

I4PE - Plattform Zur Unterstützung Der Unternehmensweiten Digitalisierung Von KMU

C. Cevirgen¹, L.M. Bischoff¹, T. Heinen², P. Nyhuis¹

¹Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Leibniz University Hannover

²GREAN GmbH, Hannover

Abstract

Produzierende Unternehmen sind aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Industrie 4.0 mit großen technologischen Veränderungen konfrontiert. Diese Veränderungen beeinflussen den gesamten Wettbewerb. Volatile Märkte, die Fokussierung auf Kundenwünsche sowie die Reduzierung der Fertigungstiefe zwingen Unternehmen ihre Prozesse kontinuierlich anzupassen, um sich klar gegenüber den Wettbewerbern im Markt zu positionieren. Die Digitalisierung in allen Unternehmensbereichen ist ein entscheidendes Mittel für Unternehmen, um unter solch schwierigen Bedingungen langfristig erfolgreich am Markt agieren zu können. Besonders kleine und mittlere Unternehmen (KMU) haben durch ihre limitierten Möglichkeiten Schwierigkeiten, den digitalen Wandel ganzheitlich im Unternehmen voranzutreiben. Mittels einer internetbasierten Plattform können dem Nutzer niedrigschwellig Informationen und Erläuterungen zu Maßnahmen für eine individuelle und zukunftsorientierte Ausrichtung der Geschäftsprozesse bereitgestellt werden. Entscheidend ist hier insbesondere die didaktische Aufbereitung der Plattforminhalte, sodass dessen Nutzung mit keinem großen Aufwand verbunden ist und gleichzeitig vom Nutzer keine besondere Expertise verlangt wird. Dieser Artikel gibt eine kurze Zusammenfassung über die entwickelten Inhalte einer solchen Projektplattform mit dem Namen ‚Industrie 4.0-Projektplattform zur Einführung für KMU (I4PE)‘. Basierend auf dem wissenschaftlichen Ansatz wird zudem eine Methodik vorgestellt, mit der die Digitalisierungsmaßnahmen dem jeweiligen Entwicklungsstand und den strategischen Entwicklungszielen eines Unternehmens zugewiesen werden.

Schlüsselbegriffe

Ganzheitliche Digitalisierung; KMU; Internetplattform; Self-Assessment

1. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung im Projekt ‚I4PE‘

Die technologische Entwicklung der letzten Jahre, vor allem die der Informations- und Kommunikationstechnologien, stellt einen enormen Fortschritt dar. Informationen können in kürzester Zeit bereitgestellt, kommuniziert und kombiniert werden. Die Einbindung dieses Fortschritts in die Fabriken wird im deutschsprachigen Raum durch den Begriff Industrie 4.0 beschrieben. Übergeordnetes Ziel von Industrie 4.0 ist die Sicherstellung und Steigerung der unternehmerischen Wettbewerbsfähigkeit am internationalen Markt [1]. Dies ist besonders in Zeiten dynamischer Unternehmensumfelder von besonderer Bedeutung. Der Markt ist zunehmend geprägt von immer kürzer werdenden Innovations- und Produktlebenszyklen, sowie individuellen Produktanforderungen seitens der Kunden [2]. Um in diesem Umfeld zukünftig weiter bestehen zu können, müssen die Unternehmen sich mit dem Thema Industrie 4.0 auseinandersetzen. Dabei spielt die Digitalisierung in allen Geschäftsprozessen eines Unternehmens eine zentrale Rolle. Die Digitalisierung bezeichnet die Überführung von analoger in digitale Werte, wodurch

This Paper has been reviewed by the Certified Reviewer Community of publish-Ing. – 1 review – single blind

diese, beispielsweise anhand eines besseren Datenaustausches und dadurch beschleunigten Prozessen, die Chance einer höheren Produktivität, einer besseren Kontrolle der Wertschöpfungskette, innovativer Geschäftsmodelle und einer gesteigerten Wandlungsfähigkeit bietet [3–7]. Die Betriebsstrukturen müssen dahingehend angepasst und Technologien sinnvoll implementiert werden. Dies birgt im Wesentlichen zwei Herausforderungen. Zum einen müssen Unternehmen in ihren Wertschöpfungsprozessen zuallererst Digitalisierungspotentiale identifizieren, um nicht hohe Investitionen an falscher Stelle zu tätigen. Zum anderen müssen die identifizierten Potentiale mit fundierten Kenntnissen bezüglich der Auswahl und Einführung einer Technologie gefüllt werden. Daher ist es zwingend notwendig, den Markt an potentiellen Technologien zu überblicken, um die technologischen Entwicklungen richtig einschätzen zu können [8]. Die Einführung neuer Technologien bringt zudem die Herausforderung der Integration dieser in die bestehende Systemlandschaft mit sich. Große Unternehmen haben dabei die Möglichkeit, eigene Abteilungen zu beauftragen, die neue Technologien effizient in ihre Betriebe einführen. Dem gegenüber sind KMU bei zunehmendem Produktivitätsdruck aufgrund ihrer finanziellen und personellen Kapazitäten nur bedingt in der Lage, zukunftsweisende Digitalisierungsmaßnahmen in das operative Geschäft zu integrieren. Da KMU einen bedeutenden Teil der deutschen Wirtschaft abdecken, ist es unerlässlich, dass sie trotz ihrer schwierigen Ausgangslage den Kontakt zu digitalen Veränderungen nicht verlieren [9,10].

Bestehende Ansätze zur Förderung der Einführung von Industrie 4.0 in KMU stützen sich auf Beratungsdienste oder Software-Tools. Diese erweisen sich allerdings z.T. als kostenintensiv oder zu generisch. Die Konzepte sind zudem für KMU nur teilweise anwendbar, da externe Berater und Softwareansätze den individuellen Entwicklungsstand des einzelnen KMU nicht vollständig berücksichtigen können [11]. Um den aktuellen und zukünftigen Marktanforderungen an die Geschäftsprozesse von KMU gerecht zu werden, müssen neue Ansätze entwickelt werden. Diese müssen die KMU bei der individuellen Umsetzung von Industrie 4.0 entsprechend der jeweiligen Möglichkeiten und Ziele unterstützen und damit die Lücke in den bestehenden Instrumenten schließen. Für diese Problematik wurde mit dem Projektvorhaben ‚Industrie 4.0 - Projektplattform zur Einführung für KMU (I4PE)‘, das in Kooperation der beiden Institutionen IFA und GREAN GmbH bearbeitet wurde, eine niedrigschwellige Lösung angestrebt. Ziel in diesem Projekt war es, eine Internetplattform zu entwickeln, die speziell auf KMU ausgerichtet ist und als Unterstützung zur Einführung von Industrie 4.0 dienen soll [11].

2. Anforderungen an die Plattform

Im Vordergrund der Plattform steht die Verbesserung der Informations- und Einführungsbereitschaft von Industrie 4.0 in KMU. Eine internetbasierte Plattform, in der die Nutzer Informationen und Erläuterungen zu Maßnahmen für eine individuelle und zukunftsorientierte Ausrichtung der Geschäftsprozesse erhalten, besitzt aufgrund der hohen Reichweite ein großes Potential zur niedrigschwelligen Einführung von Digitalisierungsmaßnahmen [12]. Diese Plattform soll neben grundlegenden Informationen zu Schlüsseltechnologiefeldern (Technologiefeld-Steckbriefe) eine Möglichkeit zur individuellen und aufwandsarmen Identifikation relevanter Technologien in einem Unternehmen (Technologiescouting-Tool) bereitstellen. Die Kombination dieser Bausteine adressiert die angesprochenen Herausforderungen für KMU im Umgang bei der Einführung von digitalen Technologien. Das angedachte Unterstützungskonzept soll bei der Anwendung nur minimale Vorkenntnisse voraussetzen und darüber hinaus intuitiv bedienbar sein. Dieser niedrigschwellige Ansatz soll sicherstellen, dass die Nutzung der Plattform ermöglicht, sich der Thematik Industrie 4.0 entsprechend der begrenzten Ressourcen von KMU zu nähern. Abweichend von bestehenden Plattformen sollen nicht nur die Produktion und Logistik betrachtet werden, vielmehr soll ein ganzheitlicher Ansatz erbracht werden. Dieser ganzheitliche Ansatz soll sicherstellen, dass alle bedeutenden Anwendungsbereiche eines KMU abgedeckt werden, um flächendeckend Synergieeffekte zu erschließen. Daraus resultieren die folgenden Anforderungen an die Plattform:

- Damit die Plattform für die betrieblichen Praktiker eine sinnvolle Entscheidungsvorlage darstellt, müssen die bereitzustellenden Informationen aufwandsarm mit einigen wenigen ‚Klicks‘ und geringem Zeitaufwand einzuholen sein. Weiterhin muss es möglich sein, mit nur wenig Vorwissen, also intuitiv, einen individuellen Industrie 4.0-Handlungsleitfaden als Unterstützungsangebot zu generieren. Diese Forderungen werden unter dem Begriff ‚Niedrigschwelligkeit‘ zusammengefasst (A1).
- Alle bedeutenden Anwendungsbereiche von digitalen Technologien in KMU müssen aufgearbeitet und mit Unterstützungsangeboten versehen werden (A2).
- Die Unterstützungsangebote müssen der individuellen Strategie des Unternehmens entsprechen (A3).

Projekte, die sich mit einer ähnlichen Problemstellung auseinandersetzen (vgl. [13–16]), wurden im Vorfeld auf ihre Anwendbarkeit hinsichtlich dieser Anforderungen überprüft, konnten aber diesbezüglich nicht vollends überzeugende und ganzheitliche Ergebnisse liefern. Es fehlt demnach eine Plattform, die auf einem niedrigschwelligen Niveau (A1) KMU und insbesondere ‚digitale Beginner‘ hinsichtlich der Themen Digitalisierung und Industrie 4.0 in breit gestreuten Anwendungsbereichen (A2) passend zur individuellen Strategie der Unternehmen (A3) unterstützt. Genau hier setzt das Projekt ‚I4PE‘ an. Entsprechend dieser Rahmenbedingungen und Anforderungen werden nachfolgend die zentralen Inhalte dieser Plattform vorgestellt.

3. Aufbau der Plattform ‚I4PE‘

Die Plattform ‚I4PE‘ setzt sich aus den beiden in Kapitel 2 angesprochenen Bausteinen (Technologiefeld-Steckbriefe & Technologiescouting-Tool) zusammen. Die Technologiefeld-Steckbriefe widmen sich den übergeordneten Technologiefeldern der Industrie 4.0. Diese Cluster sollen es ermöglichen, dass jede Industrie 4.0-Technologie einem der Technologiefelder zugewiesen werden kann. Mithilfe eines standardisierten Steckbriefs werden wichtige Informationen zum Einsatz der übergeordneten Technologiefelder gegeben, welche auch als übergeordnete Schlüsseltechnologien gesehen werden können. Der zweite Baustein der Plattform ist ein Technologiescouting-Tool. Dieses befähigt den Anwender, mit einigen wenigen Fragen, die Digitalisierungsmaßnahmen zu finden, die zu den strategischen Zielen des Unternehmens passen. Das Tool präsentiert dem Anwender schnell und einfach belastbare Ergebnisse. Die im Tool hinterlegten Technologien sind den jeweiligen übergeordneten Schlüsseltechnologien zugeordnet, sodass ein Informationskreislauf entsteht. Der Anwender kann sich demnach mit allen wesentlichen Informationen, die im Zusammenhang mit der übergeordneten Schlüsseltechnologie stehen, vertraut machen. Um detaillierte Informationen zu den konkreten Technologien einzuholen, werden dem Nutzer externe Links im Tool zur Verfügung gestellt. Nachfolgend werden die beiden strukturgebenden Elemente der Plattform näher beschrieben.

3.1 Technologiefeld - Steckbriefe

Um dem Anwender ein Verständnis davon zu ermöglichen, welche grundlegenden Funktionen mit dem Einsatz einer bestimmten Technologie unterstützt werden, werden zuallererst Technologiefelder festgelegt, in der die jeweiligen Technologien der Industrie 4.0 eingeordnet werden können. Nach einer ausführlichen Literaturanalyse nach WEBSTER UND WATSON (vgl. [17]), konnten sieben Felder identifiziert werden, welche sich untereinander über deren jeweiligen Aufgabenbereich eindeutig voneinander abgrenzen lassen. Dazu wurden bereits in der Literatur genannte Industrie 4.0-Schlüsseltechnologien oder bereits definierte

Technologiecluster gesammelt und nach dem MECE-Ansatz¹ strukturiert. Darauf aufbauend wurden im Folgenden eigene Definitionen der Felder erarbeitet oder aus der verwendeten Literatur entnommen. Eine einheitliche Einordnung der Industrie 4.0-Technologien ist dadurch möglich. Dabei gilt, dass eine Technologie nur einem der Technologiefelder zugeordnet werden kann. Die sich daraus entwickelten Technologiefelder sind in Abbildung 1 zu sehen.

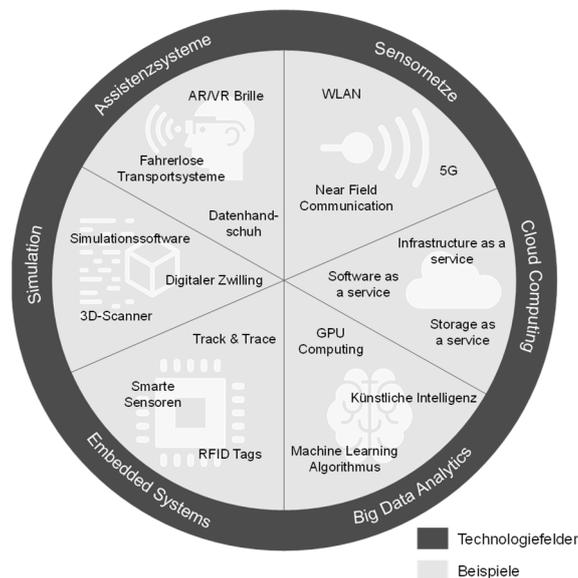


Abbildung 1 - Technologiefelder mit exemplarisch zugeordneten Industrie 4.0-Technologien

In einem nächsten Schritt wurden alle Technologiefelder in Steckbriefen beschrieben. Der Steckbrief beginnt immer zunächst mit einer allgemeinen und technologischen Einführung. Es werden verschiedene technische Ausführungen und Aufgabenbereiche des Technologiefeldes präsentiert. Darüber hinaus werden im Steckbrief die Konsequenzen für das Management thematisiert. Neben organisatorischen Aspekten, wie bspw. der Veränderung der Kommunikation im Supply Chain Netzwerk, werden auch mitarbeiterbezogene und rechtliche Aspekte reflektiert. Es wird in kurzen Passagen eine ganzheitliche Übersicht über die wesentlichen allgemeingültigen Folgen bei der Implementierung einer Technologie aus dem Technologiefeld gegeben. Darüber hinaus werden im Steckbrief abschließend Schaubilder und Best Practice Beispiele konkreter Technologien vorgestellt. Videolinks zur Einführung, Umsetzung oder dem Einsatz der Technologie runden das Angebot ab. Die Steckbriefe bieten eine schnelle und einfache Übersicht über die Schlüsseltechnologien der Industrie 4.0. Anhand des niedrighwelligen didaktischen Ansatzes werden alle wesentlichen Informationen für den Nutzer einfach, übersichtlich und verständlich dargestellt. Deshalb ist weder spezielles Vorwissen noch ein großer Aufwand notwendig, um sich die gesammelten Informationen der Plattform zu erschließen.

3.2 Technologiescouting-Tool

Nachfolgend wird der zweite zentrale Baustein der Plattform vorgestellt. Wie aus Kapitel 2 bereits bekannt, wird ein intuitives Technologiescouting-Tool gebraucht, welches die Zielgruppe ‚digitale Beginner‘ in allen Unternehmensbereichen bei der Auswahl von Industrie 4.0-Technologien unterstützt. Elementar ist dabei die Berücksichtigung der individuellen Voraussetzungen eines Unternehmens. Der Fokus liegt daher auf der Identifikation eines individuellen Industrie 4.0-Handlungsleitfadens. Dieser bietet

¹ MECE (mutually exclusive, collectively exhaustive) ist ein Ansatz zur Problemstrukturierung durch Aufgliederung eines Problems in Teilprobleme. Die Teilprobleme einer Ebene dürfen sich nicht inhaltlich überschneiden und alle Teilprobleme decken die Teilprobleme der übergeordneten Ebene vollständig ab [18]

dem Unternehmen in Kombination mit den Steckbriefen ein ganzheitliches niedrigschwelliges Informationsangebot über potentiell geeignete Digitalisierungsmaßnahmen.

Zunächst wird die Methodik, nach der das Tool einen sinnvollen, strukturierten und vor allem individuellen Output für den Endnutzer generiert, vorgestellt. Ziel und Alleinstellungsmerkmal der Methodik ist es, anhand einiger weniger Informationen bestehende Technologien mit den Bedürfnissen des Endnutzers optimal zu verknüpfen. Die ausgegebenen Maßnahmen sind auf das jeweilige Unternehmen zuzuschneiden. Ein Zielerfüllungsgrad übernimmt die individuelle Priorisierung bekannter Technologien für den Anwender. Abbildung 2 zeigt die Methodik, nach der das Technologyscouting-Tool die individuelle Priorisierung für den Nutzer vornimmt.

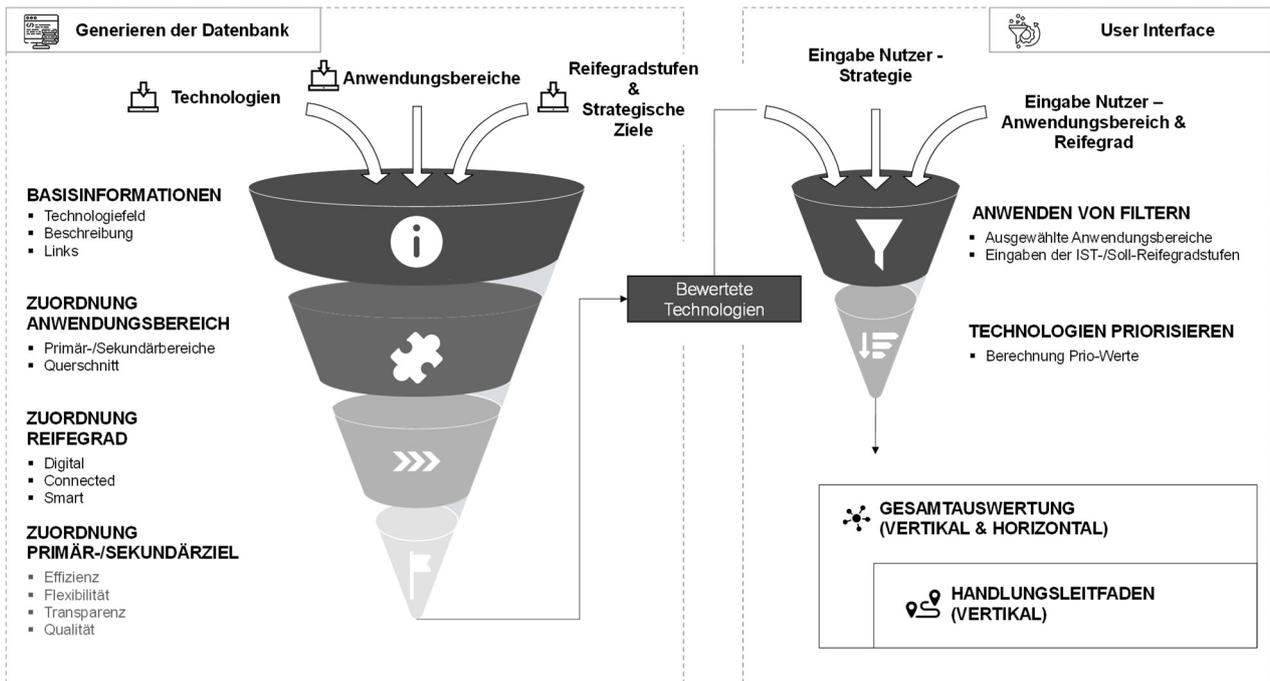


Abbildung 2 – Methodisches Vorgehen des Technologyscouting-Tools

Im Folgenden wird der Aufbau des Technologyscouting-Tools beschrieben. Das Tool besteht aus einer mit Technologien angereicherten Datenbank und einem User Interface, das die individuellen Eingaben des Nutzers im Back-End verarbeitet. Zu jeder der Technologien werden in der Datenbank *Basisinformationen*, die jeweiligen *Anwendungsbereiche*, der zugehörige *Reifegrad* sowie die mit der Technologie zu verbessernden strategischen *Zielgrößen* zugewiesen.

Zu den **Basisinformationen** zählen das Technologiefeld (s.o.), übersichtliche Beschreibungen zur Technologie und Links für weiterführende Informationen. Mit diesen drei Informationen lassen sich prinzipiell erste aufkommende Fragen zur Technologie über die Plattform beantworten.

Als nächstes sind die **Anwendungsbereiche** der Technologie festzulegen. Als Anwendungsbereich wird hier der aufgabenbezogene Einsatz einer Technologie innerhalb der Unternehmensbereiche von KMU verstanden. Somit sind Unternehmensbereiche sowie gewisse Aufgabengebiete in Unternehmensbereichen als Anwendungsbereich zu verstehen. In Anlehnung an die Wertschöpfungsketten von PORTER [19] und BAUMANN [20] wurde im Vorfeld eine für diese Plattform relevante Grundlage geschaffen, die alle relevanten Digitalisierungspotentiale in KMU übersichtlich erfassen soll. Dafür wurde folgendermaßen vorgegangen. Zuerst wurden die beiden Ausgangsmodelle verglichen und vereint. Die resultierenden Unternehmensbereiche wurden auf die Notwendigkeit der digitalen Aufgabenunterstützung in KMU überprüft. Falls keine Notwendigkeit erkannt wurde, wurde der Unternehmensbereich zur Simplifizierung ausgeblendet. Als nächstes wurde der Anwendungsbereich „Querschnitt“ geschaffen, da einige

Digitalisierungsangebote auf dem Markt durch ihre Synergieeffekte in mehreren Unternehmensbereichen Anwendung finden können. Ein Beispiel hierfür sind Technologien im Bereich von Cloud Computing. Derartige Technologien stellen IT-Infrastruktur, z.B. Software oder Rechenleistung über das Internet bereit [21]. Diese können von den Anwendern je nach Bedarf abgerufen werden. Vor allem Dienstleistungen wie Software as a Service (SaaS), Platform as a Service (PaaS) oder Infrastructure as a Service (IaaS) sind hier zu nennen. Ein flächendeckender Einsatz in allen Unternehmensbereichen ist somit denkbar und sinnvoll. Zuletzt wurden die Primärfunktionen „Produktion“ und „Logistik“ differenzierter betrachtet, da hier die größten Industrie 4.0-Digitalisierungspotentiale liegen [3] und dem Anwender dadurch eine gezieltere Implementierung von Industrie 4.0 ermöglicht werden soll. Durch Vergleichsanalysen mit verwandten Projekten sowie der Beachtung der Plattformanforderungen wurden lediglich die Aufgabenbereiche „Produktionsprozesse“, „Prozessoptimierung“ sowie „Produktionsplanung und -steuerung (PPS)“ im Unternehmensbereich „Produktion“ voneinander unterschieden. Im Aufgabenbereich „Produktionsprozesse“ können Technologien eingeordnet werden, die mit einer technischen Veränderung bzw. Erneuerung zur Verbesserung der Unternehmensziele innerhalb der Produktion einhergehen. Beispielhaft wäre hier die Technologie Predictive Maintenance zu nennen. Die Technologie nutzt Mess- und Produktionsdaten von Maschinen und Anlagen für die Ableitung von Wartungsinformationen, um so die Maschinen und Anlagen proaktiv zu warten und Störungszeiten zu minimieren, um die Produktivität nachhaltig zu steigern. Im Bereich „Prozessoptimierung“ werden Technologien gesammelt, die direkt auf dem Shopfloor wirken (z.B. Digitales Shopfloormanagement) oder bei planerischen Aufgaben in der Prozessoptimierung (z.B. Digitalisierung der Arbeitsvorbereitung) unterstützen. Der Bereich „PPS“ steht hier selbsterklärend für sich. Im Unternehmensbereich „Logistik“ wird zwischen der „internen“ (innerbetrieblichen) und „externen“ (außerbetrieblichen) Logistik differenziert, da sich die zugehörigen Technologien z.T. evident unterscheiden können. Eine Übersicht der für das Technologyscouting-Tool eingrenzenden Anwendungsbereiche zeigt Abbildung 3.

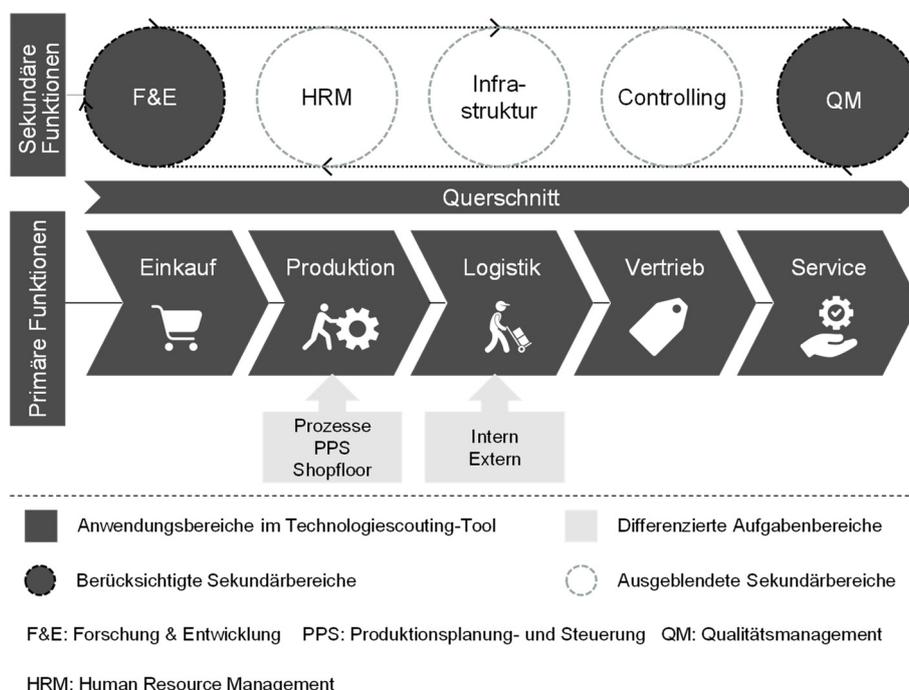


Abbildung 3 – Relevante Anwendungsbereiche für das Technologyscouting-Tool

Ein weiterer zentraler Inputfaktor sind die **Reifegradstufen** für Technologien. Die Reifegradstufen beschreiben den Entwicklungspfad der Technologien. Eine Reifegradstufe ist definiert durch festgelegte Merkmale und Merkmalsausprägungen, die eine Technologie aufweisen muss, um einen bestimmten

Reifegrad zu erreichen. Die für das Technologiescouting-Tool entwickelten diskreten Reifegradstufen bauen dabei aufeinander auf, beginnend in einem Anfangsstadium bis hin zur vollkommenden Reife. Es werden aus Gründen der Niedrigschwelligkeit lediglich drei generische Klassen unterschieden, anhand derer die Technologien charakterisiert werden können: Die Reifegradstufe „*Digital*“ beschreibt den Einsatz isolierter digitaler Systeme. Diese sind allerdings nicht untereinander bzw. mit führenden Systemen vernetzt und sind daher vorwiegend bereichsinterne Anwendungen (z.B. Digitale Arbeitsanweisungen). In der Reifegradstufe „*Connected*“ werden die zuvor isolierten digitalen Systeme durch vernetzende Komponenten erweitert. Die Vernetzung untereinander trägt dazu bei, Datensilos aufzulösen und die Überwachung ablaufender Prozesse im gesamten Unternehmen zu ermöglichen (z.B. Produktionsdaten per mobiler App). Die höchste Reifegradstufe „*Smart*“ beschreibt den Zustand, in dem die Prozesse in einem Anwendungsbereich automatisiert ablaufen. Durch unterschiedliche Technologien können Routineaufgaben selbstständig durchgeführt und Entscheidungen für den Menschen vorbereitet oder übernommen werden (z.B. Fahrerlose Transportfahrzeuge).

Zuletzt wird der positive Einfluss einer Technologie auf die strategischen **Zielgrößen** für ein Unternehmen in der Datenbank hinterlegt. Da die Plattform die Kernziele der Industrie 4.0 in den Fokus stellt, werden lediglich die nachfolgenden vier strategischen Zielgrößen betrachtet:

- *Effizienz*: Je effizienter die Inputgrößen (Mitarbeiter, Betriebsmittel, Ressourcen) genutzt werden, desto produktiver ist ein Unternehmen beim Erzeugen eines definierten Outputs (Produkt, Prozess).
- *Flexibilität*: Durch Flexibilität erreichen Unternehmen eine adäquate Anpassungsfähigkeit und -schnelligkeit, um auf veränderte Rahmenbedingungen ohne große Aufwände zu reagieren.
- *Transparenz*: Anhand einer gesteigerten Transparenz werden alle relevanten Informationen zeitnah und in einem größeren Umfang zur Verfügung gestellt. Diese Informationen dienen der effektiven und effizienten Planung und Steuerung von Unternehmen.
- *Qualität*: Die Qualität steht für die Güte der herzustellenden Produkte und die damit verknüpften Prozesse im Unternehmen.

Um einerseits die Niedrigschwelligkeit zu gewährleisten und andererseits möglichst passende Technologien und Maßnahmen für den Anwender auszugeben, werden maximal zwei strategische Zielgrößen für jede Technologie festgelegt. Es wird dabei noch zwischen ihrer Bedeutung für die vier Ziele unterschieden. Das erste strategische Ziel gibt den direkten Einfluss auf eine Zielgröße wieder, wohingegen das zweite strategische Ziel einen indirekten positiven Einfluss abbildet.

Bei der Datenbank sind initial über 130 Industrie 4.0-Technologien hinterlegt. Diese wurden anhand ihrer Bedeutung ausgewählt und können nach Belieben erweitert werden. Das im Tool hinterlegte Wissen wurde in mehreren Workshops durch ein interdisziplinäres Expertenteam aus der Wirtschaft und Wissenschaft unter dem Einsatz der Delphi-Methode erzeugt. Bei Unklarheiten wurden in letzter Instanz Experteninterviews mit Technologieherstellern geführt.

Nachdem nun die Generierung der Datenbank bekannt ist, wird das User Interface im Tool durchleuchtet. Ausgehend von der Startansicht des Technologiescouting-Modells kann eine unternehmensspezifische Analyse beginnen. Am Anfang der Analyse muss aus den unterschiedlichen Anwendungsbereichen (vgl. Abbildung 3) ausgewählt werden. Unterschieden werden hier die Anwendungsbereiche „Einkauf“, „Produktion“, „Logistik“, „Vertrieb“ und „Service“ (Primärfunktionen) sowie das „Qualitätsmanagement“ und die „Forschung und Entwicklung“ (Sekundärfunktionen). Soll der Bereich Produktion nicht als Ganzes betrachtet werden, kann der Anwender aus den Aufgabenteilbereichen „Produktionsprozesse“, „Prozessoptimierung“ sowie „Produktionsplanung und Steuerung (PPS)“ selektieren. Gleiches gilt für den Bereich „Logistik“ und den Aufgabenreichen „intern“ und „extern“. Nach der Auswahl des Anwendungsbereichs können mindestens eine und maximal zwei strategische Zielgrößen (Effizienz,

Flexibilität, Transparenz, Qualität) anhand der individuellen Präferenz ausgewählt werden. Diese werden in der Analyse im Back-End des Tools in ihrer ausgewählten Reihenfolge (Primär-/Sekundärziel) Berücksichtigung finden. Im Anschluss an die oben beschriebenen Schritte wird der Ist-Reifegrad des ausgewählten Anwendungsbereichs angegeben und der gewünschte Soll-Reifegrad ausgewählt. Dies dient der besseren Übersichtlichkeit und schnelleren Einschätzung der aktuellen und künftigen Gegebenheiten des betrachteten Anwendungsbereichs.

Anhand der getätigten Eingaben werden in der Auswertung individuell passende Technologien und Maßnahmen identifiziert. Die Gesamtauswertung selektiert die Technologien, die den individuellen Eingaben am besten entsprechen. Um dem Anwender dennoch ein möglichst breites aber übersichtliches Spektrum an Technologien an die Hand zu geben, werden in der Gesamtauswertung 15 Technologien vorgeschlagen. Diese 15 Technologievorschläge zeigen dabei vertikale als auch horizontale Verbesserungs- und Handlungsmöglichkeiten in den Anwendungsbereichen hinsichtlich der gewünschten strategischen Zielgröße auf. Zum einen werden Technologien ermittelt, die den Ist-Reifegrad in einem Anwendungsbereich betreffen und dazu geeignet sind, den aktuellen Reifegrad in der Breite auszubauen (horizontale Verbesserung). Zum anderen werden aber auch Technologien der höheren Reifegrade vorgeschlagen, um zusätzlich eine möglichst tiefe Übereinstimmung mit den Zielgrößen abzudecken (vertikale Verbesserung). Zusätzlich zu der Gesamtauswertung wird ein Industrie 4.0-Handlungsleitfaden, in Form einer rein vertikalen Auswertung, erzeugt. Dieser zeigt die individuelle Roadmap auf. Ausgehend vom angegebenen Ist-Reifegrad des untersuchten Anwendungsbereichs, beginnt der Industrie 4.0-Handlungsleitfaden bei der nächsthöheren Reifegradstufe und endet im gewünschten Soll-Reifegrad. Dabei werden die 15 Technologien der Gesamtauswertung anhand ihrer Reifegrade in einem Industrie 4.0-Handlungsleitfaden konsolidiert, wobei jedoch nicht mehr als drei Technologien je Reifegradstufe ausgegeben werden. Somit zeigt der Industrie 4.0-Handlungsleitfaden einen beispielhaften Weg, um für den betrachteten Anwendungsbereich den gewünschten Soll-Reifegrad zu erreichen. Dabei finden die strategischen Zielgrößen stets Berücksichtigung.

Die eingesetzte Logik bei der Auswertung im Back-End iteriert über alle Technologien in der Datenbank. Zunächst werden alle Technologien gesucht, die dem angegebenen Anwendungsbereich zugeordnet sind. Anschließend werden den Technologien Bewertungspunkte zugewiesen. Dabei wird überprüft, ob der Reifegrad der Technologie zu dem angestrebten Soll-Reifegrad passt und wie hoch die Übereinstimmung zu den angegebenen strategischen Zielgrößen der Technologie ist. Im Folgenden wird beschrieben, wie sich die Punkte zusammensetzen. Insgesamt werden drei Intervalle für die Bewertung gebildet, in denen weitere sechs Abstufungen möglich sind:

- Die erste Kategorie beinhaltet Technologien, die einen Reifegrad *gleich* des Soll-Reifegrads im jeweiligen Anwendungsbereich vorweisen. Diese werden am höchsten bewertet (13-18 Punkte).
- Die zweite Kategorie beinhaltet Technologien, die *genau einen Reifegrad unterhalb* des Soll-Reifegrads im jeweiligen Anwendungsbereich vorweisen. Diese werden niedriger bewertet als die Technologien aus der ersten Kategorie (7-12 Punkte).
- Die dritte Kategorie beinhaltet Technologien, die *genau zwei Reifegrade unterhalb* des Soll-Reifegrads im jeweiligen Anwendungsbereich vorweisen. Diese werden am niedrigsten bewertet (1-6 Punkte).

Die Abstufungen innerhalb der Intervalle ergeben sich durch die Kombinationsmöglichkeiten zwischen den Zielvorgaben des Anwenders (Primär-/Sekundärziel) und den Zielbeeinflussungseigenschaften der hinterlegten Technologien. Den höchsten Punkt innerhalb der Intervalle bekommen die Technologien, bei denen die erste strategische Zielgröße dem Primärziel des Anwenders und die zweite strategische Zielgröße dem Sekundärziel des Anwenders entsprechen, da mit einer solchen Technologie die beiden priorisierten strategischen Ziele des Unternehmens gleichzeitig gefördert werden. Entspricht die erste strategische Zielgröße der Technologie dem Primärziel des Anwenders und die zweite strategische

Zielgröße jedoch nicht dem Sekundärziel des Anwenders, wird dieser Technologien der zweithöchste Punkt im Intervall zugewiesen. Diese Logik wird sukzessiv weitergeführt. Technologien bei denen keinerlei Übereinstimmung nachgewiesen werden kann, werden mit null Punkten versehen und finden dadurch in der Auswertung keine weitere Berücksichtigung.

In der Gesamtauswertung werden die 15 Technologien anhand ihrer Bewertungspunkte in eine entsprechende Rangfolge gebracht. In dieser Rangfolge werden auch mehrere Technologien mit gleicher Punktzahl berücksichtigt. Dieselbe Logik wird auch beim Industrie 4.0-Handlungsleitfaden eingesetzt. Die Technologien werden dabei zusätzlich entsprechen ihrer Reifegrade in eine Roadmap überführt. Vor diesem Hintergrund kann dieses Tool dem Nutzer mit nur drei Fragen eine passende Technologie zur Einführung von Industrie 4.0 vorschlagen.

4. Fazit & Ausblick

Aufgrund personeller und finanzieller Engpässe stehen KMU zumeist vor der schwierigen Herausforderung, ihre ersten Schritte in Richtung Industrie 4.0 zu unternehmen. Ihrer wirtschaftlichen Bedeutung nach ist es unerlässlich, dass sie an dem digitalen Wandel teilnehmen. Da bis dato kein kostenneutrales, niedrighschwelliges und ganzheitliches Unterstützungsangebot für KMU bei der Einführung von Digitalisierungsmaßnahmen existiert, wurde die internetbasierten Projektplattform ‚I4PE‘ ins Leben gerufen. Aus dem übergeordneten Ziel und dem identifizierten Handlungsbedarf die KMU als ‚digitale Beginner‘ mit dem Thema Industrie 4.0 vertraut zu machen, konnten die drei Hauptanforderungen der Niedrighschwelligkeit der Ergebnisse (A1), der Aufbereitung der bedeutenden Anwendungsbereiche (A2) und der individuellen Unterstützungsangebote (A3) abgeleitet werden. Diese Anforderungen wurden als Bewertungsmaßstab für alle Aktivitäten rund um die Plattform hinzugezogen. Die zwei Hauptbausteine der Plattform, die Technologiefeld-Steckbriefe und das Technologiscouting-Tool, wurden aus diesen Anforderungen heraus entwickelt. Die entwickelten Technologiefeld-Steckbriefe bieten jedem KMU die Möglichkeit, sich schnell und einfach über die wesentlichen Technologiefelder der Industrie 4.0 zu informieren. Durch das Technologiscouting-Tool werden dem KMU darüber hinaus, anhand der ausgewählten Ziele und dem aktuellen Reifegrad in einem Anwendungsbereich, kurzerhand potentielle und individuell abgestimmte Industrie 4.0 Technologien herausgefiltert. Der niedrighschwellig zu erstellende Industrie 4.0-Handlungsleitfaden bietet jedem KMU die Chancen der Digitalisierung zu erkennen und mögliche digitale Erneuerungen für den Betrieb in die Wege zu leiten.

Alle Inhalte der Projektplattform sind unter dem Link <https://grean.de/de/allgemein/industrie-4-0/> einsehbar. Die Plattform wird von den Partnern IFA und GREAN GmbH betrieben, in ersten digitalen Beratungsangeboten für KMU eingesetzt und dabei kontinuierlich erprobt sowie erweitert.

References

- [1] Roth, A., 2016. Industrie 4.0 – Hype oder Revolution?, in: Roth, A. (Ed.), Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, 1. Aufl. 2016 ed. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 1–16.
- [2] Nyhuis, P., Heins, M., Pachow-Frauenhofer, J., Reinhart, G., Bredow, M.v., Krebs, P., Abele, E., Wörn, A., 2008. Wandlungsfähige Produktionssysteme – Fit sein für die Produktion von morgen: Ergebnisse der Voruntersuchung „Wandlungsfähige Produktionssysteme. ZWF 103 (5), 333–337.
- [3] Becker, W., Ulrich, P., Botzkowski, T., 2017. Industrie 4.0 im Mittelstand. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [4] Brossardt, B., 2017. Die Chancen der Digitalisierung sehen — und nutzen. Wirtsch Inform Manag 9 (6), 32–33.

- [5] Mertens, P., Barbian, D., Baier, S., 2017. Digitalisierung und Industrie 4.0 – eine Relativierung. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [6] Schenk, M., Wirth, S., Müller, E., 2014. Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [7] Steven, M., Klünder, T., Reder, L., 2019. Industrie 4.0 Readiness von Supply-Chain-Netzwerken, in: Obermaier, R. (Ed.), Handbuch Industrie 4.0 und Digitale Transformation. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, pp. 247–267.
- [8] Ludwig, T., Kotthaus, C., Stein, M., Durt, H., Kurz, C., Wenz, J., Doublet, T., Becker, M., Pipek, V., Wulf, V., 2016. Arbeiten im Mittelstand 4.0: KMU im Spannungsfeld des digitalen Wandels. Praxis der Wirtschaftsinformatik 53 (1), 71–86.
- [9] Lerch, C., Jäger, A., Maloca, S., 2017. Wie digital ist Deutschlands Industrie wirklich? Modernisierung der Produktion (71).
- [10] Türkeş, M., Oncioiu, I., Aslam, H., Marin-Pantelescu, A., Topor, D., Căpuşeanu, S., 2019. Drivers and Barriers in Using Industry 4.0: A Perspective of SMEs in Romania. Processes 7 (153).
- [11] Cevirgen, C., Herberger, D., Schenk, S., Nyhuis, P., 2019. Internet Platform for the Implementation of Industry 4.0 in SMEs. International Conference on Competitive Manufacturing (COMA), 137–141.
- [12] Arnold, R., Bott, J., Hildebrandt, C., Schäfer, S., Tenbrock, S., 2016. Internet-basierte Plattformen und ihre Bedeutung in Deutschland, Bad Honnef, 70 pp. Accessed 17 August 2020.
- [13] Goericke, D., Lichtblau K., Stich V., 2019. Industrie 4.0-Readiness Online-Selbst-Check für Unternehmen. Impls-Stiftung VDMA. <https://www.industrie40-readiness.de/?lang=de>. Accessed 14 August 2020.
- [14] Kreutzer, R.T., Neugebauer, T., Pattloch, A., 2017. Digital Business Leadership: Digitale Transformation – Geschäftsmodell-Innovation – agile Organisation – Change-Management. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden.
- [15] Lanza, G., Nyhuis, P. (Eds.), 2018. Industrie 4.0 für die Praxis. Befähigungs- und Einführungsstrategien. TEWISS, Garbsen.
- [16] Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J., Hompel, M. ten, Wahlster, W. (Eds.), 2017. Industrie 4.0 Maturity Index: Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten. Herbert Utz Verlag, München, 55 pp.
- [17] Webster, J., Watson, R.T., 2020. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a literature Review. MIS Quarterly 15 (2).
- [18] Hans, S., Köppen, A., 2001. Problemlösung in der Beratung, in: Scheer, A.W., Köppen, A. (Eds.), Consulting. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 79–113.
- [19] Porter, M.E., 2014. Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten = (Competitive Advantage), 8., durchges. Aufl. ed. Campus-Verlag, Frankfurt am Main.
- [20] Baumann, A. Kompetenzzellenbasierte regionale Produktionsnetze. Dissertation.
- [21] Gausemeier, J., Wiesecke, J., Echterhoff, B., Isenberg, L., Koldewey, C., Mittag, T., Schneider, M., 2017. Mit Industrie 4.0 zum Unternehmenserfolg, Paderborn. Integrative Planung von Geschäftsmodellen und Wertschöpfungssystemen.

Biographie



Cihan Cevirgen (*1990) ist seit 2018 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe Fabrikplanung am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover. Zuvor studierte er Wirtschaftsingenieurwesen (B.Sc., M.Sc.) an der Leibniz Universität Hannover, Technische Universität Braunschweig und UC Santa Barbara (USA).



Lisa-Marie Bischoff (*1993) studiert seit 2018 Wirtschaftsingenieurwesen (M.Sc.) an der Leibniz Universität Hannover (LUH). Sie ist seit 2019 Wissenschaftliche Hilfskraft in der Fachgruppe Fabrikplanung am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover. Zuvor studierte sie Wirtschaftsingenieurwesen Produktionstechnik (B.Sc.) an der Universität Bremen.



Dr.-Ing. Tobias Heinen (*1981) ist seit 2011 geschäftsführender Gesellschafter der GREAN GmbH, einer Produktionsberatung mit Sitz in Hannover. Zuvor war er zwischen 2006 und 2011 Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Fachgruppe Fabrikplanung am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover. Er studierte Wirtschaftsingenieurwesen an den Universitäten in Hannover, Halle-Wittenberg und Port Elizabeth (Südafrika).



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis (*1957) ist seit 2003 Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) an der Leibniz Universität Hannover. Zuvor studierte er Maschinenbau an der Leibniz Universität Hannover und arbeitete als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am IFA. Nach seiner Promotion und anschließenden Habilitation war er im Bereich Supply Chain Management in der Elektronik- und Maschinenbauindustrie tätig. Seit 2008 ist er geschäftsführender Gesellschafter des IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH.