

Entwicklung eines Reifegradmodells zur Bewertung des Digitalisierungsgrades von Geschäftsprozessen

Birgit Große-Schwiep
Fakultät Wirtschafts- und
Sozialwissenschaften

Hochschule Osnabrück
Caprivistrasse 30a
49076 Osnabrück
E-Mail:

birgit.grosseschwiep@gmail.com

Frank Bensberg
Fakultät Wirtschafts- und
Sozialwissenschaften

Hochschule Osnabrück
Caprivistrasse 30a
49076 Osnabrück
E-Mail:

f.bensberg@hs-osnabrueck.de

Heike Schinnenburg
Fakultät Wirtschafts- und
Sozialwissenschaften

Hochschule Osnabrück
Caprivistrasse 30a
49076 Osnabrück
E-Mail:

h.schinnenburg@hs-osnabrueck.de

ABSTRACT

Durch die anhaltende Diffusion des Internet als Basis für ökonomische Aktivitäten intensiviert sich der Wettbewerb. Infolgedessen suchen Unternehmen verstärkt nach Möglichkeiten zur Optimierung ihrer Geschäftsprozesse. Mit dem vorliegenden Beitrag wird ein Reifegradmodell entwickelt, das Unternehmen bei der systematischen Bewertung des Digitalisierungsgrades ihrer Geschäftsprozesse unterstützt. Ziel ist es, Unternehmen die Istanalyse ihrer Geschäftsprozesse zu ermöglichen, sodass deren digitale Reife ermittelt werden kann. Grundlage für die Entwicklung bildet eine systematische Literaturanalyse zur Identifikation bestehender Reifegradmodelle im Kontext der Forschungsfelder Digitalisierung, Industrie 4.0 und insbesondere Prozessdigitalisierung. Dadurch werden insgesamt 22 Reifegradmodelle ermittelt und inhaltlich sowie methodisch untersucht. Die Analyse zeigt, dass keines der Reifegradmodellen den Gegenstandsbereich der Geschäftsprozesse abdeckt und zugleich die zu stellenden methodischen Anforderungen erfüllt. Hierauf aufbauend wird ein neues Reifegradmodell konzipiert und in einem unternehmensbezogenen Anwendungskontext evaluiert. Das konzipierte Reifegradmodell besteht aus drei Dimensionen: *IT-Systeme*, *Daten* und *Strategie*. Diese drei Dimensionen sind wiederum in insgesamt neun Sub-Dimensionen untergliedert. In jeder Sub-Dimension sind drei Reifegradindikatoren zur Beurteilung der digitalen Reife der Geschäftsprozesse verankert. Durch die Bewertung sämtlicher Reifegradindikatoren wird anschließend eine von fünf möglichen Reifegradstufen ermittelt. Zur vereinfachten Durchführung der Bewertung der digitalen Reife von Geschäftsprozessen wird ein Excel-basiertes Bewertungssystem entwickelt, das von Unternehmen zur Prozessdiagnose genutzt werden kann.

SCHLÜSSELWÖRTER

Digitalisierung, Reifegrad, Geschäftsprozesse, Digitale Transformation

EINLEITUNG

Die Geschäftsprozesse von Unternehmen bilden einen zentralen Ansatzpunkt für die Sicherung des Geschäftserfolgs (Scheer Consulting 2014, Kollmann 2016). In der aktuellen Diskussion um die Digitalisierung werden diese jedoch häufig nicht als zentraler Gestaltungsgegenstand erfasst, sodass unter Digitalisierung in der Unternehmenspraxis häufig nur die Adoption einzelner Technologien in singulären Funktionsbereichen der Unternehmung verstanden wird (z. B. 5G, Big Data, Cyber-Physische Systeme). Durch die Fokussierung auf medial stark popularisierte Technologien – etwa die künstliche Intelligenz (KI) – werden die Digitalisierungspotenziale von Geschäftsprozessen nicht konsequent erschlossen. Die Dynamik der informationstechnologischen Entwicklung führt dabei auch dazu, dass hinsichtlich der Adoptionsentscheidung bei der Technologieselektion eine hohe wahrgenommene Unsicherheit besteht (Botzkowski 2017) und eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit dem Markt und den erforderlichen Geschäftsabläufen notwendig wird (swisscom 2016).

Die Digitalisierung umfasst jedoch nicht nur die digitale Datenerfassung, z. B. durch Scannen analoger Medien, sondern vielmehr die Vernetzung der Geschäftsprozesse und Geschäftsmodelle durch das Internet der Dinge (Sames u. Dinges 2018). So ist zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit laut *Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2013* „eine Digitalisierung der Geschäftsprozesse durch moderne Informations- und Kommunikationstechnik erforderlich“. Die hiermit induzierte digitale Transformation wird derzeit in zwei Strömungen unterteilt: einerseits thematisiert die Digitalisierung von *Geschäftsmodellen* die (Weiter-)Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen eines Unternehmens. Dieser Bereich, der auch als *Produktdigitalisierung* bezeichnet wird, hat bislang in der Wissenschaft eine größere Aufmerksamkeit erhalten. Demgegenüber steht die Digitalisierung von *Geschäftsprozessen*, welche im Rahmen des Prozessmanagements die Steigerung der Effizienz bzw. Produktivität anstrebt (Ensinger et al. 2016), oder auch die Qualitätsverbesserung des Leistungsangebots intendiert (Becker et al. 2009b). Hiermit geht die Fragestellung einher, wie eine Bewertung von Geschäftsprozessen in Bezug auf ihren digitalen Reifegrade erfolgen kann.

Relevanz der Thematik und Problemstellung

Durch die Digitalisierung von Geschäftsprozessen werden massive ökonomische Potenziale erwartet, die gleichermaßen zu deutlichen gesellschaftlichen Veränderungen führen können (Becker u. Knop 2015). Analog hierzu drohen bei fehlender Digitalisierung für Unternehmen hohe Verlustpotenziale (Bloching 2015). Um diesen zu begegnen, sind zukunftsfähige Geschäftsprozesse zur Wertschöpfung zu implementieren, die eine gründliche Prozessanalyse erforderlich machen (Wolf u. Strohschen 2018). Im Zuge dieser Prozessanalyse ist auch eine Bewertung der bestehenden Geschäftsprozesse hinsichtlich ihres digitalen Reifegrades notwendig. Generell können hierfür Reifegradmodelle eingesetzt werden, die sich zur Erhebung des Entwicklungsstadiums bestimmter Objekte und zur Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen etabliert haben. Dabei wird der Entwicklungs- bzw. Reifeprozess in verschiedene Stufen unterteilt und eine Zuordnung des Status quo zur entsprechenden Stufe ermöglicht. Da die Optimierung von Prozessen eine zentrale Aufgabe des Prozessmanagements ist, finden hier Reifegradmodelle besonders häufig Anwendung (Hecht 2014). Diese Standortbestimmung der Prozesse ist im Zuge der Digitalisierung erforderlich, damit Potenziale zur Optimierung der Prozessfähigkeit erkannt und ausgeschöpft werden können (Röglinger u. Kamprath 2012). Dabei kann das Reifegradmodell zusätzlich als Leitfaden dienen, welcher die Unternehmen bei der Überwindung der Diskrepanz zwischen Ist- und Sollzustand bei der Prozessdigitalisierung unterstützt.

Bislang wurde die Relevanz der Geschäftsprozesse bei der Umsetzung von Digitalisierungsstrategien vor allem von etablierten Beratungsunternehmen erkannt, und in der Literatur nur oberflächlich thematisiert (Hess et al. 2016). Daher existieren insgesamt nur wenige Reifegradmodelle, die wiederum nicht wissenschaftlich fundiert sind und keine systematische Dokumentation vorweisen, wie es von *Becker et al. 2009a* und *De Bruin 2005* gefordert wird.

Zielsetzung

Aufgrund der bestehenden Gestaltungslücke verfolgt der vorliegende Beitrag zwei Zielsetzungen. Die erste Zielsetzung besteht in der systematischen Erhebung des Forschungsstands im Kontext der Bewertung von Geschäftsprozessen in Bezug auf ihren Digitalisierungsgrad. Darauf aufbauend erfolgt die Konstruktion eines neuen, branchenneutralen Reifegradmodells, das Unternehmen bei der Ermittlung des derzeitigen Entwicklungsstandes, dessen Bewertung sowie Verbesserung der Geschäftsprozessdigitalisierung unterstützt.

SYSTEMATISCHE LITERATURANALYSE

Die systematische Literaturanalyse (SLA) beinhaltet einen Vergleich der existierenden Reifegradmodelle im Forschungsbereich der Digitalisierung von Geschäftsprozessen und liefert damit die konzeptionelle Basis für deren Weiterentwicklung. Für das Verständnis von Reifegradmodellen im Rahmen der Digitalisierung ist es

notwendig zu erfassen, wie diese in früheren Untersuchungen entwickelt wurden. Das Ziel der Literaturanalyse ist es, die Grundlage für die Entwicklung des neuen Reifegradmodells zu schaffen, indem die zentralen Charakteristika bestehender Reifegradmodelle in Bezug auf die Digitalisierung von Geschäftsprozessen ermittelt und dokumentiert werden.

Bevor die Identifikation und Analyse der bestehenden Reifegradmodelle vorgenommen werden kann, wird zur Zielerreichung der Fokus der Literaturanalyse nach den von *Cooper 1988* definierten Eigenschaften festgelegt. Demnach wird der Fokus auf die Ergebnisse und die angewandten Methoden gelegt. Ziele sind die Integration der Ergebnisse sowie die Kritik vorhandener Modelle. Es wird eine neutrale Darstellung zur Anwendung in Wissenschaft und Praxis angestrebt. Die Literaturanalyse wird vollständig-selektiv anhand definierter Selektionskriterien realisiert; sie orientiert sich am konzeptionellen Bezugsrahmen der Digitalisierung.

Literatursuche

Die Phase der Literatursuche umfasst die Ermittlung adäquater Literatur zur festgelegten Forschungsfrage (Becker 2012). Demnach sind solche Literaturquellen zu identifizieren, die sich auf Reifegradmodelle beziehen und in Zusammenhang zum digitalen Geschäftsprozessmanagement, zur Digitalisierung von Unternehmen bzw. Geschäftsmodellen oder zur Industrie 4.0 stehen. Des Weiteren sind auch Vorgehensmodelle und Referenzmodelle zur Digitalisierung sowie weitere Publikationen zum Thema digitaler Geschäftsprozesse in die Synthese zu integrieren, um modellübergreifend relevante Erkenntnisse identifizieren zu können. Um Objektivität und Reproduzierbarkeit im Forschungsprozess zu gewährleisten, sind die vorab definierten Kriterien zur Literatursuche zu dokumentieren (Fettke 2006). Die Ein- bzw. Ausschlusskriterien der Literatursuche zeigt Tabelle 1.

Kriteriumstyp	Kriterium
Veröffentlichung	Publikationen zwischen Q1 2006 bis Juni 2019
Zugänglichkeit/ Zugang	Frei zugängliche Publikationen
Sprache	Englische oder deutsche Sprache
Publikationstyp	Keine kurzen Dokumente (kürzer als zwei Seiten, wie z.B. Poster, redaktionelle Beiträge)
Publikationsinhalt	Publikationen mit relevantem Inhalt zur Beantwortung der Forschungsfrage
	Dimensionen und Reifegradindikatoren sind hinreichend genau erläutert und nachvollziehbar
	Keine Duplikate (nach Titel oder Inhalt)
Formalien	Publikationen mit Studiengrundlage oder Literaturverzeichnis

Tabelle 1: Selektionskriterien der Literatursuche (in Anlehnung an *Sanchez-Puchol u. Pastor-Collado 2017*)

Die Literatursuche ist auf die wichtigsten Datenbanken in der Betriebswirtschaft und Wirtschaftsinformatik beschränkt. Es wurden die Datenbanken EBSCOhost, ProQuest, WISO und Springer Link ausgewählt (Association for Information Systems 2011). Darüber hinaus wurde die Bibliothek der Hochschule Osnabrück (scin.os) und Google Scholar für die wissenschaftliche Literaturrecherche verwendet. Aufgrund der hohen Relevanz für die Praxis und der starken Dynamik sowie Aktualität innerhalb des betrachteten Forschungsfeldes wird ebenfalls eine Google-Suche durchgeführt. So wird sichergestellt, dass zusätzlich praxisorientierte Quellen und Informationen über Trends in der Suche Berücksichtigung finden. Die Suche erfolgte mithilfe der folgenden Abfrage:

((("maturity" OR "capability" OR "assessment") AND "model") OR ("Reifegradmodell" OR "Reife*")) AND ("digital business" OR "e-business" OR "digital enterprise" OR "digital transformation" OR "digital strategy" OR "digital business strategy" OR "digitization" OR "digital process" OR "process digitization" OR "digital readiness" OR "digitale Prozesse" OR "prozessdigitalisierung" OR "digitalisierung" OR "digital* transformation" OR "digitale strategie") AND ("Process*" OR "Prozess*" OR "operation*").

Literaturauswertung

Die Literaturauswertung verfolgt das Ziel der Relevanzprüfung der ermittelten Literatur sowie die Verarbeitung und Systematisierung der Literatur (Becker 2012). Die Abfrage ergab 23.005 Quellen (Tabelle 2), welche die Basis für die weiteren Untersuchungen darstellen. In einem weiteren, iterativen Vorgehen wurden sämtliche Fundstellen nach den Selektionskriterien aus Tabelle 1 gefiltert und auf inhaltliche Relevanz geprüft. Dabei wurden vier Schritte zur Sichtung der Literatur zugrunde gelegt:

1. **Sichtung:** Ausschluss durch Titel (Relevanz),
2. **Sichtung:** Ausschluss durch Abstract und Schlüsselwörter (feinere Relevanzanalyse),
3. **Sichtung:** Ausschluss durch formale Kriterien,
4. **Sichtung:** Ausschluss anhand Volltextanalyse.

Trotz der bereits umfangreichen Anzahl an relevanten Beiträgen wurde eine Rückwärtssuche durchgeführt, um keine in der Literatur relevanten Beiträge außer Acht zu lassen. Dabei wurden die identifizierten Beiträge auf relevante Quellen im Literaturverzeichnis untersucht und weitere vier zu analysierende Quellen nach der Durchführung der vier Sichtungsschritte ermittelt (Webster u. Watson 2002). Im Rahmen der Anwendung der Kriterien und der Auswertung der Literatur wurden zur weiteren Analyse 44 Beiträge in sieben Datenbanken identifiziert. Dabei handelte es sich um 21 deutschsprachige Beiträge und 23 englischsprachige Beiträge. Anhand der oben beschriebenen Literatursuche wurden innerhalb der 44 Beiträge insgesamt 22 Reifegradmodelle identifiziert.

Datenbank	Suche	1. Sichtung	2.	3.	4.
Google Scholar	7.960	476	65	59	12
Google-Suche	719	209	35	31	5
WISO	60	30	9	8	1
Springer Link	13.927	96	37	18	18
scin.os	165	71	13	13	2
EBESCO-host	107	30	13	13	2
ProQuest	18	5	5	3	0
Summe vor Rückwärtssuche	23.005	933	177	147	39
Rückwärtssuche	29	29	22	22	4
Summe	23.034	962	199	169	44

Tabelle 2: Anzahl der verbleibenden Beiträge unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien nach Sichtung

Literaturdatenanalyse

Zur softwaregestützten Inhaltsanalyse der resultierenden Fundstellen wurde das Text Analytics-System IBM Watson Explorer (IBM WEX) eingesetzt (Bensberg et al. 2018). Dabei wurden Quellen ohne Abstract sowie Duplikate eliminiert, sodass 511 Beiträge in die Analyse einfließen. Die Zeitreihe in Abbildung 1 zeigt, dass ein deutlicher Anstieg der Frequenz für das untersuchte Forschungsfeld von Digital-Reifegradmodellen in den ausgewählten wissenschaftlichen Datenbanken seit dem Jahr 2011 zu verzeichnen ist. Das Jahr 2018 ist mit 85 Fundstellen das Jahr mit der höchsten Publikationsfrequenz. Sowohl die Zahlen der Veröffentlichungen als auch der in den Beiträgen überwiegend gewählte qualitativ-explorative Forschungsansatz weisen darauf hin, dass es sich um ein junges Forschungsfeld mit zunehmender Aktualität handelt.

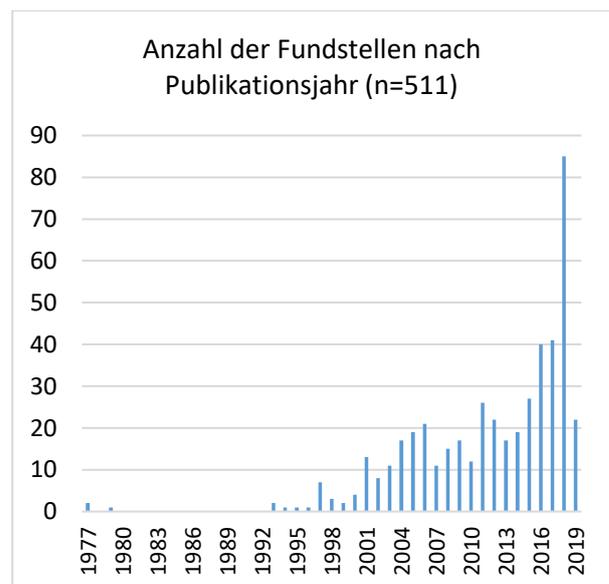


Abbildung 1: Anzahl der Fundstellen nach Publikationsjahr (Analyse mit IBM WEX)

Innerhalb dieser 511 Beiträge weisen jedoch nur 14 Beiträge die Adjektiv-Substantiv-Kombination *digital process*, *digital business process*, *digitale Prozesse* oder *digitale Geschäftsprozesse* auf. Dadurch wird deutlich, dass im Zusammenhang mit den ermittelten Reifegradmodellen die digitalen Prozesse kaum untersucht wurden. In allen 14 Beiträgen wird die Digitalisierung von Prozessen lediglich als zu betrachtender Teilaspekt erwähnt, sodass diese Fundstellen die zu digitalisierenden Prozesse nicht ausführlich thematisieren.

Eine Korrelationsanalyse mit IBM WEX zeigt zudem, dass in den analysierten Beiträgen Korrelationen zwischen verschiedenen Substantivfolgen und modifizierten Substantiven bestehen. Daraus lassen sich inhaltliche Zusammenhänge zwischen den Begrifflichkeiten ableiten. Methodisch weisen die *maturity models* (Reifegradmodelle) mit dem *literature review* (Literaturanalyse) eine positive Korrelation auf, sodass die ausgewählte Methodik in den untersuchten Beiträgen im Zusammenhang mit der Entwicklung oder Analyse von Reifegradmodellen steht. Dieser Zusammenhang wurde bereits bei der Auswahl der Methodik und der Empfehlung nach *Becker et al. 2009a* berücksichtigt.

Weitere Analysen haben einen inhaltlichen Zusammenhang zwischen *digital maturity* (digitale Reife) und *digital technology* (digitale Technologie) bzw. *digital* und *information systems* (IT-Systeme), *information technology* (IT), den *business processes* (Geschäftsprozesse) und der *business strategy* (Unternehmensstrategie) transparent gemacht. Dies bestätigt die Relevanz der genannten Digitalisierungsaspekte.

Methodische Analyse

Die nachfolgende Analyse basiert auf *Mettler et al. 2010* und nimmt eine Klassifizierung der identifizierten Reifegradmodelle anhand der Kriterien *Herkunft*, *Architektur*, *Anwendung* und *Zuverlässigkeit* vor.

Durch die methodische Analyse konnte festgestellt werden, dass der Großteil (14) der Reifegradmodelle der Wissenschaft entstammen. In ca. 91 % der ausgewählten Beiträge handelt es sich um Textbeschreibungen der Modelle und nur in einem Fall handelt es sich um einen Fragebogen. In vier weiteren Fällen ist eine Kombination aus einer Textbeschreibung sowie einem Fragebogen identifiziert worden. Keines der Reifegradmodelle weist eine formale Architektur mit umfassend definierten Kriterien zur Reifegradbewertung auf. Die Selbstbeurteilung wird in 14 von 22 Beiträgen zu Bewertungszwecken genutzt und nur acht Modelle setzen die Bewertung durch Dritte ein. Dies sind vorrangig Beratungsunternehmen, welche die Modelle auch zur Neukundenakquise anwenden. Ein Indiz der geringen Standardisierung in diesem Forschungsfeld ist, dass keines der identifizierten Reifegradmodelle als Zertifizierungsgrundlage dient. Darüber hinaus lässt die mangelnde Evaluierung von 19 Modellen darauf schließen, dass diese methodisch nicht ausreichend fundiert sind. Daher wird der Bedarf nach einem evaluierten Modell mit einem evaluierten Entwicklungsprozess ersichtlich.

Inhaltliche Analyse

Die inhaltliche Analyse umfasst die Untersuchung der einzelnen Dimensionen, Sub-Dimensionen und Reifegradindikatoren der identifizierten Modelle. Dabei werden die relevanten Themenbereiche, welche die Reifegradmodelle adressieren, ermittelt und auf das spezifizierte Forschungsfeld der digitalen Geschäftsprozesse abgeleitet. Dabei wurde das Modell von *Anderl et al. 2015* aus der inhaltlichen Analyse ausgenommen, da dieses eine unklare Architektur aufweist. Somit bezieht sich die inhaltliche Analyse auf 21 verbleibende Reifegradmodelle. Diese wird im Anhang des Beitrags (Tabelle 4) durch eine Konzeptmatrix nach *Webster und Watson 2002* dargestellt, die einen systematischen Vergleich ermöglicht.

Die Konzeptmatrix visualisiert die unterschiedlichen thematischen Schwerpunkte der identifizierten Modelle und zeigt die relevantesten Dimensionen: *Prozess*, *IT-System*, *Produkt*, *Daten* und *Organisation*. Darüber hinaus werden die zentralen Sub-Dimensionen und Reifegradindikatoren der Modelle detailliert (s. Tabelle 4, Spalte 2). Zur Gewinnung dieser Darstellung sind die unterschiedlichen Fachbegriffe, die in den Modellen zur Bezeichnung der digitalisierungsrelevanten Gegenstandsbereiche verwendet werden, in Bezug auf Homonyme und Synonyme untersucht worden. Durch die Einführung einer Vorzugsbenennung (*Drewer und Schmitz 2017*) konnten bestehende Begriffsunterschiede zwischen den unterschiedlichen Reifegradmodellen abgebaut werden.

Die Matrix in Tabelle 4 verdeutlicht, dass die Modelle verschiedene Schwerpunkte setzen, es jedoch in einigen Punkten starke Überschneidungen gibt. Dabei wird das *Produkt* aber von der bestehenden Literatur am wenigsten als Digitalisierungsaspekt und eigenständige Dimension erwähnt. Innerhalb der identifizierten Dimensionen werden die Reifegradindikatoren der *Kommunikation/Vernetzung* sowie das *Informations- und Datenmanagement* als wesentlich für die Digitalisierung dargestellt. Der Reifegradindikator *Technologie* sowie die Dimension *Daten* und die Reifegradindikatoren *Automatisierung*, *Datengetriebene Prozesse*, *IT Integration*, *(IT-)Sicherheit*, die *Digitalisierungsstrategie* und die *Menschen* innerhalb der Organisation werden als bedeutsam für die Digitalisierung der Unternehmen und dessen Geschäftsprozesse ermittelt.

Synthese der Ergebnisse aus der Literaturanalyse

Neben den analysierten Reifegradmodellen konnten durch die 22 weiteren Beiträge aus der SLA die ermittelten Dimensionen und Reifegradindikatoren bestätigt werden und darüber hinaus noch folgende weitere Indikatoren für digitale Geschäftsprozesse identifiziert werden:

- Überwachung und Steuerung der Prozesse (*Lödding et al. 2017*),
- Applikationen wie ERP, SME, mobile Apps, Big Data und Künstliche Intelligenz (*Basl 2018*),

- autonome Prozesse (Lichtblau et al. 2015) und autonome Systeme (Kleemann u. Glas 2017),
- Sensoren und Aktuatoren (Akdil et al. 2018) sowie
- veränderte Mitarbeiterqualifikationen (Koch et al. 2014).

Auch die theoretischen Grundlagen der Digitalisierung und der digitalisierten Geschäftsprozesse weisen die gleichen Indikatoren auf. Hierzu zählen insbesondere:

- Automatisierung,
- IKT,
- Vernetzung,
- digitale Überprüfung der Prozesse,
- vereinfachte Prozessstandardisierung,
- digitale Daten,
- Schnittstellenmanagement,
- Prozessqualität,
- Basistechnologien wie Internet, Big Data, sowie Cloud-Computing,
- Echtzeitdatenmanagement,
- Integration und Interoperabilität,
- durchgängige Geschäftsprozesse und
- Daten- und Systemsicherheit.

ENTWICKLUNG DES REIFEGRADMODELLS

Struktur des Reifegradmodells

Die Digitalisierung von Geschäftsprozessen ist eine Transformation, die stufenweise umgesetzt werden kann. Dieser schrittweise Ansatz führt zu einem Leitfaden für die Unternehmen und verringert gleichzeitig die Risiken für die Investitionen und die Implementierung neuer Techniken und Prozesse. Darüber hinaus weisen die einzelnen Handlungsfelder der Digitalisierung der Geschäftsprozesse wechselseitige Abhängigkeiten auf, sodass ein schrittweises Vorgehen zielführend ist.

Abbildung 2 stellt die Struktur des neuen Reifegradmodells dar. Die *Reifegraddimensionen* (innerer Ring) stellen die übergeordneten Digitalisierungsfelder der Geschäftsprozesse dar. Diese sind untergliedert in *Sub-Dimensionen* (mittlerer Ring). Die *Reifegradindikatoren* (äußerer Ring) werden jeweils bewertet, um den *Gesamtreifegrad* (Ringkern) Bottom Up zu ermitteln. Das Reifegradmodell umfasst insgesamt drei Reifegraddimensionen (Dimensionen), welche durch die Bewertung von 27 Reifegradindikatoren innerhalb der neun Sub-Dimensionen festgelegt werden. Die Bewertung erfolgt auf jeder Ebene des Reifegradmodells anhand von fünf Reifegradstufen.

Das Reifegradmodell

Die Prozessdigitalisierung erfordert einen Ansatz, der nicht singular den Einsatz neuer Technologien fokussiert, sondern vielmehr ein Handlungsprogramm aus Technologien und strategischen, organisatorischen und kulturellen Anpassungen entwickelt. Daher sollen die im folgenden vorzustellenden Reifegradstufen und Dimensionen eine ganzheitliche Bewertung der digitalen

Reife der Geschäftsprozesse eines Unternehmens ermöglichen. Hierzu werden zunächst die *Reifegradstufen* entwickelt. Anschließend werden im zweiten Schritt die *Dimensionen*, *Sub-Dimensionen* und *Reifegradindikatoren* definiert.

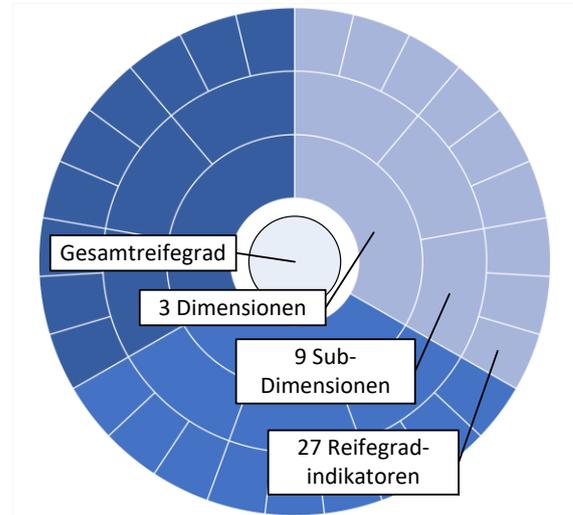


Abbildung 2: Struktur des Reifegradmodells

Reifegradstufen

Reifegradmodelle umfassen in der Regel drei bis sechs Stufen, welche einen idealtypischen, schrittweisen Verbesserungsprozess darstellen (Kamprath 2011). Innerhalb bestehender Reifegradmodelle wird ein gemeinsames Gestaltungsprinzip genutzt, welches die Reife als eine Reihe von kumulativen Phasen darstellt, in denen höhere Stufen auf den Anforderungen niedrigerer Stufen aufbauen, wobei *Stufe 1* eine niedrige und *Stufe 5* eine hohe Reife darstellen. Das entwickelte Modell nutzt diese kumulative, eindimensionale Stufenstruktur und ist demnach dem gestuften Reifegradprinzip zuzuordnen. Das bedeutet, dass ein Unternehmen eine Reifegradstufe erreicht, wenn es sämtliche Anforderungen dieser Stufe erfüllt hat und demnach auch die Anforderungen sämtlicher niedrigerer Reifegradstufen bereits erfüllt (de Bruin et al. 2005). Der Reifegrad einer Sub-Dimension wird somit durch den kleinsten Reifegrad der drei zugehörigen Reifegradindikatoren (Abbildung 2) ermittelt. Erreichen beispielsweise zwei Reifegradindikatoren den Reifegrad 3, ein Reifegradindikator aber nur den Reifegrad 2, so erreicht die gesamte Sub-Dimension lediglich den Reifegrad 2.

Die Spezifikation von Reifegradstufen wird im Rahmen dieser Arbeit Top Down vorgenommen, da es sich um ein relativ wenig entwickeltes Themengebiet handelt. Bei diesem Verfahren werden zuerst die unterschiedlichen Reifegradstufen definiert und anschließend relevante Sub-Dimensionen und Reifegradindikatoren ermittelt. Zunächst sind somit die Reifegradstufen durch Explikation ihrer Anforderungen zu definieren.

Die Stufen basieren auf dem *Capability Maturity Model Integration* (CMMI)-Modell, das in vielen digitalisierungsbezogenen Reifegradmodellen als Basis für die

Stufenbildung genutzt wird und den Fokus auf die Geschäftsprozesse legt. Die CMMI-Stufen werden der angepassten CMMI-Version DREAMY entnommen. Dabei handelt es sich um fünf Reifegradstufen zur Bewertung des Digitalisierungsgrades von Geschäftsprozessen, die – aufbauend auf der untersuchten Literatur – wie folgt ausformuliert werden:

Stufe 1: Initial: Der Geschäftsprozess und die Systeme sind gar nicht oder wenig standardisiert und dokumentiert. Das Prozessmanagement ist reaktiv und verfügt nicht über die richtigen organisatorischen und technischen Konzepte bzw. Werkzeuge für den Aufbau einer digitalen Infrastruktur, welche eine Prozessagilität ermöglicht. Im Unternehmen wird externe Digitalkompetenz genutzt, da keine interne Expertise vorhanden ist.

Stufe 2: Managed: Der Geschäftsprozess ist teilweise digitalisiert und standardisiert. Durch Mängel in der Organisation und/oder den Basistechnologien ist das Prozessmanagement schwach ausgeprägt. In einzelnen Abteilungen oder Prozessschritten ist eine Auseinandersetzung mit digitalen Lösungen und deren Einführung erkennbar. Jedoch herrscht eine geringe Akzeptanz für die entwickelten Insellösungen.

Stufe 3: Defined: Durch zunehmende Kompetenzen im Unternehmen werden umfassendere Lösungen für die Prozessausführung entwickelt. Es herrschen jedoch weiterhin einige Einschränkungen der organisatorischen Verantwortlichkeiten und/oder der Basistechnologien, welche die digitale Umsetzung des Prozessmanagements begrenzen. Daher bestehen noch Mängel in der Planung und Durchführung der Prozesse sowie bei der Integration und Interoperabilität zwischen den Anwendungen und im Informationsaustausch.

Stufe 4: Integrated and interoperable: Die Prozesse werden nun End-to-End mit einem hohen Standardisierungsgrad innerhalb des Unternehmens ausgestaltet. Die Prozesse sind auf die Integration und Verknüpfung der Systeme und Daten angewiesen, damit sie (teil-)automatisiert ablaufen können. Mit den steigenden Kompetenzen der Prozessbeteiligten steigt auch die Akzeptanz der digitalisierten Prozesse und die digitale Arbeitskultur unterstützt das Unternehmen bei der Zielerreichung. Die Digitalisierung der Geschäftsprozesse wird als strategisch wichtig wahrgenommen.

Stufe 5: Digital-oriented: Die Geschäftsprozesse sind umfassend digital ausgerichtet und basieren auf einer widerstandsfähigen Technologieinfrastruktur und einer umfassenden Integration sämtlicher Systeme und Daten. Sowohl der Informationsaustausch als auch die Systemlandschaft sind stark standardisiert und durch umfassende Sicherheitskonzepte über Unternehmensgrenzen hinweg abgesichert. Sämtliche Datenanalysen werden automatisiert durchgeführt und fließen autonom in die Prozessoptimierung der verknüpften Systeme und Ma-

schinen ein. Die große Digitalkompetenz aller Prozessbeteiligten wird durch einen optimalen Informationsfluss und ein explizites Wissensmanagement aufrechterhalten.

Dimensionen, Sub-Dimensionen und Reifegradindikatoren

Zur Bewertung der Geschäftsprozesse sind nun die unterschiedlichen, strukturbildenden Dimensionen des Reifegradmodells sowie deren Sub-Dimensionen und Indikatoren zu erörtern. Einen vollständigen Überblick über die einzelnen Elemente hierzu liefert Tabelle 3.

Dimension	Sub-Dimensionen	Reifegradindikatoren
IT-Systeme	IT Integration	Horizontale IT-System Integration
		Vertikale IT-System Integration
		Standardisierung
	Sicherheit	IT-Sicherheit
		Sicherheitsmechanismen
		Widerstandsfähige IT-Infrastruktur
	Technologie	Technologiebasis
Prozesstechnologien		
Vernetzung der Prozesse		
Daten	Informations- und Datenmanagement	Datenanalyse/ Data Mining/ Big Data
		Wissensmanagement/ Informationsfluss
		Datenvisualisierung
	Datenanforderungen	Datenqualität
		Digitale & analoge Dokumente
		Datensicherheit
	(Echtzeit-) Datennutzung	Nutzung von Informationen/Daten
Datengetriebene Prozesse		
Integrierte Leistungserbringung		
Organisation	Digitalisierungsstrategie	Strategiekompatibilität der Prozesse
		Echtzeitdatenbasierte Entscheidungsfindung
		Digitales Management
	Digitales Geschäftsprozessmanagement	Prozesstransparenz
		Prozesssimulation
		Prozessqualität
	Change Management	Menschen
Kultur		
Kompetenzen und Expertise		

Tabelle 3: Dimensionen, Sub-Dimensionen und Reifegradindikatoren des entwickelten Reifegradmodells

Dimension IT-Systeme

Die zur Digitalisierung notwendigen IT-Systeme sollten einen hohen Standardisierungsgrad aufweisen, um eine einwandfreie Nutzung zu gewährleisten und gleichzeitig eine Systemvernetzung zu ermöglichen. Eine IT-Integration ist Voraussetzung für die Durchgängigkeit der Prozesse, die im Idealfall als End-to-End-Prozesse ausgeführt werden können. Da störungsfreie Prozessabläufe auf die IT-Systeme angewiesen sind, ist auch deren Sicherheit und die widerstandsfähige Infrastruktur in die Bewertung des Reifegrades miteinzubeziehen. Für vernetzte Systeme sind weitere Digitalisierungstechnologien in den Geschäftsprozessen notwendig, um etwa die Systeme mit Maschinen (S2M) oder die Maschinen untereinander (M2M) zu verknüpfen – und somit auch die Prozesse untereinander zu vernetzen. Im Anschluss werden die Sub-Dimensionen dieser Dimension erläutert.

IT-Integration: Wesentlich zur Beurteilung der digitalen Geschäftsprozessreife sind die IT-Systeme und deren Integrationsgrad in die Geschäftsprozesse. Dabei wird die *horizontale Integration* über verschiedene IT-

Systeme hinweg bewertet, sodass die unternehmensinternen und insbesondere auch unternehmensübergreifende Verknüpfungen der einzelnen Prozessschritte verbessert werden können. Das Ziel der Integration verschiedener IT-Systeme derselben Hierarchieebene ist eine effizientere Wertschöpfung. Es wird angestrebt eine durchgängig automatisierte Wertschöpfung durch die Direktion sämtlicher internen sowie unternehmensübergreifenden Ressourcen zu erreichen.

Die *vertikale Integration* ist ebenfalls ein wichtiger Aspekt für die Geschäftsprozessdigitalisierung. Es entsteht über den gesamten Geschäftsprozess hinweg ein großes Volumen gesammelter Daten (z. B. Event Logs). In diesem Zusammenhang umfasst die vertikale Integration die Verknüpfung verschiedener IT-Systeme über Hierarchieebenen hinweg, sodass die Maschinenebene und die IT-Systeme der Planungsebene Daten untereinander austauschen können. Dies ermöglicht ein besseres Prozessverständnis und die Auflösung der Hierarchiestrukturen der IT-Systeme (Camarinha-Matos et al. 2017; Zehbold 2018). Darüber hinaus wird der Reifegradindikator der *Standardisierung* der IT-Systeme beurteilt, welcher auch die Durchgängigkeit der IT-Unterstützung der Geschäftsprozesse bewertet. Dabei sind auch die Medienbrüche zwischen den Systemen bzw. Schnittstellenlösungen zu betrachten.

Sicherheit: Da durch die steigende Verknüpfung und Abhängigkeit der Systeme Angriffe zu großen Schäden führen können, ist Sicherheit von zunehmender Bedeutung. Zunächst wird die *IT-Sicherheit* beurteilt, d.h. die Absicherung der IT-Systeme und Schnittstellen durch ein Sicherheitskonzept. Umfassende Sicherheitslösungen sichern sämtliche Systeme, Systemschnittstellen und auch die Cloud-Lösungen ab.

Der zweite Reifegradindikator umfasst *Sicherheitsmechanismen*, die Zugriffe auf Systeme und Maschinen innerhalb des Geschäftsprozesses durch mobile Geräte sowie auf das Internet absichert. Darüber hinaus wird beurteilt, wie *widerstandsfähig* die IT-Struktur gegen Angriffe von außen (z. B. Hackerangriffe) ist und ob es Konzepte zum Aufbau der notwendigen Widerstandsfähigkeit im Unternehmen gibt.

Technologie: Die Sub-Dimension der Technologie bewertet den Einsatz neuer Technologien im Rahmen des Geschäftsprozesses. Der Reifegradindikator *Technologiebasis* bewertet, ob die In- und Outputkanäle der Geschäftsprozesse analog bzw. papierbasiert oder digital sind (Bitkom e.V. o.J.). Das Kriterium der *Prozesstechnologien* beurteilt die Unterstützung der Prozessausführung durch Digitalisierungstechnologien, wie etwa durch Robotic Process Automation (RPA), d.h. der robotergesteuerten Prozessautomatisierung (Appelfeller u. Feldmann 2018, Czarnecki et al. 2019). Ein wesentlicher Faktor für den Einsatz der Digitalisierungswerkzeuge ist die *Vernetzung* sämtlicher Prozessschritte, sodass eine Automatisierung und die Digitalisierung des gesamten Geschäftsprozesses erst möglich werden.

Dimension Daten

Geschäftsprozesse basieren im digitalen Kontext auf Daten und Informationen, die es ermöglichen, Prozesse zu verknüpfen, zu automatisieren oder autonom auszuführen. Daher sind Daten zur optimalen Ausführung der Prozesse essentiell. Dementsprechend sind wesentliche Anforderungen an die Daten zu stellen, die damit eine wichtige Beurteilungsgrundlage für die Digitalisierung der Geschäftsprozesse darstellen. Auch die (Echtzeit-)Datennutzung durch die Geschäftsprozesse ist ein Indiz für die Ausprägung der Digitalisierung, da die effektive Nutzung der Daten die Vorteile der digitalen Technologien erst ermöglicht. Dabei wird die Flexibilität des gesamten Unternehmens durch zeitnahe Reaktionsmöglichkeiten gesteigert. Die entsprechenden Sub-Dimensionen Informations- und Datenmanagement, Datenanforderungen und (Echtzeit-) Datennutzung werden nun detailliert erörtert.

Informations- und Datenmanagement: Bei der *Datenganalyse* werden Daten verarbeitet, um sie in nützliche Informationen umzuwandeln, die beispielsweise für Entscheidungs-, Steuerungs- und Kontrollzwecke verwendet werden können. Es wird bewertet, ob dazu fortgeschrittene und automatisierbare Analysetechniken wie etwa Process Mining, Data Mining oder Big Data genutzt werden oder ob Datenanalysen noch manuell durchgeführt werden.

Anschließend wird das Kriterium des notwendigen *Informationsflusses* beurteilt. Damit analysierte Daten und daraus resultierende Erkenntnisse nutzbar werden, müssen sie über den gesamten Geschäftsprozess hinweg verteilt werden. Um Informationen dementsprechend unternehmensweit zu verwalten, zu integrieren, zu verbessern und zu nutzen, sind eine Reihe von Strukturen, Richtlinien, Prozessen und Standards erforderlich. Durch klare Richtlinien und Verantwortlichkeiten im Rahmen eines transparenten, gemeinsamen Lernens und der Erforschung von Best Practice-Ansätzen kann ein optimaler Informationsfluss und Informationsnutzen geschaffen werden. Es umfasst die effektive Einhaltung aktueller und zukünftiger Anforderungen auf regulatorischer, rechtlicher, privater, Sicherheits-, Risiko-, Betriebs- und Geschäftsebene im gesamten Unternehmen in Übereinstimmung mit den Unternehmenszielen.

Darüber hinaus ist ein umfangreiches *Wissensmanagement* sinnvoll, damit das generierte Wissen aus den einzelnen Informationen im gesamten Unternehmen verteilt wird und sämtliche Prozessbeteiligte das erforderliche Know-how im Umgang mit Informationen erlangen. Das Wissensmanagement umfasst die Identifikation, Erfassung, Entwicklung, sowie gemeinsame und effektive Nutzung des Wissens im Unternehmen. Dazu sind Rollen und Verantwortlichkeiten klar zu definieren und Strategien, Prozesse und Ansätze für dessen Umsetzung, Überwachung und Verbesserung standardisiert einzuführen. Flankierend hierzu sind Lösungen zur *Datenvisualisierung* erforderlich, um eine intensivere Nutzung relevanter Informationen in Entscheidungs- und

Steuerungsprozessen zu forcieren, z. B. mithilfe personalisierter Dashboards.

Datenanforderungen: Diese Sub-Dimension bewertet den Umfang der definierten Daten- und Informationsanforderungen, d.h. inwiefern diese festgelegt und in den Geschäftsprozessen integriert werden, um die Ziele des Unternehmens zu unterstützen. Dazu müssen stets die relevanten, aktualisierten und zuverlässigen Informationen entsprechend der Bedürfnisse der Benutzer bereitgestellt werden. Die *Datenqualität* stellt einen grundlegenden Faktor dar, der von Unternehmen zur Unterstützung ihrer Geschäftstätigkeit zu berücksichtigen ist, da Prozesse und Entscheidungen qualitätsgesicherte Daten erfordern. Infolgedessen ist die Datenqualität ein wichtiger Indikator zur Bewertung der digitalen Reife der Geschäftsprozesse. Die Datenqualität wird maßgeblich durch die Korrektheit, Vollständigkeit, Konsistenz und Aktualität bewertet.

Die Sicherstellung der Datenqualität ist ein komplexes Thema, das ein effektives Zusammenspiel von Methodik, Standards, Sozialkompetenz und Technologie voraussetzt. Darüber hinaus stellt die Standardisierung ein wesentliches Merkmal dar. Dazu gehört auch die Einrichtung von Datentaxonomien und Standards für die Bereiche Definition, Kodierung und den Datenaustausch. Darüber hinaus wird beurteilt, in welchem Umfang die technologischen Werkzeuge und Ressourcen des Unternehmens zum Datenqualitätsmanagement genutzt werden. Um eine hohe Qualität der Daten des Unternehmens zu gewährleisten, müssen strukturierte und systematische Techniken und Protokolle eingesetzt werden. Des Weiteren wird die Anforderung beurteilt, ob die Daten und Dokumente in *digitaler* oder *analoger Form* vorgehalten werden. Diese Anforderung hängt eng mit der Datenqualität und deren Überprüfung zusammen. Liegen die Daten zu einem Großteil in analoger Form vor, so ist die Überprüfung größtenteils manuell durchzuführen.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil der Sub-Dimension Datenanforderungen ist die *Datensicherheit*. Mithilfe der Datensicherheit wird gewährleistet, dass Geschäftsprozesse nicht durch Angriffe unterbrochen werden können. Da die Daten als der Rohstoff des 21. Jahrhunderts bezeichnet werden, ist auch die Gefahr des Raubes und des Missbrauches sehr hoch (Sondergaard 2011). Deshalb wird beurteilt, ob und in welchem Umfang ein Sicherheitskonzept für Daten im Unternehmen vorhanden ist. Es ist ein umfassendes Sicherheitskonzept zu erstellen, welches etwa Docker-Container und abgesicherte Cloud-Lösungen umfasst. Die Container sind eine Art Behälter, in denen Daten und weitere notwendige Komponenten für sämtliche Anwendungen der jeweiligen Betriebssysteme im Unternehmen gespeichert sind. So kann ein abgesicherter Zugriff auf sämtliche Anwendungen mit qualitätsgesicherten Daten etabliert werden. Die Cloud umfasst eine internetbasierte Infrastruktur, welche es Unternehmen ermöglicht, Speicherplatz, Rechenleistung oder Anwendungssysteme zur

Geschäftsprozessunterstützung online zur Verfügung zu stellen und bedarfsgerecht zu skalieren.

(Echtzeit-)Datennutzung: In dieser Sub-Dimension wird beurteilt, wie die Informationen präsentiert und verwendet werden und ob neuartige, agile, verständliche und nützliche Zugriffstechniken geboten werden. Die *Informationsverwendung* bezieht sich dabei auf die Art und Weise, in der die Informationen (verarbeitete Daten) eines Unternehmens und Wissen (Erfahrungswerte aus dem Wissensmanagement) sowie Know-how in den Prozessen zur Entscheidungsunterstützung genutzt werden. Im Rahmen der Datennutzung sind auch Techniken des Process Mining zu berücksichtigen, die es ermöglichen, die Istgeschäftsprozesse anhand betrieblicher Realdaten (z. B. Event Logs) induktiv zu modellieren, zu überwachen und in Bezug auf zentrale Zielgrößen (z. B. Durchlaufzeit, Prozesskosten) auszuwerten (van der Aalst 2009). Im Rahmen des Reifegradmodells ist daher zu bewerten, in welchem Umfang diese *datengetriebenen Techniken* im Unternehmen zur Prozessoptimierung eingesetzt werden.

Als dritter Reifegradindikator dieser Sub-Dimension wird die *integrierte Leistungserbringung* bewertet. Damit ist die direkte Nutzung sämtlicher Daten in dem Prozess der Leistungserbringung adressiert, wie etwa das Feedback eines Kunden, welches umgehend in der Produktentwicklung und in der Produktion umgesetzt wird.

Dimension Organisation

Die digitale Transformation basiert auf der Wissensentwicklung und -weitergabe innerhalb eines Unternehmens (Margherita u. Petti 2010). Daher ist das *Change Management* zu betrachten, um sowohl die digitale Kultur als auch die Expertise fördern zu können. Zudem ist die Ausrichtung der Geschäftsprozesse an einer übergeordneten Digitalisierungsstrategie ein wesentlicher Faktor zur Beurteilung der Digitalisierungsreife. Die Dimension der Organisation umfasst darüber hinaus das Geschäftsprozessmanagement, welches einer digitalen Transformation unterzogen wird. Nicht zielführend ist es, komplexe und mit Verschwendung behaftete Prozesse zu digitalisieren, da dies einen schlechten digitalisierten Prozess ergibt (Wiegand 2018).

Digitalisierungsstrategie: In dieser Sub-Dimension wird beurteilt, ob eine Digitalisierungsstrategie vorliegt und ob die Geschäftsprozesse bereits kompatibel zur Digitalisierungsstrategie ausgerichtet sind. Es gilt die *Strategiekompatibilität* der Prozesse zu bewerten, d.h. inwieweit die Ziele der Strategie mit der Ausführung der Prozesse unterstützt werden können.

Das zweite Kriterium ist die *datenbasierte Entscheidungsfindung*, welche bewertet, in welcher Art und Weise die organisatorischen Entscheidungen in einem systematischen und geplanten Prozess getroffen werden – unterstützt durch nützliche und verwertbare Informationen, die sich aus der Analyse der gesammelten Daten ergeben. Das *digitale Management* umfasst die Ele-

mente, die vorhanden sein müssen, damit der Entscheidungsprozess präzise, objektiv und effizient durchgeführt wird. Es wird beurteilt, in welchem Umfang das Management strategische Entscheidungen für die Prozessausgestaltung und für mögliche Prozesstechnologien mithilfe von Prozesssimulationen und sämtlichen zur Verfügung stehenden Informationen trifft. Dadurch wird wiederum die Entwicklung einer informationsgestützten Kultur und ein angemessenes Management gefördert.

Digitales Geschäftsprozessmanagement: Bei der Beurteilung des digitalen Geschäftsprozessmanagements wird erfasst, inwieweit bereits eine Digitalisierung umgesetzt wurde und demnach neue Maßnahmen zur Optimierung der Geschäftsprozesse angewandt werden. Ein zusätzliches Ziel im Rahmen der Digitalisierung ist es, dass die Prozessschritte die Anforderungen sämtlicher Technologien und Digitalisierungswerkzeuge erfüllen, sodass diese agil und schnell in die Prozesse integriert werden können. Dazu ist eine hohe Transparenz der Prozesse wesentlich. Diese wird durch Prozessbeschreibungen nach den Grundsätzen der ordnungsgemäßen Modellierung (GoM) oder durch Process Mapping geschaffen, sodass alle Prozesse detailliert dokumentiert sind. Zur besseren Anwendung und Optimierung ist auch die Dokumentation zu digitalisieren.

Im Rahmen des digitalen Geschäftsprozessmanagements sind häufig Entscheidungen über Anpassungen der einzelnen Prozessschritte oder einzelner Maschinen, Systeme oder Technologien notwendig. Diese werden bei einem digitalen Geschäftsprozessmanagement durch *Prozesssimulationen* unterstützt, sodass optimale Prozesskonfigurationen identifiziert werden können. Sind demnach einfache Anpassungen der Konfiguration von Systemen und Maschinen vorzunehmen, werden diese bei digitalen Geschäftsprozessen hoher Reife autonom im Anschluss an die Simulation an die betroffenen Systeme weitergeleitet und möglichst autonom umgesetzt. Aufgrund steigender Komplexität in der VUCA-Welt ist die *Prozessqualität* von hoher Relevanz und schlechte Prozesse sind zu eliminieren (Dirks 2015). Die Qualität geht mit der Standardisierung der Prozesse einher, die ebenfalls die Komplexität reduziert. Außerdem ist die End-to-End-Prozessausgestaltung qualitätsrelevant. Sind sämtliche Prozesse durchgängig gestaltet, treten keine Fehler und Schnittstellenprobleme auf. Auch der Automatisierungsgrad, d.h. der Anteil der automatisierten Prozessschritte, ist ein Attribut der Prozessqualität und wird daher zur Reifebeurteilung betrachtet. Zwar bedeutet ein automatisierter Prozess nicht zwangsläufig, dass dieser auch in gleichem Maß digital ist, jedoch ist von einer hohen Korrelation auszugehen, sodass die Automatisierung auch als Indikator für die Digitalisierung zu sehen ist (Appelfeller u. Feldmann 2018). So ist bei einem vollautomatisierten Prozess, dessen Prozessschritte zu 100 % automatisiert ausgeführt werden, die Anforderung erfüllt, dass sämtliche Prozessdaten auch in digitaler Form vorliegen.

Change Management: Zur Beurteilung der digitalen Reife der Geschäftsprozesse ist auch zu bewerten, inwieweit die digitale Transformation auch im Rahmen der *Kultur* und bei den *Menschen* umgesetzt wird. Daher ist ein Change Management zu erwarten, welches die Maßnahmen zur Anpassung an die digitalen Prozesse fördert. Mitarbeiter tragen im Unternehmen die digitale Transformation mit und haben eine zentrale Rolle in den Veränderungsprozessen (Spath et al. 2013).

Um Frustration und Überforderung bei den Mitarbeitern zu vermeiden und die Akzeptanz der digitalisierten Prozesse zu erhöhen, sollten die Prozessbeteiligten frühzeitig eingebunden und ihr Knowhow für die Ausgestaltung und das Vorgehen berücksichtigt werden. Ansonsten entsteht häufig das Gefühl, dass das Unternehmen sich so ausrichtet, dass die Mitarbeiter zukünftig nicht mehr benötigt, ihre Kompetenzen nicht wahrgenommen und Maschinen und Systeme als effektiver empfunden würden. Im Kern geht es nicht nur um Akzeptanz, sondern auch um die Qualität des Prozesses sowie der Ergebnisse. Neben einer rechtzeitigen Einbindung ermöglicht der Aufbau von digitalen *Kompetenzen* der Prozessbeteiligten, dass diese den Changeprozess zur Digitalisierung aktiv unterstützen. Dabei handelt es sich um Anpassungen der erforderlichen Kompetenzen und inwieweit Unternehmen diese vermitteln können. Daher ist bei der Rekrutierung neuer Mitarbeiter darauf zu achten, dass diese eine digitale Affinität aufweisen sowie die bestehenden Prozessbeteiligten weitergebildet und stetig über den aktuellen Stand informiert werden. Zudem ist interne Expertise zur Thematik der Digitalisierung aufzubauen, damit keine Abhängigkeit von externen Beratern besteht.

Ein weiterer Reifegradindikator der Sub-Dimension ist die *digitale Kultur* im Unternehmen. Es ist eine Anpassung der Kultur an die Prozessdigitalisierung anzustreben und vom Management aktiv vorzuleben, die etwa eine konstruktive Fehlerkultur erlaubt, um eine schnellere und agilere Ausführung und Entwicklung zu unterstützen.

EVALUATION

Evaluation des Entwicklungsprozesses

Die Anforderungen an die Entwicklung eines Reifegradmodells nach *Becker et al. 2009a*, welche im Wesentlichen auf den Leitlinien der Design Science Research nach *Hevner et al. 2004* basieren, bilden den konzeptionellen Bezugsrahmen für den ersten Evaluations-schritt. Damit wird das *Vorgehen* der Reifegradmodellentwicklung evaluiert. Diese Anforderungen sind überwiegend dichotom bewertbar:

Bewertung Anforderung 1: Der notwendige *Abgleich mit existierenden Reifegradmodellen* wurde umfassend mit einer systematischen Literaturanalyse durchgeführt.

Bewertung Anforderung 2: Das *iterative Vorgehen* wurde im Rahmen der Modellentwicklung erfüllt, indem ein Top Down-Vorgehen zur Konzeption der Reifegradstufen und der Dimensionen bzw. Sub-Dimensionen angewandt wurde.

Bewertung Anforderung 3: Die *Evaluation* des Modells wird ex post durchgeführt, sodass diese Anforderung ebenfalls als erfüllt zu bewerten ist.

Bewertung Anforderung 4: Die Anforderung des *multimethodischen Vorgehens* bei der Entwicklung von Reifegradmodellen wird durch die unterschiedlichen Methoden bei der systematischen Literaturanalyse, der zusätzlichen exemplarischen Anwendung des Modells zur Evaluation und der Ableitung weiterer Anhaltspunkte zur Weiterentwicklung des Modells erfüllt.

Bewertung Anforderung 5: Die *Problemrelevanz* und damit die Notwendigkeit des Modells wurde umfassend expliziert.

Bewertung Anforderung 6: Das *definierte Problem* wurde mithilfe einer explorativen Literatursuche identifiziert und durch die SLA bestätigt.

Bewertung Anforderung 7: Die *adressatengerechte Bereitstellung des Modells* wurde durch die detaillierte Erläuterung der Reifegradstufen, Dimensionen, Sub-Dimensionen und Reifegradindikatoren erfüllt. Darüber hinaus wurde zur effizienten Anwendung des Modells in der Unternehmenspraxis ein Excel-basiertes Selbstbewertungssystem einschließlich eines adressatengerechten Fragebogens zur Datenerhebung entwickelt.

Bewertung Anforderung 8: Auch die Anforderung der *wissenschaftlichen Dokumentation* über den gesamten Entwicklungsprozess ist erfüllt.

Somit werden sämtliche Anforderungen der Reifegradmodellentwicklung erfüllt, sodass der Entwicklungsprozess als wissenschaftlich fundiert zu bewerten ist.

Evaluation des Entwicklungsergebnisses

Die Ergebnisevaluation fokussiert die Kriterien *Relevanz* des Themas, *Verständlichkeit* des Modells, *Vollständigkeit* der Dimensionen, *Konsistenz* der Ausprägungen pro Dimension und die *Nützlichkeit* des Reifegradmodells. Zur Fundierung der Evaluation wurden drei Akteure aus einem Anwenderunternehmen des Industriesektors mithilfe des Excel-basierten Selbstbewertungssystems befragt, sodass eine erste Evaluation im Feld vorliegt.

Abbildung 3 zeigt einen Auszug aus dem Fragebogen für die Sub-Dimension *Technologie* durch die Bewertung der beiden Reifegradindikatoren *Technologiebasis* und *Prozesstechnologien*. Damit erfolgt die Bewertung der Geschäftsprozesse für die einzelnen Reifegradindikatoren auf den Stufen 1 bis 5. Durch die Aggregation dieser Bewertungen kann der Reifegrad auf Ebene der einzelnen Sub-Dimensionen ermittelt werden, indem die kleinste Stufe der zugehörigen Reifegradindikatoren als Ergebnis gewertet wird. So wird eine pessimistische Bewertung des Reifegrades erzielt, um in der Praxis eine Sicherstellung der Digitalisierung sämtlicher Bereiche anzustreben. Würde hingegen die höchste Stufe der Reifegradindikatoren zur Aggregation verwendet werden, können vereinzelt Digitalisierungslücken im Unternehmen entstehen. Anschließend werden sowohl der Median der beschriebenen drei Sub-Dimensionen zur Bestimmung der Reifegrade der einzelnen Dimensionen als auch der Median dieser Dimensionen zur Ermittlung

des Gesamtreifegrades verwendet. Abbildung 4 verdeutlicht diese Bewertung für den Evaluationsfall. Dabei kann der Reifegrad der Sub-Dimensionen auch einem Soll-Reifegrad gegenübergestellt werden, um bestehende Digitalisierungslücken transparent zu machen.

Die Evaluation durch Befragung der Unternehmensakteure als Anwender des Reifegradmodells liefert konvergierende Ergebnisse bezüglich der Evaluationskriterien:

- **Relevanz des Themas:** hochrelevant
- **Verständlichkeit:** sehr gut
- **Vollständigkeit:** sehr gut
- **Nützlichkeit zur Bestimmung Ist- & Soll-Position:** sehr gut
- **Nützlichkeit des Selbstbewertungssystems:** sehr gut
- **Nützlichkeit für Maßnahmenableitung:** nicht optimal.

		Answahrscheinlichkeit		
		Trifft zu	Trifft nicht zu	
8	1. Technologiebasis	3		
9	<i>Welchen Digitalisierungsgrad haben die In- und Outputkanäle der Prozesse?</i>			
10	Sämtliche In- und Outputkanäle sind analog bzw. papierbasiert.	1	1	
11	Vereinzelt sind die In- und Outputkanäle der Kernprozesse digital und nicht ausschließlich analog.	2	2	
12	Die In- und Outputkanäle der Kernprozesse sind innerhalb des Unternehmens auf digitaler Basis.	3	3	
13	Sämtliche In- und Outputkanäle aller unternehmensinternen Prozesse sind auf digitaler Basis.	4	4	
14	Sämtliche In- und Outputkanäle aller Prozesse auch über Unternehmensgrenzen hinweg sind auf digitaler Basis, sodass der Austausch mit Kunden und Lieferanten digitalisiert stattfinden kann.	5	5	
15				
16	2. Prozesstechnologien	3		
17	<i>In welchem Umfang werden Digitalisierungstechnologien zur Unterstützung der Prozessausführung eingesetzt?</i>			
18	Es werden keinerlei Technologien zur Prozessdigitalisierung eingesetzt.	1	6	
19	Es werden einfache Technologien in einzelnen Prozessabschnitten eingesetzt.	2	7	
20	Es werden einfache Technologien zur Prozessdigitalisierung in sämtlichen Geschäftsprozessen angewandt.	3	8	
21	Es werden effiziente und umfassende Digitalisierungstechnologien für sämtliche Prozesse im Unternehmen eingesetzt, z.B. werden RPA zur Automatisierung der Prozesse und/oder smarte Maschinen und Systeme eingesetzt.	4	9	
22	Umfassende Prozesstechnologien werden auch über Unternehmensgrenzen hinweg integriert zur Erreichung eines hohen Digitalisierungs- und Automatisierungsgrades, sodass Prozesse durch die Verknüpfung mit anderen Systemen und Zugriff auf sämtliche digitale Daten autonom ausgeführt werden können.	5	10	

Abbildung 3: Auszug aus dem Fragebogen zur Selbstbewertung des Digitalisierungsgrades

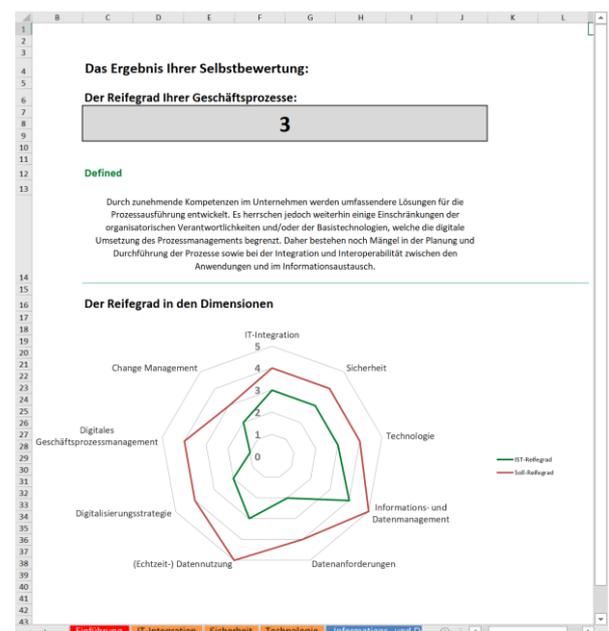


Abbildung 4: Ergebnis der Selbstbewertung im Excel-basierten Selbstbewertungssystem

AUSBLICK

Abschließend ist ein Ausblick auf weiterführenden Forschungsbedarf der Thematik zu geben. Dabei stellt zunächst die zu vertiefende Analyse der einzelnen Handlungsfelder der Digitalisierung im erstellten Reifegradmodell einen weiterführenden Forschungsbedarf dar. Aufgrund der angestrebten Offenheit und Flexibilität der explorativen Methodik im Umgang mit dem bislang oberflächlich behandelten Forschungsfeld wurde das entwickelte Modell auf eine qualitative Inhaltsanalyse gestützt. Ein Ansatzpunkt zum Erkenntnisfortschritt bietet eine anschließende qualitative Absicherung, etwa durch Experteninterviews. Ergänzend dazu kann die Anwendung und Evaluation des Modells auf weitere Unternehmen ausgeweitet werden. Mithilfe von Forschungsfallstudien kann potenziell eine weitere Absicherung der Ergebnisse erzielt werden.

Im Rahmen der Evaluation konnte festgestellt werden, dass die einzelnen Elemente des Reifegradmodells nicht für alle Unternehmen von gleichwertiger Bedeutung sind. Die Relevanz einzelner Elemente kann beispielsweise vom Sektor, der Branche oder der Unternehmensgröße abhängig sein, womit ein weiteres Untersuchungsfeld gebildet wird. Außerdem wurde bereits durch die Bewertung der Anwender deutlich, dass weiterführender Gestaltungsbedarf in der detaillierten Definition von einzelnen Digitalisierungszielen für Geschäftsprozesse sowie von Handlungsempfehlungen gesehen wird, welche die Erreichung der nächsthöheren Stufe im Reifegradmodell operationalisieren.

Darüber hinaus ist das konzipierte Modell langfristig um eine ökonomische Bewertung der Geschäftsprozesse zu ergänzen. Infolgedessen sollten Investitionsentscheidungen hinsichtlich der Prozessdigitalisierung situativ mithilfe von quantitativ-monetären Verfahren fundiert werden. Hierzu bieten sich die Nutzung der etablierten Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung an, die um spezifische Methoden des Prozessmanagements zu ergänzen sind, wie z. B. die Prozesssimulation.

Darüber hinaus gibt es auch bezüglich der Methodik weiteren Forschungsbedarf. Zwar existieren bereits Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Reifegradmodellen, die auch im Rahmen dieses Beitrags zugrunde gelegt wurden, indes stehen auch weitere Entwicklungsstrategien zur Verfügung (Becker et al. 2009a). Damit stellt sich die Frage, welche Strategien zur Weiterentwicklung von Reifegradmodellen, zum Transfer einzelner Modellinhalte oder zur Kombination verschiedener Modelle einzusetzen sind.

Insgesamt liefert das hier vorgestellte Modell einen methodisch fundierten Bezugsrahmen für die Bewertung der digitalen Reife von Geschäftsprozessen und kann zur Deckung des identifizierten Forschungsbedarfs weiterentwickelt werden.

LITERATUR

Akdil K.Y.; Ustundag A.; Cevikcan E. (2018): Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy. In: Industry 4.0: Managing the Digital Transformation.

Springer Series in Advanced Manufacturing. Cham. Springer. S. 61-94

Anderl, R., Picard, A., Wang, Y., Fleischer, J., Dosch, S., Klee, B., & Bauer, J. (2015): Leitfaden Industrie 4.0. Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand. In VDMA Forum Industrie, Band. 4. Verfügbar unter:

https://www.vdmashop.de/refs/VDMA_Leitfaden_I40_neu.pdf. [Zugriff am 29.06.2019]

Appelfeller, W. u. Feldmann, C. (2018): Die digitale Transformation des Unternehmens. Systematischer Leitfaden mit zehn Elementen zur Strukturierung und Reifegradmessung Berlin, Heidelberg. Springer Verlag

Association for Information Systems (2011): Senior Scholars' Basket of Journals. Verfügbar unter: von <http://aisnet.org/?SeniorScholarBasket> [Zugriff am 21.06.2019]

Basl, J. (2018): Analysis of Industry 4.0 Readiness Indexes and Maturity Models and Proposal of the Dimension for Enterprise Information Systems. In: Tjoa, A. M.; Raffai, M.; Doucek, P.; Novak, N. M. (2018): Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems. Cham. Springer International Publishing. S. 57-68

Becker, J.; Knackstedt, R.; Pöppelbuß, J. (2009a): Entwicklung von Reifegradmodellen für das IT-Management. Vorgehensmodell und praktische Anwendung. In: Wirtschaftsinformatik, 51. Jg. (2009), Heft 3. Münster. S. 249 – 260

Becker, J.; Mathas, C.; Winkelmann, A. (2009b): Geschäftsprozessmanagement. Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg

Becker, M. (2012): Hinweise zur Anfertigung eines Literature-Reviews. Verfügbar unter: <http://www.caterdev.de/2012/05/30/hinweise-zur-anfertigung-einesliteratur-reviews/>. [Zugriff am 25.07.2019]

Becker, T. u. Knop, C. (2015): Digitales Neuland. Warum Deutschlands Manager jetzt Revolutionäre werden. Wiesbaden. Springer Gabler Wiesbaden

Bensberg, F.; Auth, G.; Czarnecki, C.; Wörndle, C. (2018): Transforming literature-intensive research processes through text analytics – design, implementation and lessons learned, 5th International Management Information Systems Conference (IMISC), Ankara, Turkey, <https://doi.org/10.6084/m9-figureshare.7582073.v1> [Zugriff am 29.03.2020]

Bitkom e.V. (o.J.): Reifegradmodell Digitale Geschäftsprozesse. Verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Themen/Technologien-Software/Digital-Office/Reifegradmodell-Digitale-Geschaeftsprozesse.html> [Zugriff am 03.08.2019]

Botzkowski, T. (2017). Digitale Transformation von Geschäftsmodellen im Mittelstand. Theorie, Empirie und Handlungsempfehlungen. Wiesbaden. Springer Gabler Wiesbaden

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2013): Mittelstand-Digital IKT-Anwendungen in der Wirtschaft. Berlin. Verfügbar unter:

- <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Mittelstand/mittelstand-digital-broschuere.html> [Zugriff am 15.07.2019]
- Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H.; Fornasiero, R. (2017): Collaboration in a Data-Rich World. 18th IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises, PRO-VE 2017, Vicenza, Italy, September 18-20, 2017, Proceedings. Springer International Publishing
- Cooper, H.M. (1988): Organizing Knowledge Syntheses: A Taxonomy of Literature Reviews. Knowledge in Society, Carlifonien, Beverly Hills. Sage
- Czarnecki, C; Auth, G.; Bensberg, F. (2019): Die Rolle von Softwarerobotern für die zukünftige Arbeitswelt. In: HMD, Band 56, S. 795-808
- De Bruin, T.; Freeze, R.; Kulkarni, U. u. Rosemann, M. (2005): Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. 16th Australasian Conference on Information Systems. Sydney, 29. November 2005. ACIS 2005 Proceedings, Heft 109. Sydney: ACIS 2005 Proceedings. Verfügbar unter: <https://pdfs.semanticscholar.org/c00f/91faf37a75823a5baca7415a5123ac4010f8.pdf>. [Zugriff am 13.08.2019]
- Dirks, T. (2015): Vortrag. Ehemaliger CEO Telefónica Deutschland. Berlin. SZ-Wirtschaftsgipfel [19.11.2015]
- Drewer, P.; Schmitz, D. (2017): Terminologiemanagement – Grundlagen, Methoden, Werkzeuge. Berlin. Springer Vieweg
- Ensinger, A.; Fischer, P.; Früh, F.; Halstenbach, V.; Hüsing, C. (2016): Digitale Prozesse. Begriffsabgrenzung und thematische Einordnung. Bitkom e.V.. Verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/sites/.../160803-Whitepaper-Digitale-Prozesse.pdf> [Zugriff am 21.07.2019]
- Fettke, P. (2006): State-of-the-Art des State-of-the-Art. Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. In: WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Heft 48. S. 257–266
- Hain, S. u. Back, A. (2011): Towards a Maturity Model for E-Collaboration - A Design Science Research Approach. 44th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2011). Kauai, HI, 04.01.2011 - 07.01.2011. IEEE
- Hecht, S. (2014): Ein Reifegradmodell für die Bewertung und Verbesserung von Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement. Wiesbaden. Springer Fachmedien Wiesbaden
- Hess, T.; Matt, C.; Benlian, A.; Wiesböck, F. (2016): Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. In: MIS Quarterly Executive, Band 15, Nr. 2. S. 123-139
- Hevner, A. R.; March, S. T.; Park, J.; Ram, S. (2004): Design Science in Information System Research. In: MIS Quarterly Executive, Band 28, Nr. 1. S. 75-101. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/201168946_Design_Science_in_Information_Systems_Research [Zugriff am 15.08.2019]
- Kamprath, N. (2011): Einsatz von Reifegradmodellen im Prozessmanagement. In: HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik. Band 48, Nr. 6. Springer Fachmedien Wiesbaden. S. 99-102
- Kleemann, F.C. u. Glas, A.H (2017): Einkauf 4.0. Digitale Transformation der Beschaffung. Wiesbaden. Springer Gabler Wiesbaden
- Koch, V.; Kluge, S.; Geissbauer, R; Schrauf, S. (2014): Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. Verfügbar unter: <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf> [Zugriff am 16.07.2019]
- Kollmann, T. (2016): Digitaler Wandel - wir können das! So muss Deutschland den digitalen Wandel angehen. In: manager magazin 2016. Verfügbar unter: <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/artikel/digitalisierung-so-muss-deutschland-den-digitalen-wandel-angehen-a-1074696-3.html> [Zugriff am 28.08.2019]
- Lichtblau, K.; Stich, V.; Bertenrath, R.; Blum, M.; Bleider, M.; Millack, A.; Schmitt, K.; Schmitz, E.; Schröter, M. (2015): Industrie 4.0 Readiness. Unter Mitarbeit von Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik. Aachen, Köln. In: Impuls, Oktober 2015
- Lödding, H.; Riedel, R.; Thoben, K. D.; von Cieminski, G.; Kiritsis, D. (2017): Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing. Cham. Springer International Publishing
- March, S. T. u. Smith, G. F. (1995): Design and natural science research on information technology. In: Decision Support System, Heft 1995. S. 251-266
- Margherita, A. u. Petti, C. (2010): ICT-enabled and process-based change: an integrative roadmap. In: Business Process Management Journal, Band 16, Nr. 3. Emerald Group Publishing Limited. S. 473-491
- Mettler, T.; Rohner, P.; Winter, R. (2010): Towards a classification of maturity models in information systems. In: D'Atri, A.; De Marco, M.; Braccini, A.M.; Cabiddu, F. (Hrsg.): Management of the interconnected world – The Italian Association for Information Systems. Heidelberg. Physica. S. 333-340
- Röglinger, M. u. Kamprath, N. (2012): Prozessverbesserung mit Reifegradmodellen – Eine Analyse ökonomischer Zusammenhänge. Diskussionspapier WI-298. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Heft 82, Nr. 5. Verfügbar unter: <https://www.fim-rc.de/Paperbibliothek/Veroeffentlicht/298/wi-298.pdf>. [Zugriff am 11.07.2019]
- Sames; G. u. Dinges; A. (2018): Stand der Digitalisierung von Geschäftsprozessen zu Industrie 4.0 im Mittelstand. Ergebnisse einer Umfrage bei Unternehmen. In: THM-Hochschulschriften, Band 9. Gießen
- Sanchez-Puchol, F. u. Pastor-Collado, J.A. (2017): Focus Area Maturity Models: A Comparative Review. In: Themistocleous, M. und Morabito, V (Hrsg.): Information Systems. EMCIS 2017. Lecture Notes in Business Information Processing, Band

299. Cham. Springer International Publishing. S. 531-544
- Scheer Consulting (2014): Industrie 4.0. Die Innovation liegt in den Prozessen. Vortrag: Process2People Tour 2014. Tübingen. Verfügbar unter: <https://docplayer.org/736427-Process2people-tour-2014-tuebingen-03-07-2014-industrie-4-0-die-innovation-liegt-in-den-prozessen.html> [Zugriff am 28.08.2019]
- Sondergaard, P. (2011): Vortrag bei der Gartner Symposium/ITxpo im Oktober 2011 des Senior Vice President der Gartner Inc., Orlando, Florida. Verfügbar unter: <https://www.causeweb.org/cause/resources/fun/quotes/Sondergaard-on-Data-Analytics> [Zugriff am 21.07.2019]
- Spath, D.; Ganschar, O.; Gerlach, S.; Hämmerle, M.; Krause, T.; Schlund, S. (2013): Kompetenz- und Reifegradmodelle für das Projektmanagement. Studie des Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
- swisscom (2016): Die digitale Transformation von Geschäftsprozessen. Erfolgsfaktoren und Empfehlungen für die Umsetzung. Verfügbar unter: <documents.swisscom.com/.../transformation-geschaeftsprozesse-de.pdf> [Zugriff am 11.06.2019]
- van der Aalst, W.M.P. (2009): Process-Aware Information Systems: Lessons to Be Learned from Process Mining. In: Jensen, K., van der Aalst, W.M.P. (Hrsg.): Transactions on Petri Nets and Other Models of Concurrency II. Lecture Notes in Computer Science, Band 5460. Berlin, Heidelberg. Springer
- Webster, J. u. Watson, R. (2002): Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 02/2002. S. XIII–XXIII
- Wiegand, B. (2018): Der Weg aus der Digitalisierungsfalle. Wiesbaden. Springer Fachmedien Wiesbaden
- Wolf, T. u. Strohschen, J.H. (2018): Digitalisierung: Definition und Reife. Quantitative Bewertung der digitalen Reife. In: Informatik Spektrum, Band 41, Nr. 1. S. 56-64
- Zehbold, C. (2018): Product Lifecycle Management (PLM) im Kontext von Industrie 4.0. In: Fend, L.; Hofmann, J. (Hrsg.): Digitalisierung in Industrie-, Handels- und Dienstleistungsunternehmen. Wiesbaden. Springer Fachmedien Wiesbaden. S. 69-90

