

Reifegrad bewerten: Mit DigiTAMM zur erfolgreichen Digitalen Transformation

Gerrit Sames, Christian Leyh

Die Gesellschaft erlebt heute eine rasante Entwicklung des digitalen Wandels. Staatliche Einrichtungen, private Haushalte und Unternehmen verändern sich durch die zunehmende Verbreitung und das schnelle Wachstum digitaler Technologien. Vor allem für Unternehmen ist es wichtiger denn je, sich auf IT-gestützte Fähigkeiten verlassen zu können und auf ein tiefes Verständnis der Informationstechnologie (IT) im Allgemeinen sowie digitaler Tools und digitaler Innovationen im Speziellen bauen zu können. Die technologischen Möglichkeiten, insbesondere die Verschmelzung der physischen mit der digitalen Welt, führen zu grundlegenden Paradigmenwechseln in allen Branchen. Zudem beeinflusst die fortschreitende Digitalisierung der Gesellschaft auch die tägliche Arbeit in Unternehmen erheblich. Um auf den (globalen) Märkten wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen sich nahezu alle Unternehmen einer zunehmenden Digitalen Transformation unterziehen [1, 2, 3, 4]. Studien der Technischen Hochschule Mittelhessen [5, 6] zeigen jedoch, dass die Digitalisierung insbesondere bei klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU) nur langsam voranschreitet. Dies wird auch durch den aktuellen Digitalisierungsindex des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) bestätigt [7].

Die Digitalisierung ist seit jeher ein besonders komplexes Thema mit vielen technisch geprägten Begriffen. Vielen Unternehmen fehlt eine klare Ordnungsstruktur, um diese Begriffe und Technologien einzuordnen. Zudem haben sie oft keine valide Einschätzung ihres eigenen Digitalisierungsgrades und ihrer digitalen Kompetenzen. Eine der grundlegenden Herausforderungen der Digitalen Transformation besteht daher darin, den eigenen Digitalisierungsstand einzuschätzen und zu bewerten. Dies ist ein essenzieller Ausgangspunkt, um zu erfassen, welche digitalen Tools in welcher Weise und zu welchem

Zweck sowie welche digitalen Kompetenzen für das eigene Unternehmen benötigt werden.

Daher haben wir ein Evaluations-Tool (das Reifegradmodell DigiTAMM – Digital Transformation Assessment Maturity Model) entwickelt, das es Unternehmen ermöglicht, sich in Hinblick auf die Anforderungen der Digitalen Transformation und Industrie 4.0 einzuschätzen und zu bewerten. DigiTAMM ist eine Weiterentwicklung des Reifegradmodells zur Digitalisierung und Industrie 4.0 der Technischen Hochschule Mittelhessen (THM) [8].

Im weiteren Verlauf stellen wir mit DigiTAMM eine Systematik vor, die eine Ordnungsstruktur in die komplexen und vielfältigen Begrifflichkeiten in den Themengebieten von Digitaler Transformation, Digitalisierung und auch von Industrie 4.0 bringt.

Lesen Sie

- wie das Reifegradmodell DigiTAMM Unternehmen dabei unterstützt, ihren aktuellen Digitalisierungsstand zu bestimmen
- wie Unternehmen darauf aufbauend effektive Digitalisierungsstrategien entwickeln und umsetzen können

Überblick über DigiTAMM

Unser Reifegradmodell DigiTAMM basiert auf der Logik des „Werkzeugkasten Industrie 4.0“ des VDMA [9], erweitert jedoch dessen Fokus. Während der

Digitalisierung/ Industrie 4.0					
Produkte					
Integration von Sensoren/ Aktoren	Keine Nutzung von Sensoren/Aktoren	Sensoren/Aktoren sind eingebunden	Sensordaten werden vom Produkt verarbeitet	Daten werden vom Produkt für Analysen ausgewertet	Das Produkt reagiert auf Basis der gewonnenen Daten eigenständig
Kommunikation/ Connectivity	Keine Schnittstellen am Produkt	Das Produkt sendet bzw. empfängt I/O-Signale	Das Produkt verfügt über Feldbus-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über Industrial Ethernet-Schnittstellen	Das Produkt verfügt über einen Internetzugang
Funktionalitäten zur Datenspeicherung und Informationsaustausch	Keine Funktionalitäten	Möglichkeit zur eindeutigen Identifikation	Produkt verfügt über passiven Datenspeicher	Produkt mit Datenspeicher zum autonomen Informationsaustausch	Daten- und Informationsaustausch als integraler Bestandteil
Überwachung (Monitoring)	Keine Überwachung durch das Produkt	Detektion von Ausfällen	Erfassung des Betriebszustands zur Diagnose	Prognose der eigenen Funktionsfähigkeit	Selbstständige Maßnahmen zur Steuerung
Produkt-bezogene IT-Services	Kein Service	Service über Online-Portale	Service-Ausführung direkt über Produkt	Selbstständige Ausführung von Serviceleistungen	Vollständige Eingliederung in IT-Service-Infrastruktur
Geschäftsmodell zu den Produkten	Produktion und Verkauf von Produkten	Zusätzliches Angebot von Wartung/ Service, ggf. als eigene Unternehmenseinheit	Zusätzliche Übernahme der Verantwortung der Produktionsverfügbarkeit durch Online-Monitoring	Zusätzlich vereinzelt Verkauf der Leistung von Produkten	In erheblichem Umfang Verkauf der Leistung von Produkten
Produktlebenszyklus-Management/ Digitaler Zwilling	Keine Datenerfassung über den Produktlebenszyklus (PL)	Datenerfassung bei Auftrag und Herstellung	Zusätzlich bei Bereitstellung und Nutzung	Zusätzlich bei Instandhaltung und Errichtung	Zusätzlich bei Entsorgung/ Digitaler Zwilling in allen Phasen des PL

Tabelle 1: Kategorie Produkte.

VDMA-Ansatz sich ausschließlich auf Produkte und Produktion konzentriert und dabei wichtige Aspekte einer ganzheitlichen Betrachtungsweise der Digitalen Transformation unbeachtet lässt, haben wir Anpassungen und Erweiterungen vorgenommen, um einen umfassenderen Blickwinkel für die Digitale Transformation zu bieten.

DigiTAMM erweitert den ursprünglichen Rahmen mit den zwei Kategorien Produkte und Produktion um die Kategorien IT-Organisation und Prozesse, Mitarbeiter und IT-Sicherheit. Jede Kategorie beinhaltet mehrere Merkmale, die jeweils in fünf Ausprägungsstufen beschrieben werden. Dabei steht Ausprägungsstufe 1 für die schwächste Form der Digitalisierung des jeweiligen Merkmals innerhalb der jeweiligen Kategorie und Ausprägungsstufe 5 für die höchste.

Im Folgenden werden die fünf Kategorien mit ihren entsprechenden Merkmalen überblicksartig vorgestellt. Eine detaillierte Beschreibung von DigiTAMM kann bei den Autoren angefragt werden bzw. ist in den Hochschulschriften der Technischen Hochschule Mittelhessen veröffentlicht [10].

Kategorie Produkte

Die Kategorie Produkte des „Werkzeugkasten Industrie 4.0“ [9] wurde für DigiTAMM erweitert (siehe

Digitalisierung/ Industrie 4.0					
Produktion					
Datenverarbeitung in der Produktion	Keine Verarbeitung von Daten	Speicherung von Daten zur Dokumentation	Auswertung von Daten zur Prozessüberwachung	Auswertung zur Prozessplanung/-steuerung	Automatische Prozessplanung/-steuerung
Maschine-zu-Maschine-Kommunikation (M2M)	Keine Kommunikation	Feldbus-Schnittstellen	Industrial Ethernet-Schnittstellen	Maschinen verfügen über einen Internetzugang	Webdienste (M2M-Software)
Unternehmensweite Vernetzung mit der Produktion	Keine Vernetzung der Produktion mit anderen Unternehmensbereichen	Informationsaustausch über E-Mail / Telekommunikation	Einheitliche Datenformate und Regeln zum Datenaustausch	Einheitliche Datenformate und Abteilungsübergreifende, vernetzte Datenserver	Abteilungsübergreifende, vollständig vernetzte IT-Lösungen
IKT-Infrastruktur in der Produktion	Informationsaustausch über E-Mail / Telekommunikation	Zentrale Datenserver in der Produktion	Internetbasierte Portale mit gemeinsamer Datennutzung	Automatisierter Informationsaustausch (z.B. Auftragsnachverfolgung)	Zulieferer / Kunden sind vollständig in Prozessgestaltung integriert
Mensch-Maschine-Schnittstellen	Kein Informationsaustausch zwischen Mensch und Maschine	Einzelne lokale Anzeigeräte	Zentrale / dezentrale Produktionsüberwachung/-steuerung	Einsatz mobiler Anzeigeräte	Erweiterte und assistierte Realität
Werkzeugmanagement	Analog identifizierbare Werkzeuge	Digital identifizierbare Werkzeuge	Digitale Lokalisierung von Werkzeugen	Smarte Werkzeuge, Kommunikation Werkzeug-Maschine	Smarte Werkzeuge mit Möglichkeit zur automatisierten Datenerfassung und Zustandsmonitoring
Instandhaltung	Beschreibend: Was ist passiert?	Diagnose: Warum ist es passiert?	Vorausschauend: Was wird passieren?	Prescriptive: Was soll ich unternehmen? Entscheidungsunterstützung	Prescriptive: Was soll ich unternehmen? Automatische Entscheidung

Tabelle 2: Kategorie Produktion.

Tabelle 1) und unterstützt die Ideengenerierung bei der Entwicklung innovativer Industrie 4.0-Produkte. Die zentrale Frage lautet: Wie können mithilfe von Industrie 4.0 neue Produkte entwickelt oder bestehende weiterentwickelt werden, um potenziellen Kunden einen Mehrwert zu bieten?

Kategorie Produktion

Die zweite Kategorie von DigiTAMM basiert ebenfalls auf dem „Werkzeugkasten Industrie 4.0“ des VDMA [9] und konzentriert sich auf Optimierungspotenziale in der Produktion. Der Ausgangspunkt dieser Überlegungen ist die Frage, wie mithilfe von Industrie 4.0 Produktionsabläufe verbessert und Kosten gesenkt werden können. Um die Produktion umfassender abzubilden, wurden die Merkmale Werkzeugmanagement und Instandhaltung als Erweiterung dieser Kategorie in DigiTAMM integriert (siehe Tabelle 2).

Kategorie IT-Organisation und Prozesse

Industrie 4.0 und Digitalisierung werden auch durch die strategische Einbettung im Unternehmen geprägt. Dabei ist es wichtig, welche Informationssysteme eingesetzt werden. Weitere Merkmale dieser Kategorie beschreiben die Ausprägungen elementarer Prozesse, die in den meisten Unternehmen vor-

Digitalisierung/ Industrie 4.0					
IT-Organisation und Prozesse					
Stand der Strategieumsetzung	Industrie 4.0 findet keine Betrachtung im Strategieprozess	Industrie 4.0 findet Betrachtung in Fachabteilungen, ohne Strategiebezug	Industrie 4.0 wird im Strategieprozess betrachtet und eine Strategie wird erarbeitet und formuliert	Eine Strategie im Kontext Industrie 4.0 befindet sich in der Umsetzung	Eine Industrie 4.0-Strategie ist über alle Unternehmensbereiche umgesetzt
Informationssysteme	Kein ERP-System	ERP-System	ERP+ CIM-Komponente + BDE	ERP+ CIM-Komponente + BDE + MES	ERP + CIM-Komponente + BDE+MES+ Embedded Systems für allgemeine Aggregate
Datenerfassung und -analyse	Keine Erfassung, keine Analyse	Erfassung und Basisanalyse (Bsp. Excel)	Datenerfassung und Analyse in der Maschine od. im Informationssystem	Analyse im Data Warehouse, Anstoß durch Mitarbeiter	Automatische KI-basierte Datenanalyse
Beschaffungsprozess	MA ermittelt und bestellt Bedarf manuell	Bedarfsermittlung durch ERP-System und Bestellung	ausgewählte Bedarfe werden automatisch über das ERP-System ohne Eingriff bestellt	Ein Großteil der Bedarfe wird über das ERP-System automatisch beschafft	Zusätzlich sind ausgewählte Lieferanten über Konfiguration, Kanban oder Ertrahleautomaten angebunden.
Abwicklung Kundenauftrag	Aufträge gehen im Wesentlichen per Papier oder E-Mail ein	mit vereinzelt Kunden besteht eine ERP-seltige Datenvernetzung zum Austausch von Aufträgen und Auftragsbestätigung	Kunden erfassen ihren Auftrag per e-Commerce selbstständig	Kunden konfigurieren ihr Produkt selbstständig	Kunden können sich online den Status/Fortschritt ihrer Bestellung ansehen
Interne Abwicklung Fertigungsauftrag	Kundenaufträge müssen manuell erfasst und in das ERP-System eingegeben werden; Fertigungsaufträge werden ohne IT-System erstellt	Fertigungsaufträge werden im ERP-System erstellt und in Papierform in die Fertigung gegeben	Fertigungsaufträge werden von dem ERP-System an ein MES-System übergeben ; in Papierform gelangen sie von dort an die Maschine	Fertigungsaufträge werden von dem ERP-System übergeben ; Fertigungsaufträge werden als Datensatz an ein Terminal in der Fertigung übertragen (papierfrei)	Kundenaufträge werden ohne Medienbruch und manuelle Nachbearbeitung direkt in die Fertigung an die Maschine elektronisch durchgereicht

Tabelle 3: Kategorie IT-Organisation und Prozesse.

kommen, wie der Beschaffungsprozess, der Kundenauftragsabwicklungsprozess und die Abwicklung von Fertigungsaufträgen (siehe Tabelle 3).

Kategorie Mitarbeiter (MA)

Mit zunehmender Digitalisierung verändert sich das Tätigkeitsspektrum der Mitarbeitenden. Rollen entwickeln sich weiter und Tätigkeiten werden inhaltlich angereichert. DigiTAMM berücksichtigt dabei die Verschiebung von Qualifikationen, um den neuen Anforderungen der Digitalen Transformation gerecht zu werden. Auch die veränderte Arbeitsteilung in der Fertigung und die technologische Unterstützung in der Montage werden als wesentliche Merkmale dieser Kategorie betrachtet. Der Fokus liegt stets auf den Mitarbeitenden und ihrer Fähigkeit, sich an die digitalen Veränderungen anzupassen und diese aktiv mitzugestalten (siehe Tabelle 4).

Kategorie IT-Sicherheit

Die zunehmende Vernetzung bei Industrie 4.0 und Digitalisierung zwischen den Teilnehmenden der Wertschöpfungskette sowie die Verbindung von Office-IT und Fertigungs-IT birgt Risiken. Diese gilt es abzusichern. Es ist entscheidend, dass sowohl die Unternehmensleitung als auch die Mitarbeitenden ein Bewusstsein für IT-Sicherheit entwickeln. Regelmäßige Prüfungen und Audits der IT-Sicherheitsmaßnahmen sind unerlässlich, um Schwachstellen frühzeitig zu er-

Digitalisierung/ Industrie 4.0					
Mitarbeiter (MA)					
Rolle der Mitarbeiter in der Administration	MA führen weitestgehend Routineaufgaben aus	MA führen mit Unterstützung von Informationssystemen (ERP, MES, ...) weitestgehend Routineaufgaben aus	Aufgaben mit hoher Wiederholbarkeit laufen automatisch mit Informationssystemen ab, MA kontrollieren	MA konzentrieren sich auf die Bearbeitung von Sonderfällen , Routinen werden von Informationssystemen erledigt	Schwerpunkt der MA liegt in der Überprüfung von Systemparametern , Gestaltung & Abbildung von Regelmässigkeiten in Informationssystemen
Qualifikationsverschiebung	Helfer, Fachkräfte, Spezialisten, Experten in traditioneller Spezialisierung	Helfer beginnen Aufgaben der Fachkräfte zu übernehmen, Fachkräfte drängen in Aufgaben von Spezialisten ein	Anzahl der Fachkräfte nimmt ab, Zahl der Helfer bleibt weitestgehend unverändert, Spezialisten werden teilweise zu Experten	Einige Aufgaben in der Verantwortung von Helfern ; Fachkräfte, Spezialisten und Experten sorgen dafür, dass die Systeme funktionieren	Viele Aufgaben in der Verantwortung von Helfern ; wenige verbleibende Fachkräfte, Spezialisten und Experten sorgen dafür, dass die Systeme funktionieren
Arbeitsteilung in der Fertigung	Maschinenführer Instandhalter	Maschinenführer richtet selber ein; Instandhalter	Maschinenführer erledigt zusätzlich einfache Aufgaben der normalen Instandhaltung	Maschinenführer erledigt wesentliche Aufgaben der normalen Instandhaltung	Maschine fährt weitestgehend autonom , Störungsinformation per App, Smartphone etc. an Maschinenführer oder Instandhalter
Technologische Unterstützung in der Montage	Serie : Der Monteur wird für die Serie trainiert . Einzel-/Kleinserie : der Mitarbeiter erhält umfangreiche Papierdokumente (Stückliste/ Zeichnung)	Pick-by-light Systeme zeigen dem Monteur, welche Teile zu verbauen sind, zusätzlich techn. Zeichnung auf Papier	Pick-by-light Systeme zeigen dem Monteur, welche Teile zu verbauen sind, visuelle Anzeige der digit. techn. Zeichnung an einem Monitor	Erste interaktive Führung des Monteurs, Unterstützung durch Kinect-Systeme; Kamerasyteme überprüfen die Qualität	weitestgehend interaktive Führung des Monteurs, Unterstützung durch Kinect-Systeme; Kamerasyteme überprüfen die Qualität

Tabelle 4: Kategorie Mitarbeiter.

Digitalisierung/ Industrie 4.0					
IT-Sicherheit					
Unternehmensleitung (UL) Awareness	setzt sich nicht mit dem IT-Risiko auseinander	erkennt potenzielle Risikoquelle an und hat nur begrenzten Einblick in IT-Management-Praxis	übernimmt Verantwortung für IT-Sicherheit, initiiert Informationsicherheitsmanagement und Sicherheitskonzept	integriert IT-Sicherheit als Teil des Unternehmensziels	zusätzlich stellt UL Ressourcen für Kooperationen über Unternehmensgrenzen hinweg IT-Sicherheit ist gemeinschaftliche Aufgabe
Mitarbeiter Awareness	kein Bewusstsein für IT-Sicherheit. Erhalten keinen thematischen Input an Wissen	Mitarbeiter erhalten im Rahmen der Einarbeitung IT-Sicherheitsanweisungen	verteilte Mitarbeiter erhalten IT-Sicherheitsausbildung	wdh. Schulungs- und Sensibilisierungs-konzept für alle Mitarbeiter	Belegschaft erkennt Handeln jedes Einzelnen als wichtigen Baustein zur Erreichung hoher IT-Sicherheit
Prüfung der IT-Sicherheit	keine Prüfung	Prüfung nur nach Vorfall	regelmäßige interne Risikoanalyse	externes Audit und Penetrationstest	Zertifizierung nach Normen der IT-Sicherheit
Zuständigkeit der IT-Sicherheit	Unternehmen ohne zuständige Mitarbeiter für IT-Sicherheit	IT-Sicherheit wird als selbstverständliche Aufgabe der IT-Abteilung betrachtet	IT-Sicherheitsbeauftragter benannt	qualifizierter IT-Sicherheitsbeauftragter steuert Sicherheitsprozess für Produktion und Office-IT	IT-Sicherheitsbeauftragter wird unbegrenzt durch die Unternehmensleitung unterstützt
Endpunktsicherheit	Antivirenprogramm für Office-IT/ Einzelarbeitsplatz in Produktions-IT geprüft	zeitnahe Updates und Patches von Antivirenprogrammen und IT-Systemen	zusätzlich vorsichtiger Umgang mit E-Mails bzw. nur angeforderte Anhänge werden geöffnet	zusätzlich nicht notwendige Schnittstellen gesperrt ; Einsatz von Datenschiebe	zusätzlich Whitelisting für Applikationen und Wechselladeträger
Absicherung von Netzen	techn. Trennung Internet und Internes Netz	techn. Zonierung Office- und Produktionsnetz	techn. Trennung von Anlagen Subnetzen nach Schutzbedarf	hochsensiblen, kritische Systeme und Daten sind nicht mit dem Netzwerk verbunden	zusätzlich Netz - Angriffserkennung Infrusion Detection/ Prevention Systeme

Tabelle 5: Kategorie IT-Sicherheit.

wusstsein für IT-Sicherheit entwickeln. Regelmäßige Prüfungen und Audits der IT-Sicherheitsmaßnahmen sind unerlässlich, um Schwachstellen frühzeitig zu er-

kennen und zu beheben. Zudem muss klar festgelegt werden, wer innerhalb des Unternehmens für die IT-Sicherheit verantwortlich ist, um eine effektive Umsetzung und Überwachung der Sicherheitsstrategien zu gewährleisten. DigiTAMM berücksichtigt diese Aspekte, um eine ganzheitliche IT-Sicherheitskultur im Unternehmen zu fördern (siehe Tabelle 5).

Fazit

Aufbauend auf dem VDMA-Werkzeugkasten Industrie 4.0, der die Kategorien Produkte und Produktion umfasst, wurde mit DigiTAMM eine umfassende Weiterentwicklung vorgenommen. DigiTAMM erweitert diesen Rahmen um die zusätzlichen Kategorien IT-Organisation und Prozesse, Mitarbeiter und IT-Sicherheit. Jede Kategorie ist durch spezifische Merkmale beschrieben, die in fünf Ausprägungsstufen im Unternehmen vorliegen können, von einem niedrigen bis zu einem hohen Digitalisierungsgrad. Die vollständige Beschreibung aller Kategorien und Merkmale stellen die Autoren des Beitrages gerne zur Verfügung. Alternativ kann darauf auch über die Hochschulschriften der Technischen Hochschule Mittelhessen zugegriffen werden [10].



Prof. Dr.-Ing. Gerrit Sames ist Dekan und Professor für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt ERP-Systeme am Fachbereich Wirtschaft der Technischen Hochschule Mittelhessen. Dort leitet er den Schwerpunkt Digital Business. Zusätzlich beschäftigt er sich mit der Weiterentwicklung von Digitalisierungslösungen und ist zweiter Vorsitzender im Vorstand des Smart Electronic Factory e.V.



Prof. Dr. Christian Leyh ist Professor für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt ERP-Systeme und Business Analytics am Fachbereich Wirtschaft der Technischen Hochschule Mittelhessen. Seine Forschungsinteressen umfassen die vielfältigen und komplexen Themenfelder der Digitalen Transformation, wobei er sich besonders den Herausforderungen von Digitalisierungsprojekten für klein- und mittelständische Unternehmen widmet.

Prof. Dr. Christian Leyh
Professor für Allg. BWL mit Schwerpunkt
ERP-Systeme und Business Analytics
Fachbereich Wirtschaft/THM Business School
Technische Hochschule Mittelhessen
Wiesenstraße 14, 35390 Gießen
E-Mail: christian.leyh@w.thm.de
<https://www.thm.de/w/christian-leyh>

Die durch DigiTAMM gebotene strukturierte Herangehensweise ermöglicht es Unternehmen, ihren aktuellen Stand der Digitalisierung und Industrie 4.0 adäquat zu bestimmen. Es bietet eine klare Ordnungsstruktur und unterstützt Unternehmen dabei, komplexe Aspekte der Digitalen Transformation zu verstehen und zu bewerten. Durch die Anwendung von DigiTAMM können Unternehmen gezielt ihre digitalen Kompetenzen erfassen und darauf aufbauend auch verbessern. Dies ist entscheidend, um den Herausforderungen einer zunehmend digitalisierten Wirtschaftsumgebung erfolgreich zu begegnen und die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig zu sichern. Das Kennen des eigenen Digitalisierungsstandes bildet den Ausgangspunkt für die Identifizierung von Digitalisierungsmaßnahmen. Durch die klare Bewertung mit DigiTAMM können Unternehmen Digitalisierungsprojekte erkennen, ableiten und priorisieren, um diese in die eigenen strategischen Ziele zu integrieren.

Literatur

- [1] Mathrani, S.; Mathrani, A.; Viehland, D.: Using enterprise systems to realize digital business strategies. In: Journal of Enterprise Information Management Vol. 26, 2013, S. 363–386. <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2012-0003>
- [2] Leyh, C.; Schäffer, T.: Digitale Kompetenzen als notwendige Voraussetzung der Digitalen Transformation. In: HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik, Vol. 61, 2024, S. 12–26. <https://doi.org/10.1365/s40702-024-01044-9>
- [3] Pagani, M.: Digital Business Strategy and Value Creation: Framing the Dynamic Cycle of Control Points. In: MIS Q., Vol. 37, 2013, S. 617–632.
- [4] Leyh, C.; Bley, K.; Ott, M.: Chancen und Risiken der Digitalisierung: Befragungen ausgewählter KMU. In: Hofmann, J. (ed.) Arbeit 4.0 – Digitalisierung, IT und Arbeit (HMD Edition). Springer, Wiesbaden, 2018, S. 29–51. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21359-6_3
- [5] Sames, G.; Lapa, J.: Stand der Digitalisierung von Geschäftsmodellen zu Industrie 4.0 im Mittelstand – Ergebnisse einer Umfrage bei Unternehmen. In: THM Hochschulschriften, Band 13, 2020. <http://dx.doi.org/10.25716/thm-106>
- [6] Sames, G.; Maibach, T.: Vergleich der Digitalisierung von Geschäftsprozessen und Geschäftsmodellen in Japan und Deutschland. In: THM Hochschulschriften, Band 26, 2023. <http://dx.doi.org/10.25716/thm-248>
- [7] BMWK: Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland – Digitalisierungsindex 2023. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Berlin, 2024.
- [8] Sames, G.: Reifegradmodell zur Digitalisierung und Industrie 4.0. In: THM-Hochschulschriften, Band 18, 2021. <http://dx.doi.org/10.25716/thm-39>
- [9] VDMA: Leitfaden Industrie 4.0. Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand. VDMA Verlag, Frankfurt a. M., 2015.
- [10] Sames, G.; Leyh, C.: DigiTAMM – Digital Transformation Assessment Maturity Model: Ein Reifegradmodell zur Einschätzung des Digitalisierungsstands in Industrieunternehmen. In: THM Hochschulschriften, Band 32, 2024. <http://dx.doi.org/10.25716/thm-302>

Stichwörter:

Digitalisierung, Digitale Transformation, Industrie 4.0, Reifegradmodell, Evaluation, Assessment, Digitalisierungscheck, digitale Kompetenzen