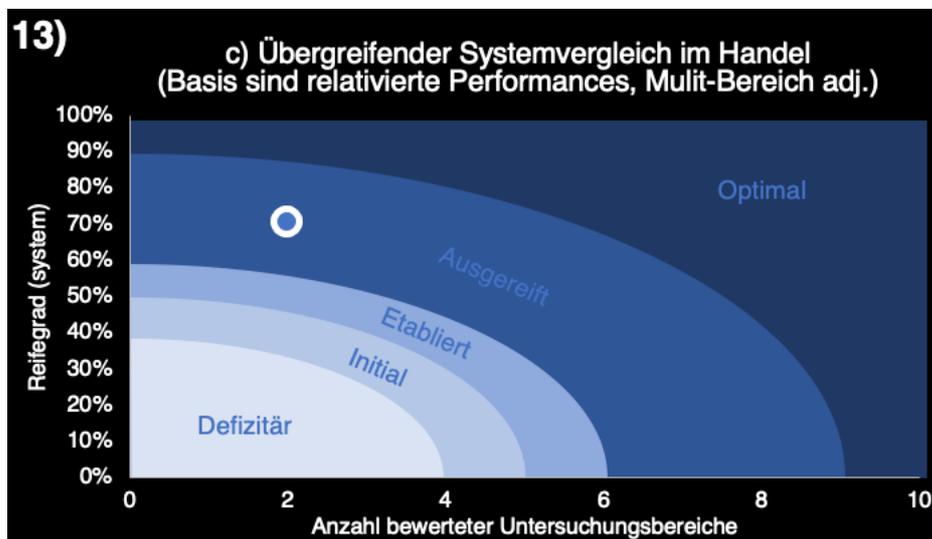


Abbildung 21: Bereinigte Gesamtbewertung für einen Branchenvergleich am Beispiel von APplus.

4.3 Fazit

Aufgrund des Einsatzes des KI-ERP-Indikators im Rahmen einer firmeninternen Evaluation, welche von Asseco durchgeführt wurde, können diverse nächste Schritte für eine operative Entwicklung sowie strategische Ausrichtung des ERP-Systems identifiziert werden. Beispielsweise können einzelne Module so weiterentwickelt werden, dass sie in ihrer Gesamtbewertung höhere Indikatorwerte erreichen (Analyse 1). Hier hat insbesondere das CRM-Modul ein Entwicklungspotenzial.

Weiter kann eine systemweite Gesamtbewertung (Analyse 2) des gesamten ERP-Systems APplus optimiert werden. Dies gelingt, indem zum Beispiel weitere Module als Untersuchungsobjekte eingereicht werden, oder einzelne Module so erweitert werden, dass sie in modulspezifischen Bewertungen höhere Indikatorwerte erzielen.

Angesichts der Analyse 3 kann das größte Potenzial für nächste Entwicklungsiterationen in der Erhöhung der Fähigkeit zum Erklären der Leadgenerierung festgestellt werden.

Auf Basis der Analyse 4 sollte ein Erobert bisher nicht bedienter ERP-Bereiche liegen. Hier zeigt sich allerdings auch das Erreichen weiterer Reifegradstufen für eingereichte Module im Vertrieb/CRM-Bereich als besonders attraktiv.

Von Analyse 5 kann beispielsweise abgeleitet werden, dass die Anzahl bis dato eingereichter Untersuchungsobjekte (Module) je Bereich systematisch erhöht werden kann, um höhere KI-ERP-Reifegrade zu erreichen und die Bewertungsbasis zu erhöhen.

Mit Hilfe der Analyse 6 kann eine Chance in der Optimierung der in den Bereichen Stammdaten sowie Material/Lager/Versand erkannt werden, um den zugehörigen Reifegrad leicht von der Stufe etabliert zu ausgereift treiben zu können.

Diese Chance lässt sich anhand der Analyse 7 bestätigen. Hier empfiehlt es sich, weitere Module für diese Bereiche einzureichen, sodass sich die Bewertungsbasis verbessert.

Mit der Analysen 8 und 11 ist ein Marktvergleich bereits vorbereitet, sodass das betrachtete System APplus leicht mit weiteren Systemen verglichen werden kann.

Auf Basis der Analysen 9 und 12 ist eine firmenspezifische Betrachtung auf das ERP-System APplus bereits vorbereitet. Es empfiehlt sich hier weitere ERP-Systeme zu evaluieren, sodass ein ERP-Vergleich realisiert werden kann, welcher den produktspezifischen Fokus (Scope) von APplus berücksichtigt.

Anhand der Analysen 9 und 13 ist ein branchenspezifischer Vergleich bereits vorbereitet, welcher die Bereiche Einkauf sowie Vertrieb/CRM adressiert. Auch hier empfiehlt es sich Bewertungen weiterer ERP-Systeme aufzunehmen, sodass ein ERP-Vergleich im Rahmen eines Branchenfokus realisiert werden kann, welcher den produktspezifischen Fokus (Scope) von APplus berücksichtigt.

5 Ausblick und Zertifizierung durch die UP-CER

Künstliche Intelligenz spielt eine entscheidende Rolle bei der zukünftigen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft. Auch ERP-Anbieter entwickeln ihre Lösungen zunehmend zu intelligenten ERP-Lösungen weiter und bieten ihren Kunden neben Out-of-the-Box-KI-Funktionen die Möglichkeit, KI-Technologien individuell zu nutzen. Es ist absehbar, dass KI die **ERP-Landschaft entscheidend verändern** und zu einem wichtigen Wettbewerbsfaktor werden wird, sowohl auf Seiten der Anbieter als auch auf Seiten der Anwender. Viele KI-Funktionen werden in bestimmten Bereichen des ERP-Einsatzes vermehrt zum Standard werden. Von der Verarbeitung natürlicher Sprache, Text-, Bild- und Videoerkennung bis hin zu KI-gesteuerten Analysen und autonomen Prozessen werden KI-ERP-Systeme in der Lage sein, Gelerntes auf neue Situationen anzuwenden, Prozesse zu planen, Vorhersagen zu treffen und mit den Anwendern zu interagieren. Der Weg zur autonomen Steuerung in ERP-Systemen stellt dabei den komplexesten und langwierigsten Teil einer langen Entwicklungsreise dar.

Obwohl ERP-Anbieter zunehmend auf integrierte KI-Funktionen in ihren Produkten setzen scheint die Implementierung von KI in ERP-Systemen **in Deutschland vergleichsweise träge** voranzuschreiten. Je nach Entwicklungs- oder Architekturstand der Anbieter kann es verschiedene Gründe geben, warum KI wenig oder gar nicht eingesetzt wird. Angesichts des Potenzials von KI im ERP-Kontext sollte der KI-Reifegrad in der Produktstrategie betrachtet werden.

Vor diesem Hintergrund bietet das an der Universität Potsdam angesiedelte Center for Enterprise Research (UP-CER) die Möglichkeit zur neutralen Bewertung eines ERP-Systems durch eine marktunabhängige Instanz für den Markt an. Als Aushängeschild für das Unternehmen darf dieses als **KI-ERP-Zertifizierung** ausgewiesen werden. In der Einordnung der systemspezifischen Zertifizierung in der **Marktübersicht** können sich somit die besten Systeme auf Basis der KI-Reifegraden in ERP-Systemen identifizieren lassen und einen echten Wettbewerbsvorteil darstellen.

Referenzen

Auth, G., Jokisch, O., & Dürk, C. (2019). Revisiting automated project management in the digital age – a survey of AI approaches. *Online Journal of Applied Knowledge Management*, 7(1), 27–39.

Bačić, D., & Fadlalla, A. (2016). Business information visualization intellectual contributions: An integrative framework of visualization capabilities and dimensions of visual intelligence. *Decision Support Systems*, 89, 77–86.

Bankhofer, U., Vogel, J. (2008). Datenanalyse und statistik. Wiesbaden: Gabler.

Bitkom e.V. (2019) Künstliche Intelligenz und ERP. <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Kuenstliche-Intelligenz-und-ERP>

Bohanec, M., Kljajić Borštnar, M., & Robnik-Šikonja, M. (2017). Explaining machine learning models in sales predictions. *Expert Systems with Applications*, 71, 416–428.

Brynjolfsson, E., & McElheran, K. (2016). Data in Action: Data-Driven Decision Making in U.S. Manufacturing. *SSRN Electronic Journal*.

Budzinski, O., Noskova, V., & Xijie, Z. (2018). The Brave New World of Digital Personal Assistants: Benefits and Challenges from an Economic Perspective. *SSRN Electronic Journal*.

- Busse, J. (2020). Der ehrbare digitale Kaufmann. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 12(1), 18–27. <https://doi.org/10.1365/s35764-019-00230-5>
- Chui, M., Manyika, J., Bughin, J., Brown, B., Roberts, R., Danielson, J., Gupta, S., (2013) Ten IT-enabled Business Trends for the Decade Ahead, McKinsey Global Institute.
- Dam, H. K., Tran, T., Grundy, J., Ghose, A., & Kamei, Y. (2019). Towards Effective AI-Powered Agile Project Management. In *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: New Ideas and Emerging Results (ICSE-NIER)* (pp. 41–44). IEEE.
- Doss, P., Pal, A., & Paul, K. J. S. (2018). Unified Voice Assistant and IoT Interface. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 8(10), 19061– 19065.
- El Kadiri, S., Grabot, B., Thoben, K. D., Hribernik, K., Emmanouilidis, C., Von Cieminski, G., and Kiritsis, D., (2016) Current trends on ICT technologies for enterprise information systems. *Computers in Industry*, 79, pp. 14-33.
- Gnewuch, U., Morana, S., & Maedche, A. (2017) Towards Designing Cooperative and Social Conversational Agents for Customer Service. In *ICIS*.
- Gronau, N. (2016) Architektur, Management und Funktionen des Enterprise Resource Planning, GITO mbH Verlag, Berlin.
- Gronau, N. (2021) ERP-Systeme: Architektur, Management und Funktionen des Enterprise Resource Planning, Walter de Gruyter GmbH & Co KG.
- Gronau, N. Fohrholz, C., Weber, N. (2013) Wettbewerbsfaktor Analytics - Reifegrad ermitteln, Wirtschaftlichkeitspotenziale entdecken, GITO mbH Verlag, Berlin.
- Grum M. 2020. Managing Human and Artificial Knowledge Bearers. In: Shishkov B. (eds) Business Modeling and Software Design. BMSD 2020. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 391. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52306-0_12
- Grum, M. (2021) Construction of a Concept of Neuronal Modeling, University of Potsdam, <https://opac.ub.uni-potsdam.de/DB=1/XMLPRS=N/PPN?PPN=1760584673>
- Grum, M., Sultanow, E., Friedmann, D., Ullrich, A., Gronau, N. (2020) Tools des Maschinellen Lernens: Marktstudie, Anwendungsbereiche und Lösungen der Künstlichen Intelligenz, GITO mbH Verlag, Berlin (Open Access).
- Hüsson, D., & Holland, A. (2019). Intelligent Personal Assistant and Reporting – Explaining Data to Users through Speech Synthesis. In P. Heisig (Ed.), *Knowledge Management in Digital Work Environments - State-of-the-Art and Outlook Proceedings 10th Conference Professional Knowledge Management* (pp. 157–161). Potsdam: FHP Verlag.
- IDC (2021) Aufgerufen am 20.10.21: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS48127321>
- Jacobs, S. (2021) Reifegradmodelle. [Online] <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/is-management/Systementwicklung/reifegradmodelle> (abgerufen: 01.10.2021)
- Jain, D. (2012) Probabilistic Cognition for Technical Systems - Statistical Relational Models for High-Level Knowledge Representation, Learning and Reasoning, Technische Universität München, Dissertationsschrift.
- Jiménez, F., Sánchez, G., García, J. M., Sciavicco, G., & Miralles, L. (2017). Multi-objective evolutionary feature selection for online sales forecasting. *Neurocomputing*, 234, 75–92.
- Laroque, C., Schumann, C.-A., & Tittmann, C. (2019). Potenziale erschließen durch Künstliche Intelligenz im Projektmanagement. *ProjektManagement Aktuell*, 3, 39–41.
- Maedche, A., Legner, C., Benlian, A., Berger, B., Gimpel, H., Hess, T., ... Söllner, M. (2019). AI-Based Digital Assistants: Opportunities, Threats, and Research Perspectives. *Business and Information Systems Engineering*, 61(4), 535–544.
- Mertens, P., & Barbian, D. (2019). Erreicht Künstliche Intelligenz auch das Controlling? *Controlling & Management Review*, 63(4), 8–17.
- Mishra, N., & Silakari, S. (2012). Predictive Analytics: A Survey, Trends, Applications, Opportunities & Challenges. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 3(3), 4434–4438.

- Müller, M., Bär, T., & Weber, C. (2005). Was ist Reifegrad? In DFX 2005: Proceedings of the 16th Symposium on Design for X, Neukirchen/Erlangen, Germany, 13.-14.10. 2005 (pp. 17-26).
- Mynhardt, H., Makarenko, I., & Plastun, A. (2017). Standardization of sustainability reporting: rationale for better investment decision-making. *Public and Municipal Finance*, 6(2), 7–15.
- Nadj, M., Jegadeesan, H., Maedche, A., Hoffmann, D., Erdmann, P. (2016) A situation awareness driven design for predictive maintenance systems: the case of oil and gas pipeline operations. In: Proceedings of the 24th European conference on information systems, Istanbul
- Paulsen, T. (2021) Autonomes Fahren: Die 5 Stufen zum selbstfahrenden Auto, [online] <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/ausstattung-technik-zubehoer/autonomes-fahren/grundlagen/autonomes-fahren-5-stufen/> (aufgerufen 10.10.2021)
- Pöppelbuß, J., Röglinger, M. (2011) What Makes A Useful Maturity Model? A Framework Of General Design Principles For Maturity Models And Its Demonstration In Business Process Management. ECIS 2011 Proceedings. 28.
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*, 1(1), 51–59.
- Rebhorn, D. (2019). Maschinen schaffen mehr Mehrwert als der Mensch, oder: Welche Auswirkungen künstliche Intelligenz auf unsere Arbeitsplätze haben wird. In *Digitalismus* (pp. 123–158). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Ren, S., Patrick Hui, C., & Jason Choi, T. (2018). AI-Based Fashion Sales Forecasting Methods in Big Data Era (pp. 9–26).
- Romero, D., and François, V., (2016) Enterprise information systems state of the art: Past, present and future trends. *Computers in Industry*, 79. pp. 3-13.
- Salas, E., Rosen, M. A., & DiazGranados, D. (2010). Expertise-based intuition and decision making in organizations. *Journal of Management*, 36(4), 941–973.
- Sarikaya, R. (2017). The Technology Behind Personal Digital Assistants: An overview of the system architecture and key components. *IEEE Signal Processing Magazine*, 34(1), 67–81.
- Schmidhuber, J. (2015) Deep learning in neural networks: An overview. *Neural networks*, 61, 85-117.
- Vafeiadis, T., Diamantaras, K. I., Sarigiannidis, G., & Chatzisavvas, K. C. (2015). A comparison of machine learning techniques for customer churn prediction. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 55, 1–9.
- Vom Brocke, J., Maaß, W., Buxmann, P., Maedche, A., Leimeister, J. M., & Pecht, G. (2018) Future work and enterprise systems. *Business & Information Systems Engineering*, 60(4), 357-366.
- Wagner, K. W., Dürr, W. (2008). Reifegrad nach ISO/IEC 15504 (SPiCE) ermitteln. München: Hanser.
- Wilson, H. J., & Bataller, C. (2015). How People Will Use AI to Do Their Jobs Better. *Harvard Business Review*, 2–6. <https://hbr.org/2015/05/how-people-will-use-ai-to-do-their-jobs-better>
- Yaseen, Z. M., Ali, Z. H., Salih, S. Q., & Al-Ansari, N. (2020). Prediction of risk delay in construction projects using a hybrid artificial intelligence model. *Sustainability (Switzerland)*, 12(4), 1–14.
- Yukl, G. (2013) Leadership in Organizations. 8. Auflage. Pearson, ISBN 978-0-273-76566-0.