WILHELM BÜCHNER HOCHSCHULE

Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle

Eine Analyse aus der Literatur mit beispielhafter Anwendung der Ergebnisse

René Kumpf, Rüdiger Breitschwerdt, Helge Nuhn

Schriftenreihe
der Wilhelm Büchner Hochschule

Band 11 / 2024

René Kumpf, Rüdiger Breitschwerdt, Helge Nuhn

Schriftenreihe der Wilhelm Büchner Hochschule

Herausgeber:
Forschungsausschuss der Wilhelm Büchner Hochschule
29.02.2024

Impressum

ISSN (Online) 2751-0514

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

©Wilhelm Büchner Hochschule Darmstadt 2024

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Werden Personenbezeichnungen aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur in der männlichen oder weiblichen Form verwendet, so schließt dies das jeweils andere Geschlecht mit ein.

Herausgeber: Forschungsausschuss der Wilhelm Büchner Hochschule
Layout und Satz: Philipp Thißen
Projektkoordination: Prof. Dr. Klaus Fischer

E-Mail: Forschung@wb-fernstudium.de

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle

eine Analyse aus der Literatur mit beispielhafter Anwendung der Ergebnisse

René Kumpf, Rüdiger Breitschwerdt, Helge Nuhn

Zusammenfassung:
Reifegradmodelle stellen ein stufenbasiertes Entwicklungsmodell zu einem bestimmten Objekt wie z.B. Prozess, System oder Software dar. Damit eine Reifegradstufe erreicht werden kann, müssen deren spezifizierte Merkmale erfüllt sein. Der Reifegrad repräsentiert dabei den Entwicklungsstand zu einem bestimmten Zeitpunkt. Mit Hilfe eines Reifegradmodells lässt sich die aktuelle Reife eines Unternehmens ermitteln, so kann beispielsweise ein Vergleich mit Mitbewerbern durchgeführt werden. Wegen ihrer Popularität existiert eine Vielzahl von Reifegradmodellen für die unterschiedlichsten Domänen. Daher sind Reifegradmodelle oftmals zu allgemein beschrieben oder auf das Betrachtungsobjekt beschränkt.

Somit stellt sich die Frage nach einer Bewertung von Reifegradmodellen. Das Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, auf Basis einer Literaturanalyse Evaluationskriterien für IT-Reifegrademodelle zu ermitteln. Dabei konnten insgesamt neun Evaluationskriterien wie eine durchgeführte Evaluation, grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten, Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung, Richtlinien zur Reifegradentwicklung, Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model, Gütekriterien, spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung, Dokumentation von Reifegradmodellen, sowie Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen identifiziert werden. Zum Nachweis wurde eine Prüfung und Bewertung anhand der Evaluationskriterien für drei IT-Reifegradmodelle durchgeführt.

Keywords:
Reifegradmodell, IT, Evaluationsmethoden, Evaluationskriterium, Vorgehensmodell, Bewertung

Abstract:

Maturity models are used to show the stage-by-stage development of a given object such as a process, a system, or software. Each stage is defined by specific characteristics which are required for this particular maturity level. It shows how far development has progressed at this point. A maturity model can determine how well a company is currently set up and allows a comparison with competitors, for example. Due to their popularity there are many different maturity models designed for very different fields. In consequence their description is often too superficial or else limited to one specific subject.

Thus the question arises: how to assess maturity models? This paper aims to determine evaluation criteria for IT maturity models by analyzing the available literature. A total of nine evaluation criteria were determined, namely a completed evaluation, fundamental structure regarding components, the principles of correct modelling, guidelines for the development of maturity levels, criteria derived from the IS-Success Model, quality criteria, specific evaluation criteria based on given requirements or problems, the documentation of maturity models, as well as quality and evaluation criteria for maturity models. In order to verify the determined evaluation criteria, they were applied to three IT maturity models.

Keywords:

maturity models, IT, evaluation methods, evaluation criteria, process model assessment

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1
1.1 Darstellung des Themas und Motivation 1
1.2 Problemdefinition und Zielsetzung 1
1.3 Aufbau des Beitrags 2
2 Literaturrecherche 4
3 Literaturauswertung 6
3.1 Begriffliche Grundlagen 6
3.1.1 Der Modellbegriff 6
3.1.2 Referenzmodell 8
3.1.3 Reife 12
3.2 Reifegradmodell 14
3.2.1 Historischer Bezug zur Reifegradmodellen 14
3.2.2 Komponenten und Typen von Reifegradmodellen 28
3.2.3 Methoden zur Ermittlung von Reifegraden 31
3.3 Ergebnisse im Hinblick auf Evaluationskriterien 35
3.3.1 Grundlagen einer Evaluation 35
3.3.2 Evaluationsmethoden 36
3.3.3 Evaluationskriterien 36
4 Diskussion der Methodik und Ergebnisse 48
4.1 Bewertungskatalog 49
4.2 Durchführung der Prüfung anhand der Evaluationskriterien 50
4.2.1 Überprüfung der Evaluationskriterien des IT-Reifegradmodells von Große-Schwiep et al. 50
4.2.2 Überprüfung der Evaluationskriterien des IT-Reifegradmodells von Hecht 52
4.2.3 Überprüfung der Evaluationskriterien des IT-Reifegradmodells von Bitkom 53
4.3 Ergebnis der Prüfung 57
4.4 Möglicher Anpassungsbedarf der Evaluationskriterien 58
5 Zusammenfassung und Ausblick 62
Literaturverzeichnis 64
Anhang 70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau des Beitrags 3
Abbildung 2: Abhängigkeit der Modellarten 6
Abbildung 3: Bestandteile eines Modells gemäß Schütte (eigene Darstellung) 7
Abbildung 4: Referenzmodellkonstruktion angelehnt an Becker & Knackstedt 10
Abbildung 5: Gleichgewichtsverhältnis Qualität zu Anpassungsbedarf 11
Abbildung 6: Stufenförmige Darstellung von Reife einer Organisation (Mettler, 2010:50) 13
Abbildung 7: Stufenmodell nach Nolan 14
Abbildung 8: The Five Levels of Software Process Maturity angelehnt an Paulk et al. 18
Abbildung 9: Darstellung Maturity Level und dessen Aufbau 21
Abbildung 10: Struktur des CMM (Fraser et al., 2002) 21
Abbildung 11: Differenzierung von spezifischen und generischen Zielen des CMMI in Anlehnung an CMMI Product Team 23
Abbildung 12: Darstellung der Fähigkeits- und Reifegrade angelehnt an (CMMI Product Team, 2011:34) 25
Abbildung 13: Darstellung der Bewertung von Reife- und Fähigkeitsgraden 27
Abbildung 14: Vereinfachtes Metamodell eines Reifegradmodells in Anlehnung an Ahlemann 29
Abbildung 15: Bewertungsstrategie einer Organisation angelehnt an Bitterli nach Akkasoglu 34
Abbildung 16: Gliederung von Evaluationsmethoden nach Fettke & Loos 36
Abbildung 17: Individuelle und organisationale Betrachtungsebenen im IS-Success Model (Delone & McLean, 2003:12) 41
Abbildung 18: IS-Success Model (Delone & McLean, 2003:24) 42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suchergebnis auf Google Scholar 4
Tabelle 2: Suchergebnis SpringerLink 4
Tabelle 3: Merkmale von Referenzmodellen in Anlehnung an Mettler 9
Tabelle 4: Reifedarstellung von Prozessen angelehnt an Mettler und Paulk et al. 12
Tabelle 5: Stufenmodell mit Charakteristika nach Nolan, Teubner und Nolan & Koot 15
Tabelle 6: Stufen des Quality Management Maturity Grid nach Paulk (2009) 16
Tabelle 7: Bewertungskriterien des Quality Management Maturity Grid nach Paulk (2009) .. 16
Tabelle 8: Matrix des Quality Management Grid 17
Tabelle 9: Charakteristika der Reifegradstufen des CMM gemäß Paulk (1994) 18
Tabelle 10: KPAs des CMM gemäß Paulk (1994) und Sarshar et al. 19
Tabelle 11: Common Features des CMM nach Paulk (1994) 22
Tabelle 12: Generische Ziele und Prozessfortschritt gemäß CMMI Product Team 24
Tabelle 13: Gegenüberstellung der Fähigkeits- und Reifegrade im CMMI 26
Tabelle 14: Zusammenhang Fähigkeitsgrade und generische Ziele nach Schleinzer 26
Tabelle 15: Zuordnungen des CMMI V2.0 (Kernpraxisbereiche/Core Practice) angelehnt an Balla et al. (2020:8) 28
Tabelle 16: Requirements der Klassen A, B und C gemäß SCAMPI Upgrade Team (2006) 32
Tabelle 17: Gliederung der SCMAPI-Methode angelehnt an SCAMPI Upgrade Team (2011) 33
Tabelle 18: Mögliche Struktur eines Evaluationsvorhabens in Anlehnung an Hecht 39
Tabelle 19: Evaluationskriterien auf Basis der GoM nach Mettler 40
Tabelle 20: Darstellung der Ausprägung für die Bewertung 48
Tabelle 21: Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle 49
Tabelle 22: Zur Überprüfung ausgewählte IT-Reifegradmodelle 50
Tabelle 23: Ergebnisse der Evaluationskriterien auf das IT-Reifegradmodells v. Große-Schwiep 51
Tabelle 24: Ergebnisse der Evaluationskriterien auf das IT-Reifegradmodells von Hecht 52
Tabelle 25: Ergebnisse der Evaluationskriterien auf das IT-Reifegradmodells von Bitkom ... 54
Tabelle 26: Ergebnisse der Prüfung in Bezug auf die Evaluationskriterien 57
Tabelle 27: Übersicht Publikationen aus der Literaturrecherche 70

Abkürzungen

ACR	Appraisal Requirements for CMMI
CMM	Capability Maturity Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
DAOMI	Digital Analytics & Optimization Maturity Index
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
ERM	Entity-Relationship-Modell
ERP	Enterprise Resource Planning
GG	Generic Goal
GoM	Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IS	Informationssystemen
ISO	Internationale Organisation für Normung
KHZG	Krankenhauszukunftsgesetzes
KPA	Key Process Areas
QMMG	Quality Management Maturity Grid
SCAMPI	Appraisal Method for Process Improvement
SEI	Software Engineering Institute
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination
VbE	Value-based Engineering
WI	Wirtschaftsinformatik

1 Einleitung

Ziel des einführenden Kapitels ist die Darstellung des Themas sowie dessen Problemdefinition und des damit verbunden Zieles. Das Kapitel endet mit der Darstellung des Aufbaus der vorliegenden Arbeit.

1.1 Darstellung des Themas und Motivation

Mit Hilfe von Reifegradmodellen kann die Arbeitsweise von Unternehmen oder Projekten bewertet, gemessen und verglichen werden. Dabei dienen sie zur systematischen Identifikation von Stärken und Schwächen, sowie zur Identifikation von Verbesserungspotentialen. Anhand von Reifegradmodellen wird das zu bewertende Objekt in verschiedene Stufen eingeteilt. Das Objekt kann ein Unternehmen, ein Unternehmensbereich, ein Prozess oder auch eine Software sein. Ein Reifegradmodell ist hierarchisch aufgebaut und besteht aus mehreren aufeinander folgenden Stufen. Die jeweiligen Stufen werden durch Merkmale festgelegt, die notwendig sind, um eine Stufe zu erreichen. Das Erreichen einer Stufe ist kumulativ zu sehen, d.h. eine höhere Stufe beinhaltet alle Merkmale der darunter liegenden Stufen. Eine wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung eines Reifegradmodells liegt in der angemessenen Wahl der Komplexität, bestehend aus Stufen und Merkmalen. Ein relativ „flaches“ Modell ist zwar weniger komplex und daher einfach in der Handhabung, bildet aber die Realität oft nicht ab. Umgekehrt kann ein komplexes Modell die Realität gut abbilden, bei der Anwendung kann es jedoch zu Verständnisproblemen oder Fehleinschätzungen kommen.

Einer interessierten Öffentlichkeit wurden jüngst IT-Reifegradmodelle und deren Evaluierung bekannt im Rahmen des deutschen Krankenhauszukunftsgesetzes (KHZG) als Ausschreibung bzw. Teilnahmewettbewerb „Evaluierung des Reifegrads der Krankenhäuser hinsichtlich der Digitalisierung“ des Bundesministeriums für Gesundheit. Darüber hinaus wurden diese im vergangenen Jahrzehnt wissenschaftlich international diskutiert, insbesondere für die Domäne des Gesundheitswesens (Otto et al., 2020b; Vidal Carvalho et al., 2019; Shivers et al., 2020; Rocha, 2011) aber auch für andere, teils anwendungsbranchenübergreifend (Curley & Kenneally, 2011; Ariyadi & Dirgahayu, 2015).

1.2 Problemdefinition und Zielsetzung

Organisationen, welche weder in IT-Ressourcen investieren noch ihre zugehörigen Fähigkeiten systematisch fortentwickeln, können folglich diesbezüglich ungenügende Kapazitäten haben für Schaffung oder Erhalt von Wettbewerbspositionen (Ravichandran & Lertwongsatien, 2005:258). Die Entwicklung von „IT-bezogenen Fähigkeiten“ ist heutzutage eine, unseres Erachtens je nach Unternehmung sogar die zentrale Aufgabe.

Solche Fähigkeiten lassen sich nach Hecht in zwei Bereiche einteilen:

1. IT-Ressourcen unter Verwendung organisatorischer Prozesse nutzen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen (operative IT-bezogene Fähigkeiten), oder
2. IT-Ressourcen und die damit verbundenen organisatorischen Prozesse an veränderte Bedingungen anpassen (dynamische IT-bezogene Fähigkeiten).

Eine IT-bezogene Fähigkeit ist somit ein Multiplikator mit dem versucht wird, ein bestimmtes Ziel zu erreichen (Hecht, 2014:26). Die Ziele stehen dabei im Zusammenhang damit, einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen bzw. zu behalten. Dabei handelt es sich z.B. um Kostenreduktion, Qualitätsverbesserung oder die schnellere Markteinführung eines Produktes. Um Unternehmen bei dieser Herausforderung zu unterstützen, kommen Reifegradmodelle zum Einsatz. Dabei liefern die Modelle Ansätze für die Steigerung der Leistungsfähigkeit sowie Grundlagen für Verbesserungen bestimmter Bereiche innerhalb einer Organisation, wie de Bruin et al. zusammenfassen (de Bruin et al., 2005).

In der Literatur sind unter dem Begriff Reifegradmodell eine Vielzahl verschiedener Modelltypen zu finden, welche teilweise wissenschaftlich und teilweise aus einer Anwendungsperspektive abgeleitet wurden. Die resultierende hohe Vielfalt vorhandener Modelle führt zu Verunsicherungen bei der Modellauswahl. Objektive Qualitätskriterien für Reifegradmodelle fehlen. Das Ziel des vorliegenden Beitrags ist es, mittels einer systematischen Literaturanalyse Evaluationskriterien für IT-Reifegrademodelle zu ermitteln.

1.3 Aufbau des Beitrags

Der vorliegende Beitrag besteht aus insgesamt fünf Kapiteln. Das erste Kapitel dient als Einleitung, hierbei werden das Thema, die Problemdefinition, die Zielsetzung und der Aufbau dargestellt. In Kapitel zwei erfolgt die Darstellung des methodischen Vorgehens in Bezug auf die durchgeführte Literaturrecherche. Die Ergebnisse der Literaturrecherche werden in Kapitel drei vorgestellt. In Kapitel vier werden die Ergebnisse – die Evaluationskriterien – auf IT-Reifegradmodelle hin überprüft. Der Beitrag schließt mit dem fünften Kapitel, dem Zusammenfassung und Ausblick.

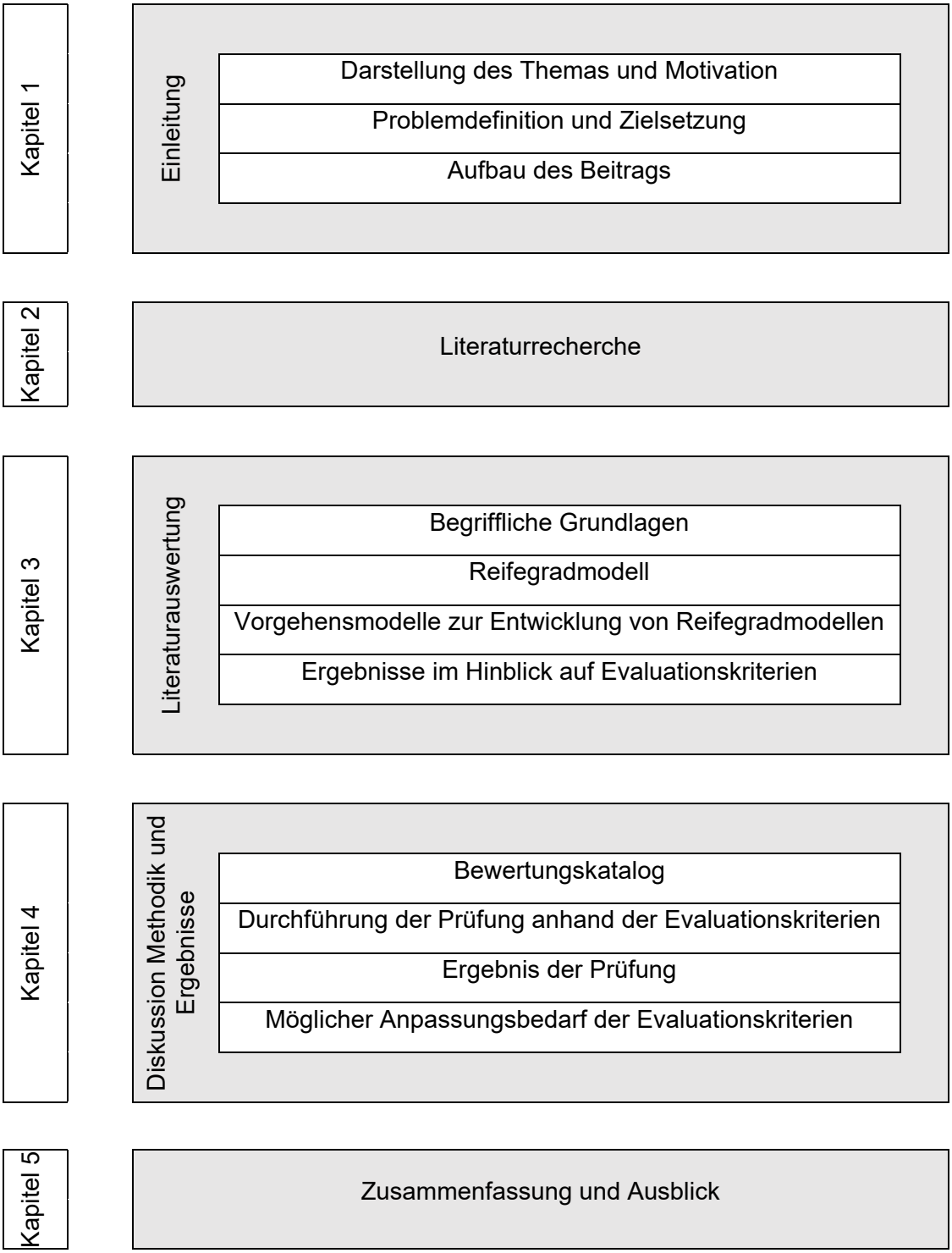


Abbildung 1: Aufbau des Beitrags

2 Literaturrecherche

Für das Review ist eine umfassende Überprüfung vorhandener Literatur in den Monaten April 2021 und Mai 2021 durchgeführt worden. Um möglichst das Thema mit relevanter Literatur abzudecken, sind die Quellen nicht auf eine Forschungsmethode, ein Zeitschriftenset oder eine geografische Region beschränkt (Webster & Watson, 2002:15). Neben der klassischen Literatur wie Bücher umfasst die Recherche daher auch Arbeitspapiere, Leitartikel, Buchkapitel, Konferenzberichte, Dissertationen und Diplomarbeiten. Aufgrund der pandemischen Lage ist die Literaturrecherche hauptsächlich auf online verfügbare Publikationen begrenzt. Die Literatursuche bezieht sich hauptsächlich auf die Online-Datenbank von Google Scholar und SpringerLink. Die Tabellen 1 und 2 zeigen Suchbegriffe, Fundstellen und nach qualitativer Analyse von Titel und Abstract ausgewählte relevante Treffer der Suche.

Tabelle 1: Suchergebnis auf Google Scholar

Online-Datenbank	Suchstring	Treffer	Potentiell relevant
Google Scholar	"intitle:"Capability Maturity Model" | "CMM"" AND (intext:standard | IT | develop | general | built | create | guideline | evaluation | power | design | cirteria | "reference model" | generic) -People	351	12
Google Scholar	(intitle:Reifegradmodell) AND (intext:Standard | IT | Entwicklung | generell | Erstellen | Konzeption | Vorgehen | Referenzmodell | generisch)	66	5
Google Scholar	„IT, Konzeption, Vorgehen, Entwicklung, Vorgehensmodell, Reifegradmodell“	1010	9

Tabelle 2: Suchergebnis SpringerLink

Online-Datenbank	Suchstring	Treffer	Treffer 2014 / Bereich Informatik	Potentiell Relevant
SpringerLink	Reifegradmodell AND (Standard OR IT OR Entwicklung OR generell OR Erstellen OR Konzeption OR Vorgehen OR Referenzmodell OR generisch)	24108	4793/362	4
SpringerLink	Reifegradmodell AND Evaluation	2929	588/42	0
SpringerLink	Reifegradmodell AND Evaluationskriterien	7386	1531/80	1

Durch eine intensivere Prüfung konnten von 31 Publikationen 21 ausgeschlossen werden. Zur weiteren Identifikation relevanter Quellen diente das nach Webster und Watson dargestellte Vorgehen der Vorwärts- und Rückwärtssuche (Webster & Watson, 2002:16). Dies ergab weitere 6 Publikationen. Eine Übersicht der 16 final betrachteten Veröffentlichungen befindet sich im Anhang A.

3 Literaturauswertung

Dieses Kapitel beinhaltet die theoretischen Grundlagen zum Thema Reifegradmodelle. Bevor darauf eingegangen wird, werden zuerst begriffliche Einführungen gegeben, die mit dem Thema in unmittelbaren Zusammenhang stehen. Anschließend werden die identifizierten Evaluationskriterien für Reifegradmodelle vorgestellt.

3.1 Begriffliche Grundlagen

In diesem Kapitel erfolgt die Darstellung begrifflicher Grundlagen bezogen auf Modell, Referenzmodell und Reife. Themeneinleitend werden anhand der Modellarten die Begriffe Modell, Referenzmodell und Reifegradmodell kurz dargestellt.

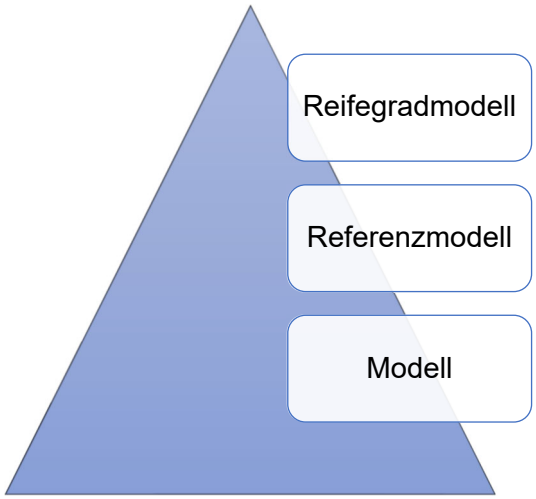


Abbildung 2: Abhängigkeit der Modellarten

Das Modell an sich stellt die größte Einheit dar und beinhaltet alle Modelltypen. Referenzmodelle sind eine Teilmenge der allgemeinen Modelle. Das Reifegradmodell ist wiederum eine bestimme Art eines Referenzmodells, mit denen Bewertungen und Vergleiche von Artefakten durchgeführt werden können. Folgend werden die drei Begriffe genauer erörtert.

3.1.1 Der Modellbegriff

In der Wissenschaft herrscht kein einheitliches Verständnis über den Begriff „Modell“ (Jording, 2018:16). In der allgemeinen Modelltheorie definiert ein Modell eine Replikation (Abbild) eines Realitätsausschnittes (Urbild). Gemäß Stachowiak existieren drei Merkmale, die charakteristisch für ein Modell sind (Stachowiak, 1973:131ff. z.B. in Hecht 2014:27):

- *Abbildungsmerkmal:* Modelle stellen ein Abbild eines Originals (Urbild) dar, sie sind aber nicht mit dem Original identisch. Das Original kann auf natürliche Weise oder künstlich hergestellt worden sein.

- *Verkürzungsmerkmal:* Modelle liegen stets in einer verkürzten (abstrahierender) Form vor, sodass sie nur Teile bzw. Ausschnitt des Originals weidergeben. In der Regel werden nicht alle Attribute des Originals berücksichtigt, sondern nur diejenigen, die für das Abbild relevant sind.
- *Pragmatisches Merkmal:* Modelle beziehen sich auf einen bestimmten Nutzer, einem Zeitintervall und auf bestimmte Operationen.

Im wirtschaftsinformatischen Kontext kann zwischen einem abbildungsorientierten und einem konstruktionsorientierten Modellbegriff unterschieden werden (vom Brocke, 2003:10ff.). Gemäß abbildungsorientiertem Begriffsverständnis dient das Modell einer direkten Widerspiegelung realer Strukturen, während der Prozess der Übernahme aus der Realität und das Ergebnis unbeachtet bleiben (Ahlemann et al., 2005:10), wobei die Verfasser darunter den erreichten Grad der Originaltreue verstehen. Bei einem konstruktionsorientierten Modell stellt der Modellnutzer Anforderungen an das Modell, verfügt aber nicht über die Methodenkompetenzen zu dessen Konstruktion. Er beauftragt hierfür einen Modellierer (vom Brocke, 2003:12). Dies ist von Vorteil, da der Modellierer einen objektiven Blick auf den Sachverhalt während der Modellerstellung hat. Schütte lieferte eine hierzu passende Definition, die aussagt, dass ein Modell das Ergebnis einer Konstruktion des Modellierers ist, der für einen Modellnutzer eine Repräsentation eines Originals zu einer bestimmen Zeit mithilfe einer Sprache deklariert. Ein Modell besteht demnach aus dem Konstruktionsergebnis des Modellierers, dem Anwender des Modells, dem Original, dem Zeitpunkt und der verwendeten Sprache (Schütte, 1998:59 in vom Brocke, 2003:12). Dieser Sachverhalt wird in Abbildung 3 verdeutlicht.

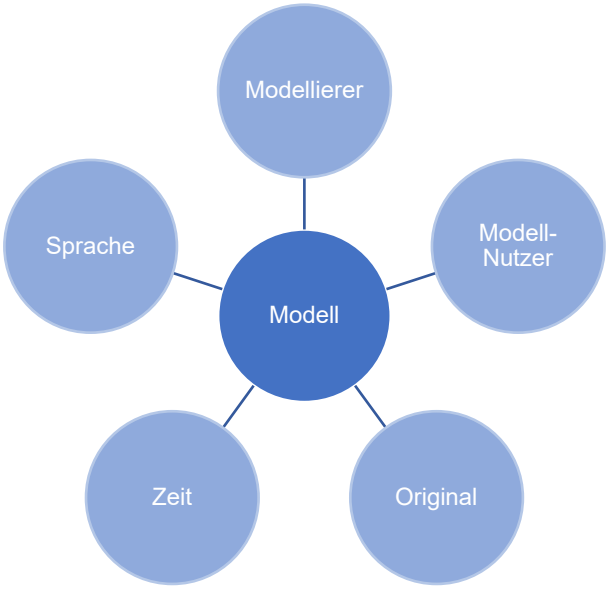


Abbildung 3: Bestandteile eines Modells gemäß Schütte (eigene Darstellung)

Ahlemann et al. haben zwei Gründe identifiziert, warum es sich bei Reifegrademodellen um einen konstruktionsorientierten Modelltyp handelt. Zum einen erfolgt die Konstruktion der Modelle zumeist in einem konsensorientieren Konstruktionsprozess, mit einer Vielzahl von Beteiligten und zum anderen basiert die Modellanwendung nicht auf der Bewertung eines Einzelnen (Ahlemann et al., 2005:11f.). Auch die Literaturrecherche zu Reifegradmodellen stützt die Erkenntnis, dass Modellanwendungen im Allgemeinen auf einem Konsens einer Gruppe beruhen.

3.1.2 Referenzmodell

Referenzmodelle befassen sich mit einem konkreten Problem und stellen eine anerkannte Lösung dar, die für jedermann zugänglich ist. Das Wort Referenz suggeriert in diesem Zusammenhang einen Verweis bzw. Bezug auf ein Subjekt. Vom Brocke fasst in diesem Zusammenhang verschiedene Quellen so zusammen, dass es sich bei Referenzmodellen um konstruktionsorientierte Modelle handelt, mit denen allgemeingültige Empfehlungen gegeben werden sollen (vom Brocke, 2003:31).

Selbst wenn ein Referenzmodell eine anerkannte Lösung für ein Problem und einen wiederverwendbaren Charakter aufweist, darf nicht zwingend davon ausgegangen werden, dass es sich bei einem Referenzmodell um ein Best Practice- oder Common Practice-Modell handelt. Die beiden zuletzt genannten Begriffe werden folgendermaßen beschrieben (Becker et al., 2002a:1295 in Mettler, 2010:35):

- Best Practice-Modelle beinhalten häufig neuartige oder teilweise theoriebasierte Ansätze und können Innovationsimpulse geben. Die Umsetzung bringt gewisse Risiken mit sich, da sie teilweise nicht erprobt sind. Zudem sind wegen der Preisgabe von Wettbewerbsvorteilen häufig die Verfügbarkeit beschränkt und unserer Ansicht nach auch die Vollständigkeit zu hinterfragen.
- Common Practice-Modelle beziehen sich i.d.R. auf einen Branchenstandard. Die eigene Organisation lässt sich kritisch beurteilen und mit Konkurrenten vergleichen. Bei der Anwendung steht meist die Risiko- und Kostenreduzierung im Vordergrund.

Auch Referenzmodelle besitzen wie andere Modelltypen einen Gültigkeitszeitraum. Sie sind nur so lange gültig, solange kein Widerspruch nachgewiesen wird. Referenzmodelle bergen für Anwender als auch Ersteller gewisse Nutzpotentiale, wie folgt dargestellt (Becker & Knackstedt, 2003:416f.). Für den Anwender sollen sie die Wirtschaftlichkeit erhöhen, indem Vergleichsgrundlagen für die Beurteilung der eigenen Lösung geschaffen werden und gewisse Modellteile übernommen werden können. Zudem bieten Referenzmodelle eine Orientierung für die methodische Gestaltung eigener Modelle. Aus der Sicht der Ersteller können bei Referenzmodellen die folgenden Rollen zukommen:

- Referenzmodelle dienen als Instrumente für das Wissensmanagement. Gerade für Organisationen, die ähnliche Projekte durchführen bzw. begleiten, kann sich eine Entwicklung und interne Nutzung von Referenzmodellen lohnen.
- Das Referenzmodell kann als eigenständiger Umsatzträger dienen.
- Steht ein Referenzmodell als Vorlage für ein Modellierungswerkzeug zur Verfügung, kann dies als ein Kaufargument für das Tool angesehen werden.
- Ein Referenzmodell kann zur Akquise für Beratungsaufträge eingesetzt werden.
- Referenzmodelle dienen als Basis zur Anpassung von Softwaresystemen an die betrieblichen Belange der Kunden. Diese Formen der Referenzmodelle werden auch Software-Referenzmodelle genannt und kommen i.d.R. bei großen Herstellern von Enterprise Resource Planning (ERP)-Systemen zum Einsatz. (Becker & Knackstedt, 2003:416f.)

Aufgrund der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten ist eine allgemeingültige Spezifizierung eines Referenzmodells nicht oder nur begrenzt möglich bzw. hilfreich. Tabelle 3 zeigt eine Übersicht der von Mettler identifizierten Merkmale eines Referenzmodells (Mettler, 2010:38f.).

Tabelle 3: Merkmale von Referenzmodellen in Anlehnung an Mettler

Merkmal	**Beschreibung**
Verwendungszweck	Beschreibt, ob das Modell als Basis für das Gestalten, Entscheiden und/ oder für den Aufbau von Wissen eingesetzt werden soll.
Neuigkeitswert	Dieses Merkmal legt fest, ob es sich bei dem Referenzmodell um eine Innovation (neues Problem) oder um eine Variante bzw. Version (effizienter gelöstes Problem) handelt.
Breite	Definiert, ob es sich um ein branchenspezifisches oder branchenun-abhängiges Referenzmodell handelt.
Tiefe	Spezifiziert die Tragweite des Modells. Der Nutzen kann auf Ebene einer Arbeitsgruppe, Organisation, Wertekette oder Gesellschaft liegen.
Zielgruppe	Die Zielgruppe bezieht sich auf den Betrachtungswinkel des Modelles, dabei unterscheidet man zwischen einer management-orientierten oder technologisch-orientierten Sichtweise.
Empfehlung	Handelt es sich um eine Best Practice- oder Common Practice-Modell
Konfiguration	Legt die Anpassbarkeit des Referenzmodell fest. Diese kann keine, generierend oder nicht-generierend sein.

Die Erstellung eines Referenzmodells lässt sich in fünf Phasen gliedern, die logisch angeordnet sind und aufeinander aufbauen. Dabei sind Rücksprünge auf eine vorherige Phase erlaubt. Abbildung 4 verdeutlicht diesen Zusammenhang (Becker & Knackstedt, 2003:420).

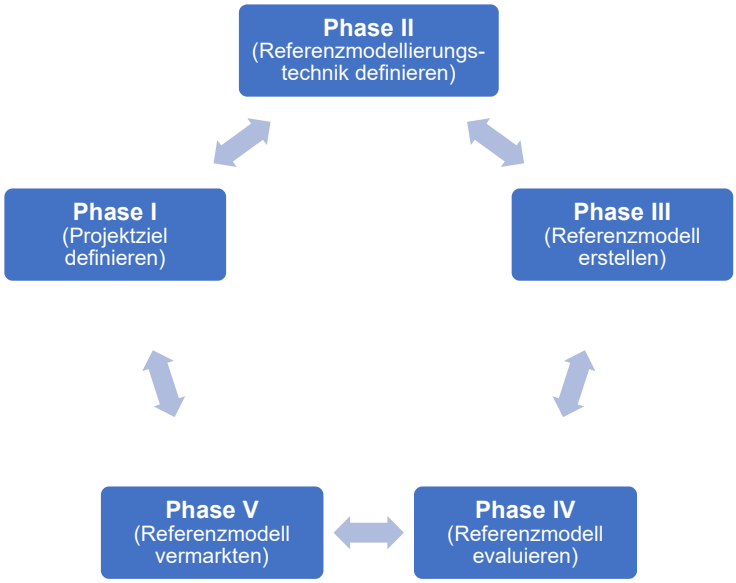


Abbildung 4: Referenzmodellkonstruktion angelehnt an Becker & Knackstedt

In der Phase I ist bei der Festlegung der Projektziele darauf zu achten, dass das vorhandene bzw. beschaffte Know-how auf dem abgegrenzten Gebiet sowie das Marktpotential für das Referenzmodell gewährleistet ist. In Phase II werden aus den festgelegten Projektzielen die Anforderungen an die Referenzmodellierungstechnik abgeleitet. Hierzu zählen Methoden wie die Verwendung von Entity-Relationship-Modellen (ERM) oder objektorientierte Modellierungsansätze. Neben terminologischen Differenzen müssen auch die fachkonzeptionellen Aspekte wie z.B. Kennzahlen berücksichtigt werden. Von besonderem Interesse sind die Bezeichnungsvariationen und die Darstellungsvariationen. Die Bezeichnungsvariation ermöglicht die Festlegung von Begriffen, mit deren Hilfe das Referenzmodell beschrieben wird. Diese sollten so gewählt sein, dass sie austauschbar sind, aber dabei den Kontext nicht verlieren. Mit Hilfe der Darstellungsvariation wird das Modell *sichtbar* gemacht, i.d.R. geschieht dies mit Hilfe von Symbolen, die in einem logischen Zusammenhang angeordnet sind. Die Phase III beschäftigt sich mit der schrittweisen Konstruktion des Modells unter Berücksichtigung der individuellen Referenz-modellierungstechnik. In der folgenden Phase IV findet eine Evaluation des Referenzmodells statt. Vor der Veröffentlichung muss sichergestellt sein, dass das Referenzmodell Gültigkeit besitzt und in Bezug auf seinen Anwendungskontext widerspruchsfrei ist. Die abschließende Phase V beschäftigt sich mit der Vermarktung des Referenzmodells. Es gilt dabei, Bedingungen zu definieren, unter denen das Referenzmodell zugänglich gemacht wird. Hierzu zählen Entscheidungen im Bereich der Distributions-, Produkt-, Kommunikations- und

Kontrahierungspolitik (Becker & Knackstedt, 2003:420ff.). An dieser Stelle sei erwähnt, dass aus praktischer Erfahrung der Autoren Phase V optional ist. Oftmals dienen Referenzmodelle als Verkaufsargument oder werden frei angeboten.

Unabhängig von einer Vermarktung oder Einsatz als Werbemittel, ist die Entwicklung eines Referenzmodelles eine aufwändige Tätigkeit, die sich nicht unbedingt auszahlen muss. Die Referenzmodellhersteller müssen unter anderen den Markt kennen, um das Produkt vertreiben zu können. Zudem sind sie von der Akzeptanz der potenziellen Kunden abhängig und befinden in einem Dilemma: Als Kriterium für die Auswahl eines Referenzmodells stehen sich die inhaltliche Qualität und der Anpassungsbedarf gegenüber.

Abbildung 5: Gleichgewichtsverhältnis Qualität zu Anpassungsbedarf

Einen geringen Anpassungsbedarf haben Referenzmodelle, wenn sie möglichst genau den Unternehmensspezifika gerecht werden, was aber das Absatzrisiko verstärkt. Umgangssprachlich wird für diese Art von Referenzmodell auch das Wort Spezialmodell verwendet. Ein größerer Anwenderkreis ist mit einer Erhöhung der Allgemeingültigkeit verbunden. Dadurch wird der Anpassungsaufwand für das jeweilige Unternehmen erhöht, aber die Attraktivität des Referenzmodells reduziert. Einen Ausweg aus diesem Dilemma können konfigurierbare Referenzmodelle sein. Diese verfügen über Regeln, die beschreiben, wie bestimme Parameter angepasst werden können (Becker et al., 2002:26). Die Anwendung eines konfigurierbaren Referenzmodells kann in die beiden Phasen Konfiguration und Anpassung gegliedert werden (Schütte, 1998:316 in Becker et al., 2002:26).

- *Konfiguration:* Zunächst wählt der Modellanwender die entsprechenden Parameter hinsichtlich der Konfiguration aus. Mit Hinzunahme der Basisparameter wird eine erste konfigurationsspezifische Modellvariante abgeleitet. Das Modell muss Anpassungspunkte und Konstrukte zur Variantenbildung aufweisen, damit eine Konfiguration unterstützt werden kann.
- *Anpassung:* Auch konfigurierbare Referenzmodelle können nicht alle Eventualitäten hinsichtlich des Anwendungskontextes zu Beginn berücksichtigen. Daher können

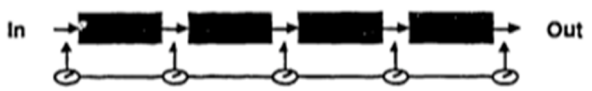
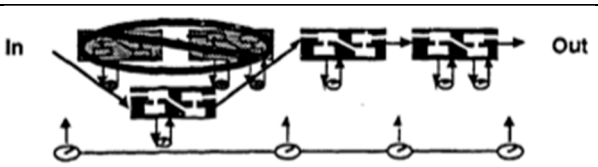
Modellanwender im zweiten Schritt manuelle Anpassungen an dem Ausgangsmodell vornehmen, die aus der Konfiguration hervorgegangen sind.

Diese Flexibilität birgt allerdings auch die Gefahr, dass mehrere Varianten entstehen, die sich nur marginal unterscheiden. Sind Änderungen oder aktuelle Varianten nicht ordentlich dokumentiert, kann es bei den Modellanwendern auch zu Verwechslungsgefahr kommen. Im schlimmsten Fall wird ein nicht mehr gültiges, veraltetes Referenzmodell angewendet. Durch die steigende Anzahl an Variationen steigt auch der Verwaltungsaufwand. Die Modelle müssen ordentlich versioniert und abgelegt werden. Neben den eigentlichen Kosten bei der Konstruktion steigen auch die Kosten für diesen Verwaltungsbereich.

3.1.3 Reife

Das Wort Reife charakterisiert einen Zustand eines Objektes. Im Wort Reife sind allerdings die beiden Begriffe Evolution und Altern implizit enthalten, was darauf hindeutet, dass ein Objekt auf dem Weg zur Reife eine Reihe von Zwischenständen durchlaufen muss. Somit findet eine Evolution eines Objektes von einem Anfangszustand zu einem Zielzustand statt. Bezieht man das Wort Reife auf eine Organisation reift diese, indem sie ihre Prozesse optimiert. Nach diesem Verständnis kann die Definition des Begriffes Reife von Paulk et al. herangezogen werden, die darunter „the extent to which a specific process is explicitly defined, managed, measured, controlled, and effective“ verstehen (Paulk, et al., 1993:4). Gemäß der Literatur folgen die meisten Reifegrademodelle diesem Prozessverständnis (Mettler, 2010:41). Für die Optimierung von Prozessen ist ein fünfstufiges Modell vorgesehen. Tabelle 4 zeigt dafür die Ausprägungen von Reifegrad und Prozessstatus als Synthese der Arbeiten von Mettler (2010:41) und Paulk et al. (1993a:20).

Tabelle 4: Reifedarstellung von Prozessen angelehnt an Mettler und Paulk et al.

Reifegrad	Prozessstatus	Abbild
1	Chaotisch	
2	Wiederholbar	
3	Definiert	
4	Steuerbar	
5	Optimiert	

Allerdings findet hinsichtlich der Prozessoptimierung keine ganzheitliche Betrachtung statt. Dabei liegt der Fokus auf der Verbesserung von Abläufen und Zusammenhängen im Unternehmen. Für eine ganzheitliche Betrachtung fehlen beispielsweise die menschlichen Aspekte, wie Kultur oder Verhaltensweisen. Diese sind nicht zu unterschätzen, da die Prozesse letzten Endes von den Mitarbeitern gelebt bzw. umgesetzt werden müssen.

Die Reife eines Unternehmens drück sich in Form von Stufen – Reifegraden – aus. Diese Stufen geben gleichzeitig einen evolutionären Pfad vor. So wie der Mensch anhand von Wissen und Lernen reift, reift eine Organisation, indem sie die definierten Anforderungen einer Stufe erfüllt. Abbildung 6 verdeutlicht diesen Sachverhalt, bezogen auf die Reife einer Organisation (Mettler, 2010:50).

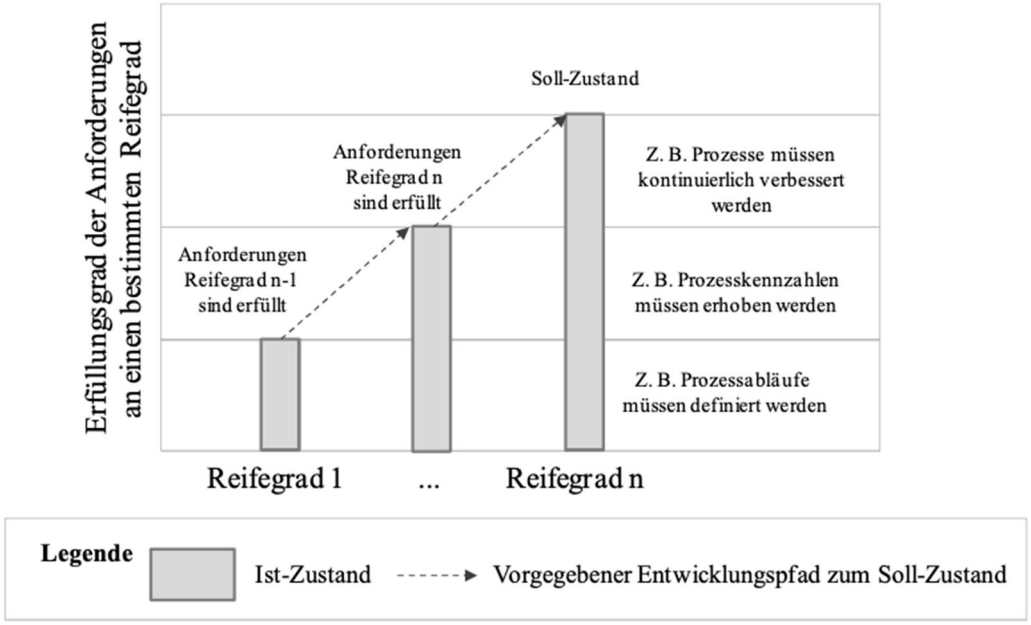


Abbildung 6: Stufenförmige Darstellung von Reife einer Organisation (Mettler, 2010:50)

Der Vorteil der stufenförmigen Darstellung ist, dass klar erkennbar ist, auf welcher Stufe Handlungsbedarf besteht. Für die unterschiedlichen Reifegradstufen werden Anforderungen festgelegt, die notwendig sind, um diese zu erreichen. Das Erreichen einer Reifegradstufe ist kumulativ zu sehen, d. h. ein höherer Reifegrad beinhalt alle Anforderungen des darunter liegen Reifegrades. Für die Spezifikation von Reifegraden kann entweder ein Top-Down oder Bottom-Up-Ansatz verwendet werden. Beim Top-Down-Ansatz werden zuerst die Reifegrade bestimmt und anschließend erfolgen deren Ausprägungen. Beim Bottom-Up-Ansatz werden zunächst Ausprägungen festgelegt und im Anschluss die Reifegrade abgeleitet. Ausprägungen können beispielsweise in Form von Maßnahmen, Eigenschaften oder auch einem konkreten Wert vorkommen (de Bruin et al., 2005).

3.2 Reifegradmodell

In diesem Kapitel erfolgt zu Beginn ein historischer Bezug zu Reifegradmodellen. Anschließend werden die Komponenten bzw. Typen von Reifegradmodellen vorgestellt. Das Kapitel endet mit Methoden zur Reifegradermittlung, den sogenannten Appraisals.

3.2.1 Historischer Bezug zur Reifegradmodellen

Reifegradmodelle dienen der Evaluation und stellen die Grundlage für Verbesserungen dar. In der Wirtschaftsinformatik (WI) finden Reifegradmodelle in den 70er Jahren erstmals Beachtung. Als eines der ersten Modelle wird das Stufenmodell – sequenzielle durchlaufende Entwicklungsstufen – von Nolan erwähnt, das sich auf die Entwicklung der betrieblichen Informationsverarbeitung fokussiert (Gibson & Nolan, 1974, Nolan, 1973, u. 1979 in Hecht, 2014:29). Das von Nolan ursprünglich vierstufig entwickelte Modell ist zu einem sechsstufigen weiterentwickelt worden und gilt als eines der am häufigsten angewendeten Modelle (Galliers & Sutherland, 1991:90). Die Stufen basieren auf empirischen Untersuchungen (Becker et al., 2009a:2). Diese lassen sich anhand folgender Kriterien unterscheiden (Teubner, 2002:17 in Becker et al., 2009a:2;):

- Ausgaben für IT,
- Technologie,
- Anwendungstypen,
- Organisation der IT-Abteilung,
- Ansätze der IT-Planung und des IT-Controllings und
- Anwenderbewusstsein für die IT

Abbildung 7 zeigt das sechsstufige Stufenmodell, wobei die ersten vier Stufen aus dem Ursprungsmodell enthalten sind.

Abbildung 7: Stufenmodell nach Nolan

Abbildung 7 beschreibt die einzelnen Stufen nach Nolan näher. Das Durchlaufen der sechs Stufen (Nolan & Koot, 1992:17) führt zu spezifischen Problemen und Herausforderungen, die es zu lösen gilt (Teubner, 2002:17 in Becker et al., 2009a31f.).

Tabelle 5: Stufenmodell mit Charakteristika nach Nolan, Teubner und Nolan & Koot

Stufe	Stufenbeschreibung	Charakteristika
Stage I	Initiation	Die Organisation macht sich mit der Automatisierung vertraut, mit dem Ziel einer Kostenreduzierung in Bezug auf die Büroarbeit.
Stage II	Contagion	Durch Automatisierung steigt die Nachfrage der Nutzer nach mehr Anwendungen, dies hat ein schnelles Wachstum zur Folge und ist mit höheren Kosten und weniger Kontrolle verbunden.
Stage III	Control	Von Projekten wird ein Gewinn erwartet. Pläne werden erstellt, Verfahren und Standards werden vorangetrieben. Es existiert ein Rückstand in Bezug auf Applikationen.
Stage IV	Integration	Enorme Kosten für die Integration von bestehenden Applikationen. Für vorhandene Systeme werden personelle Verantwortlichkeiten festgelegt. Die IT-Abteilung dient nicht nur für Problemlösungen, sondern bietet den Anwendern auch Service an.
Stage V	Architecture	Informationen werden innerhalb der Organisation geteilt. Anforderungen an die Informationsversorgung werden an Applikationen gestellt.
Stage IV	Demassing/Maturity	Die Planung und Weiterentwicklung der IT ist eng an die Geschäftsentwicklung gebunden.

Das Modell beginnt bei der Initiierung und reicht bis zur vollständigen Reife einer IT-Organisation. Da es sich um ein sequenzielles Stufenmodell handelt, müssen die Stufen einzeln durchlaufen werden. Mit einer nächsten Stufe kann erst begonnen werden, wenn die aktuelle Stufe abgeschlossen ist.

Ansätze für die Beurteilungen von Reifegraden haben ihre Wurzeln im Bereich des Qualitätsmanagements. Einer der frühesten Ansätze ist das von Crosby beschriebene Quality Management Maturity Grid (QMMG). Mit dessen Hilfe lässt sich beurteilen, in welcher Entwicklungsstufe sich ein Unternehmen hinsichtlich der Qualität befindet. Das QMMG weist einen evolutionären Charakter auf. Unternehmen, die an die Spitze wollen, müssen fünf Stufen durchlaufen: Unsicherheit, Erwachen, Erleuchtung, Weisheit und Gewissheit (Fraser et al., 2002). Deren Bedeutungen sind in der nachfolgenden Tabelle 6 nach Paulk zitiert (Paulk, 2009:6):

Tabelle 6: Stufen des Quality Management Maturity Grid nach Paulk (2009)

Stufe	Beschreibung
Stage I: Uncertainty	Management is confused and uncommitted regarding quality as a management tool.
Stage II: Awakening	Management is beginning to recognize that quality management can help.
Stage III: Enlightenment	The decision is made to really conduct a formal quality improvement program.
Stage IV: Wisdom	The company has the chance to make changes permanent (things are basically quiet and people wonder why they used to have problems).
Stage V: Certainty	Quality management is considered an absolutely vital part of company management.

Neben den fünf Stufen des Reifegradmodells existieren noch sechs Bewertungskriterien, die herangezogen werden. Diese lauten Managementverständnis und -verhalten, Status der Qualität in der Organisation, Problembehandlung, Qualitätskosten, Aktivitäten zur Qualitätsverbesserung und der Zusammenfassung der Qualitätseinstellungen. Deren Bedeutung ist in Tabelle 7 nach Paulk zitiert (2009:7).

Tabelle 7: Bewertungskriterien des Quality Management Maturity Grid nach Paulk (2009)

Bewertungskategorie	Bedeutung
Management understanding and attitude	Characterized as “no comprehension of quality as a management tool” at uncertainty and “an essential part of the company system” at certainty.
Quality organization status	Characterized as hidden at uncertainty and a thought leader/ main concern at certainty.
Problem handling.	Fought when they occur at uncertainty and prevented at certainty.
Cost of quality as percent of sales.	Characterized as 20 percent at uncertainty and 2.5 percent at certainty.
Quality improvement actions	Characterized as no organized activities at uncertainty and a normal and continued activity at certainty.
Summation of company quality posture	Summarized as “we don’t know why we have problems with quality” at uncertainty and “we know why we do not have problems with quality” at certainty.

Die fünf Reifegradstufen und die sechs Bewertungskriterien des QMMG werden in einer Matrix zusammengefast. Die Spalten stellen die Stufen und die Zeilen die Bewertungskriterien dar. Die inneren Elemente der Matrix beschreiben die jeweiligen Anforderungen in Abhängigkeit vom jeweiligen Reifegrad.

Tabelle 8: Matrix des Quality Management Grid

	Stage I: Uncertainty	**Stage II: Awakening**	**Stage III: Enlightenment**	**Stage IV: Wisdom**	**Stage V: Certainty**
Management understanding and attitude					
Quality organization status					
Problem handling					
Cost of quality as percent of sales					
Quality improvement actions					
Summation of company quality posture					

Somit kann das Unternehmen einen IST-Stand und den eigenen Reifegrad hinsichtlich des Qualitätsmanagements ermitteln. Auf derselben Grundlage kann das Unternehmen sich mit seinen Konkurrenten vergleichen. Dadurch erhält man eine Übersicht, auf welcher Reifegradstufe sich Konkurrenten im Verhältnis zur eigenen Unternehmung befinden.

Aus dem QMMG ist das Capability Maturity Model (CMM) für Software abgleitet worden. Bekannt wurde das Konzept allerdings erst Ende der 80er Jahre. Das im Jahr 1986 auf Initiative des US-Verteidigungsministeriums am Software Engineering Institute (SEI) entwickelte Capability Maturity Model (CMM) kann als das bekannteste Reifegradmodell angesehen werden (Becker et al., 2008:55). Das SEI geht im Hinblick der Softwareprozessreife davon aus, dass die Qualität eines Softwareproduktes maßgeblich von der Qualität der Softwareentwicklung und deren Wartungsprozesse bestimmt werden (Paulk, 2009:6). Der Fokus des Modells liegt auf der Verbesserung der Prozesse. Dies lässt den Schluss zu, dass die Prozessreife unmittelbar mit den Fähigkeiten eines Unternehmens zusammenhängt. Das Modell ist so aufgebaut, dass Fähigkeiten auf niedrigeren Stufen zunehmend stärkere Grundlagen für höhere Stufen bilden (Sarshar et al., 1999:3). Das Erreichen höherer Stufen basiert auf einer kontinuierlichen Prozessverbesserung, die aus vielen kleinen evolutionären Innovationen besteht. Das CMM schafft die Rahmenbedingung für die evolutionären Schritte in Form von Reifegradstufen. Insgesamt besteht das CMM aus fünf Reifegradstufen, die für die kontinuierliche Prozessverbesserung verantwortlich sind.

Eine Reifegradstufe ist ein wohldefiniertes evolutionäres Plateau, welches eine Reihe von Prozesszielen umfasst, die erreicht werden müssen (Paulk et al., 1999). Die Stufe des CMM sind unterteilt nach Initial, Repeatable, Defined, Managed und Optimizing. Dabei ist Initial die kleinste Stufe und Optimizing die höchste Stufe, die erreicht werden kann. Abbildung 8 zeigt die Stufen des CMM in vereinfachter Form (Paulk et al., 1993:8).

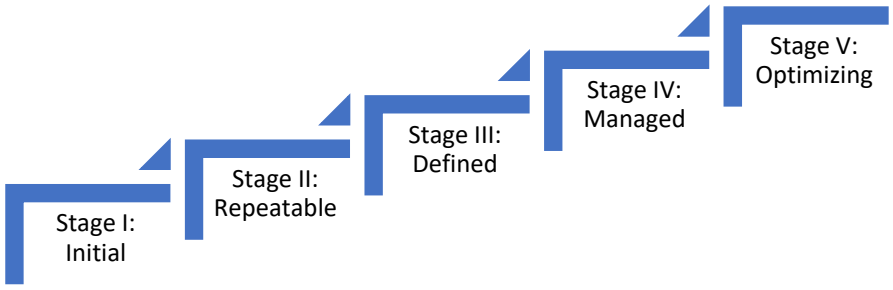


Abbildung 8: The Five Levels of Software Process Maturity angelehnt an Paulk et al.

Die Charakteristika der oben genannten fünf Reifegradstufen verdeutlichen die wichtigsten Prozessveränderungen beim Erreichen einer jeweiligen Stufe (Paulk, 1994:3), vgl. Zitate in Tabelle 9.:

Tabelle 9: Charakteristika der Reifegradstufen des CMM gemäß Paulk (1994)

Stufe	Charakteristika
Stage I: Initial	The software process is characterized as ad hoc, and occasionally even chaotic. Few processes are defined, and success depends on individual effort and heroics.
Stage II: Repeatable	Basic project management processes are established to track cost, schedule, and functionality. The necessary process discipline is in place to repeat earlier successes on projects with similar applications.
Stage III: Defined	The software process for both management and engineering activities is documented, standardized, and integrated into a standard software process for the organization. All projects use an approved, tailored version of the organization's standard software process for developing and maintaining software.
Stage IV: Managed	Detailed measures of the software process and product quality are collected. Both the software process and products are quantitatively understood and controlled.
Stage V: Optimizing	Continuous process improvement is enabled by quantitative feedback from the process and from piloting innovative ideas and technologies.

Das CMM verfolgt einen anderen Ansatz als die Qualitätsmatrix des QMMG von Crosby. Nach Paulk enthält jede Reifegradstufe mit Ausnahme der Stufe 1 sogenannte Schlüsselprozessbereiche (KPAs). Organisationen, die sich auf Stufe 1 befinden, erzielen keine systematische Verbesserung in ihren Prozessen, daher existieren keine KPAs für diese Stufe. Die KPAs in höher angesiedelten Stufen geben vor, worauf sich Organisationen

beim Durchlaufen des Evolutionspfades konzentrieren müssen, um eine nächst höhere Stufe respektive Reife zu erreichen und somit ihre Prozesse zu verbessern. Die KPAs des CMM, ihre Einordnung in die Reifegradstufen und eine Beschreibung werden in Tabelle 10 aufgeführt (Paulk, 1994:3f.; Sarshar et al., 1999).

Tabelle 10: KPAs des CMM gemäß Paulk (1994) und Sarshar et al.

KPA	**Beschreibung zitiert nach Paulk (1994)**
Stage I Initial	
None	None
Stage II: Repeatable	
Requirements Management	Establish a common understanding between the customer and the software project of the customer's requirements that will be addressed by the software project.
Software Project Planning	Establish reasonable plans for performing the software engineering and for managing the software project.
Software Project Tracking and Oversight	Establish adequate visibility into actual progress so that management can take effective actions when the software project's performance deviates significantly from the software plans.
Software Subcontract Management	Select qualified software subcontractors and manage them effectively.
Software Quality Assurance	Provide management with appropriate visibility into the process being used by the software project and of the products being built.
Software Configuration Management	Establish and maintain the integrity of the products of the software project throughout the project's software life cycle.
Stage III: Defined	
Organization Process Focus	Establish the organizational responsibility for software process activities that improve the organization's overall software process capability.
Organization Process Definition	Develop and maintain a usable set of software process assets that improve process performance across the projects and provide a basis for cumulative, long-term benefits to the organization.
Training Program	Develop the skills and knowledge of individuals so they can perform their roles effectively and efficiently.
Integrated Software Management	Integrate the software engineering and management activities into a coherent, defined software process that is tailored from the organization’s standard software process and related process assets.

Software Product Engineering	Consistently perform a well-defined engineering process that integrates all the software engineering activities to produce correct, consistent software products effectively and efficiently.
Intergroup Coordination	Establish a means for the software engineering group to participate actively with the other engineering groups so the project is better able to satisfy the customer's needs effectively and efficiently.
Peer Reviews	Remove defects from the software work products early and efficiently. An important corollary effect is to develop a better understanding of the software work products and of the defects that can be prevented.
Stage IV: Managed	
Quantitative Process Management	Control the process performance of the software project quantitatively.
Software Quality Management	Develop a quantitative understanding of the quality of the project's software products and achieve specific quality goals.
Stage V: Optimizing	
Defect Prevention	Identify the causes of defects and prevent them from recurring.
Technology Change Management	Identify beneficial new technologies (i.e., tools, methods, and processes) and transfer them into the organization in an orderly manner.
Process Change Management	Continually improve the software processes used in the organization with the intent of improving software quality, increasing productivity, and decreasing the cycle time for product development.

Die in der Tabelle 10 genannten KPAs lassen sich nach Paulk et al. fokussieren. Dadurch, dass es in der ersten Stufe keine KPAs gibt und sich sozusagen jedes Unternehmen in dieser Stufe befindet und alles ein wenig chaotisch ist, richtet sich hier der Fokus auf die *Heldentaten*. Bei der zweiten Stufe liegt der Fokus auf dem Projektmanagement und bei der dritten Stufe auf den Entwicklungsprozessen. Die vierte Stufe beschäftigt sich überwiegend mit der Produkt- und Prozessqualität. Bei der fünften und letzten Stufe liegt der Schwerpunkt auf dem kontinuierlichen Verbesserungsprozess der Organisation (Paulk et al., 1999). Den KPAs sind Ziele zugewiesen, die erreicht werden müssen, um die nächsthöhere Stufe zu erreichen. Dieser Sachverhalt ist in folgender Abbildung dargestellt.

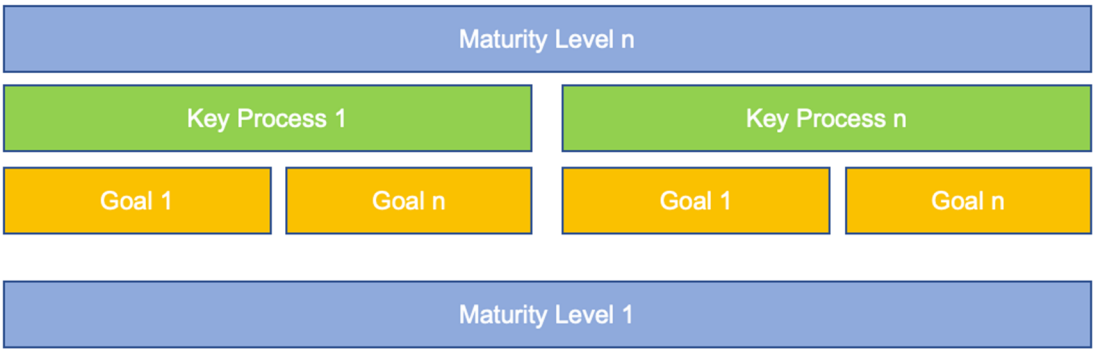


Abbildung 9: Darstellung Maturity Level und dessen Aufbau

Die allgemeine Struktur des CMM lässt sich wie in Abbildung 10 darstellen

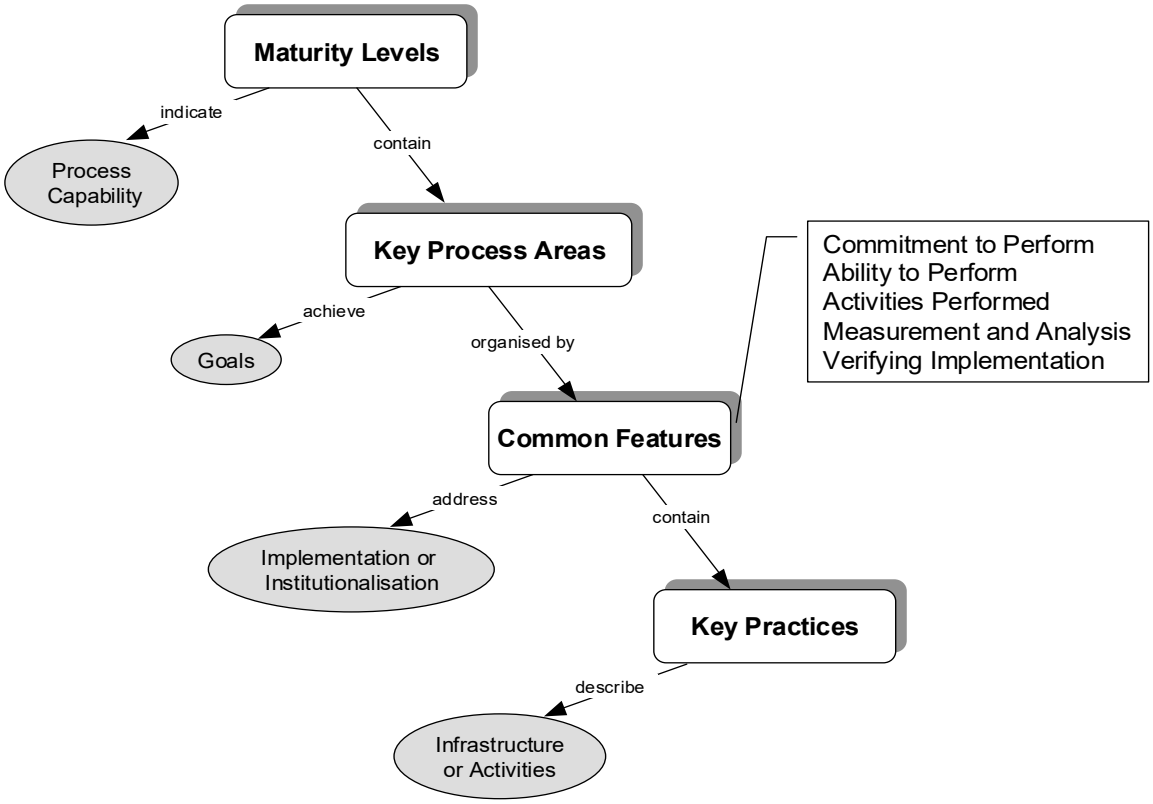


Abbildung 10: Struktur des CMM (Fraser et al., 2002)

Neben den Maturity Levels (Reifegradstufen) und den Key Process Areas (Schlüsselprozessbereichen), besteht das Modell noch aus den Common Features (gemeinsame Merkmale) und den Key Practices (Schlüsselpraktiken). Die Schlüsselprozessbereiche sind anhand von gemeinsamen Merkmalen organisiert.

Die gemeinsamen Merkmale sind Attribute, die angeben, ob die Implementierung eines Schlüsselprozessbereiches effektiv, wiederholbar und dauerhaft ist. Die folgende Tabelle 11 zeigt die fünf gemeinsamen Merkmale mit ihrer jeweiligen Beschreibung (Paulk, 1994:6f).

Tabelle 11: Common Features des CMM nach Paulk (1994)

Gemeinsame Merkmale	Beschreibung zitiert nach Paulk (1994)
Commitment to Perform	Describes the actions the organization must take to ensure that the process is established and will endure. Includes practices on policy and leadership.
Ability to Perform	Describes the preconditions that must exist in the project or organization to implement the software process competently. Includes practices on resources, organizational structure, training, and tools.
Activities Performed	Describes the roles and procedures necessary to implement a key process area. Includes practices on plans, procedures, work performed, tracking, and corrective action.
Measurement and Analysis	Describes the need to measure the process and analyze the measurements. Includes examples of measurements.
Verifying Implementation	Describes the steps to ensure that the activities are performed in compliance with the process that has been established. Includes practices on management reviews and audits.

Die sogenannten Key Practices beschreiben die Infrastruktur und Aktivitäten, die zu einer effektiven Implementierung und Institutionalisierung der KPAs notwendig sind (Paulk et al., 1993:39).

In den Folgejahren ist das CMM-Model stetig weiterentwickelt worden. Dies hatte mehrere Ableger des CMM zur Folge. Um weitere zu verhindern bzw. Probleme bei der Modellanwendung aufgrund mehreren CMMs zu lösen, wurde das CMMI-Integrationsprojekt ins Leben gerufen. Die Zusammenführung ausgewählter Modelle zu einem Framework war darauf ausgerichtet, Organisationen bei der unternehmensweiten Prozessverbesserung zu unterstützen. Hieraus entstand das Capability Maturity Model Integration (CMMI) (CMMI Product Team, 2011:18).

Alle CMMI-Modelle werden aus dem diesem Framework erstellt und besitzen somit eine definierten Aufbau, wobei die Prozessgebiete die grundlegenden Konzepte abdecken (CMMI Product Team, 2011:21). Ein Prozessgebiet definiert sich über Ziele für seinen jeweiligen Zweck. Beim CMMI erfolgt hinsichtlich der Ziele eine weitere Differenzierung. So werden die Ziele nach spezifischen und generischen unterschieden, was sich wiederum auf die dazugehörigen Praktiken unmittelbar auswirkt. Dieser Sachverhalt wird in Abbildung 11 schematisch dargestellt (CMMI Product Team, 2011:22).

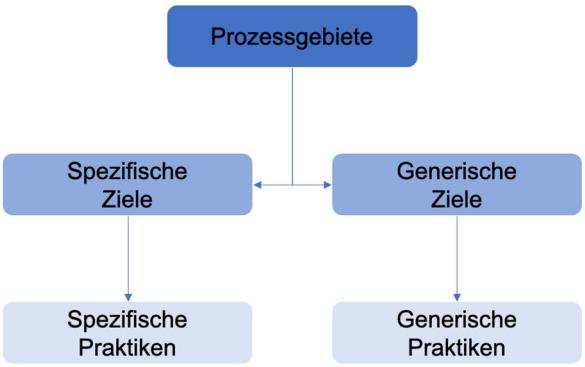


Abbildung 11: Differenzierung von spezifischen und generischen Zielen des CMMI in Anlehnung an CMMI Product Team

Die spezifischen und generischen Ziele mit den dazugehörigen Praktiken, wie in Abbildung 11 dargestellt, können wie folgt beschrieben werden:

- *Spezifische Ziele:* Jedem Prozessgebiet sind ein oder mehrere spezifische Ziele zugeordnet. Diese beinhalten für ein Prozessgebiet notwendige Merkmale (CMMI Product Team, 2011:24). In der Regel handelt es sich um inhaltliche Aufgaben bzw. Anforderungen (Schleinzer, 2014:11).
- *Spezifische Praktiken:* Beschreiben zur spezifischen Zielerfüllung wichtige Aktivitäten und Tätigkeiten (CMMI Product Team, 2011:25).
- *Generische Ziele:* Die Ziele sind für alle Prozessgebiete gleich und können daher als generisch bezeichnet werden (CMMI Product Team, 2011:24). Sie beschäftigen sich mit der Institutionalisierung der Prozessgebiete als ein wichtiges Konzept im Hinblick auf die Prozessverbesserung. Darunter versteht man das Etablieren einer Vorgehensweise innerhalb einer Organisation, wie eingeführte Prozesse bei allen Beteiligten im operativen Geschäft verankert werden können. Tabelle 12 zeigt die generischen Ziele respektive Grade der Institutionalisierung und den Prozessfortschritt, der mit dem jeweiligen Ziel verbunden ist (CMMI Product Team, 2011:80ff.).

Tabelle 12: Generische Ziele und Prozessfortschritt gemäß CMMI Product Team

Generisches Ziel	Prozessfortschritt
GG 1	*Durchgeführter Prozess:* Ein durchgeführter Prozess ist ein Arbeitsablauf, der dafür sorgt, dass die zur Erfüllung der spezifischen Ziele eines Prozessgebietes erforderliche Arbeit verrichtet wird.
GG 2	*Geführter Prozess:* Ein geführter Prozess ist ein durchgeführter Prozess, der zusätzlich aber geplant ist und dessen Ausführung durch einen Plan gesteuert wird.
GG 3	*Definierter Prozess:* Ein definierter Prozess ist ein geführter Prozess und zusätzlich auf standardisierte Prozesse der Organisation zugeschnitten. Zudem ist der Prozess ausführlich beschrieben und wird strenger ausgeführt. Dadurch können Informationen gewonnen werden, mit denen der Prozess verbessert werden kann. Ein definierter Prozess umfasst folgende Aspekte: • Zweck, • Eingangsgrößen, • Eingangsbedingungen, • Aktivitäten, • Rollen, • Kennzahlen, • Verifizierungsschritte, • Ergebnisse und • Ausgangsbedingungen.

- Generisch Praktiken: Sie werden als „generisch“ bezeichnet, da sie auf mehrere Prozessgebiete angewendet werden können, und sind mit generischen Zielen verbunden. Sie beschreiben Tätigkeiten, die erforderlich sind für das generische Ziel, und tragen zur Institutionalisierung der Prozesse eines Prozessgebietes bei (CMMI Product Team, 2011:25).

Das CMMI verfügt über zwei unterschiedliche Arten der Leistungsbewertung anhand von Fähigkeitsgraden und Reifegraden. Beide dienen zur Prozessverbesserung und werden auch Darstellungen genannt, „Darstellungen in Fähigkeitsgraden“ und „Darstellungen in Reifegraden“ (CMMI Product Team, 2011:33).

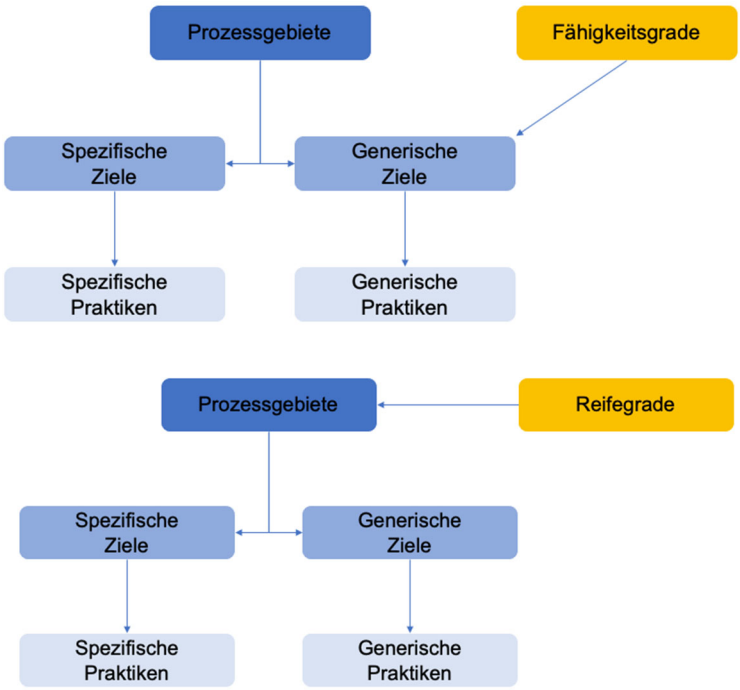


Abbildung 12: Darstellung der Fähigkeits- und Reifegrade angelehnt an (CMMI Product Team, 2011:34)

Auch wenn die Darstellungen sich ähneln, gibt es feine, aber bedeutsame Unterschiede. Die Darstellung in Fähigkeitsgraden bezieht sich auf die Fähigkeiten innerhalb der Prozessgebiete und die Darstellung in Reifegraden auf die Gesamtreife über eine festgelegte Anzahl von Prozessen. Fähigkeitsgrade geben Auskunft, wie gut eine Organisation Prozessverbesserungen in einem einzelnen Prozessgebiet erreicht. Für die Bewertung existieren vier Grade die zeitgleich zur inkrementellen – kontinuierlichen – Verbesserung in einem Prozessgebiet dienen und werden von 0 bis 3 nummeriert. Reifegrade beziehen sich darauf, wie gut sich eine Organisation die Prozessverbesserungen auf mehreren Prozessgebieten erreicht. Der Reifegrad dient dazu, Prozesse zu verbessen, die zu einer bestimmten Menge von Prozessgebieten – Reifegraden – gehören. Für die Bewertung von Reifegraden existieren i.d.R. bis zu fünf Grade. Die Nummerierung der Reifegrade erfolgt von 1 bis 5. Tabelle 13 zeigt eine Gegenüberstellung der eben genannten Fähigkeit- und Reifegraden. Die Bezeichnung der Grade 2 und 3 sind identisch. Ein Unterschied besteht darin, dass es keinen Reifegrad 0 gibt und keinen Fähigkeitsgrad 4 und 5. Des Weiteren unterscheiden sich die Bezeichnungen des ersten Grades. Darüber hinaus können jeweils Informationen über den Fortschritt der Prozessverbesserung gewonnen werden (CMMI Product Team, 2011:34f.).

Tabelle 13: Gegenüberstellung der Fähigkeits- und Reifegrade im CMMI (CMMI Product Team, 2011:35)

Grad	Darstellung in Fähigkeitsgraden	Darstellung in Reifegraden
0	Unvollständig	-
1	Durchgeführt	Initial
2	Geführt	Geführt
3	Definiert	Definiert
4	-	Quantitativ geführt
5	-	Prozessoptimiert

Bei den Fähigkeitsgraden erfolgt eine kontinuierliche und bei den Reifegraden eine stufenförmige Bewertung (Bensiek, 2013:37; Schleinzer, 2014:11). Bei Ersterer geschieht dies als separate Betrachtung pro Prozessgebiet. Dies wird dann angewandt, wenn die zu verbessernden Prozessgebiete bekannt und ineffiziente identifiziert sind (Schleinzer, 2014:12). Für einen Fähigkeitsgradwechsel ist die Institutionalisierung der Prozesse ausschlaggebend (Gausemeier & Plass 2014:319 in Schleinzer, 2014:12). Der Fortschritt der Prozessinstitutionalisierung erfolgt anhand der generischen Ziele (GG1 bis GG3) wie in Tabelle 12 definiert. Ein Fähigkeitsgrad für ein Prozessgebiet ist erst dann erreicht, wenn auch alle generischen Ziele bis zu dessen Grad erreicht sind. Tabelle 14 zeigt den Zusammenhang zwischen Fähigkeitsgrad und den generischen Zielen (Schleinzer, 2014:12f.).

Tabelle 14: Zusammenhang Fähigkeitsgrade und generische Ziele nach Schleinzer

Grad	Darstellung in Fähigkeitsgraden	Darstellung generische Ziele
0	Unvollständig	-
1	Durchgeführt	(GG 1) Durchgeführt
2	Geführt	(GG 2) Geführt
3	Definiert	(GG 3) Definiert

Aus Tabelle 14 geht hervor, dass die Bezeichnungen der Grade 1–3 identisch sind, lediglich der Grad 0 hat kein generisches Ziel, weil ein nur teilweise durchgeführter Prozess nicht institutionalisiert werden soll (CMMI Product Team, 2011:36).

Die stufenförmige Bewertung wiederum bezieht sich auf die gesamte Organisation. Ein Reifegrad für Prozessgebiete wird nicht explizite genannt. Dieses Verfahren wird angewendet, wenn eine Verbesserung aller Prozessgebiete angestrebt wird. Die einzelnen Reifegradstufen sind in Tabelle 13 dargestellt. Es handelt sich dabei um eine hierarchische Vorgehensweise und legt fest, in welcher Reihenfolge die Prozessgebiete verbessert werden. Ein nächst höherer Reifegrad ist erst dann erreicht, wenn alle Ziele des aktuellen

Reifegrades erfüllt sind (Akkasoglu, 2014:12; Bensiek, 2013:38). Abbildung 13 verdeutlicht die unterschiedlichen Darstellungsformen (Bensiek, 2013:38).

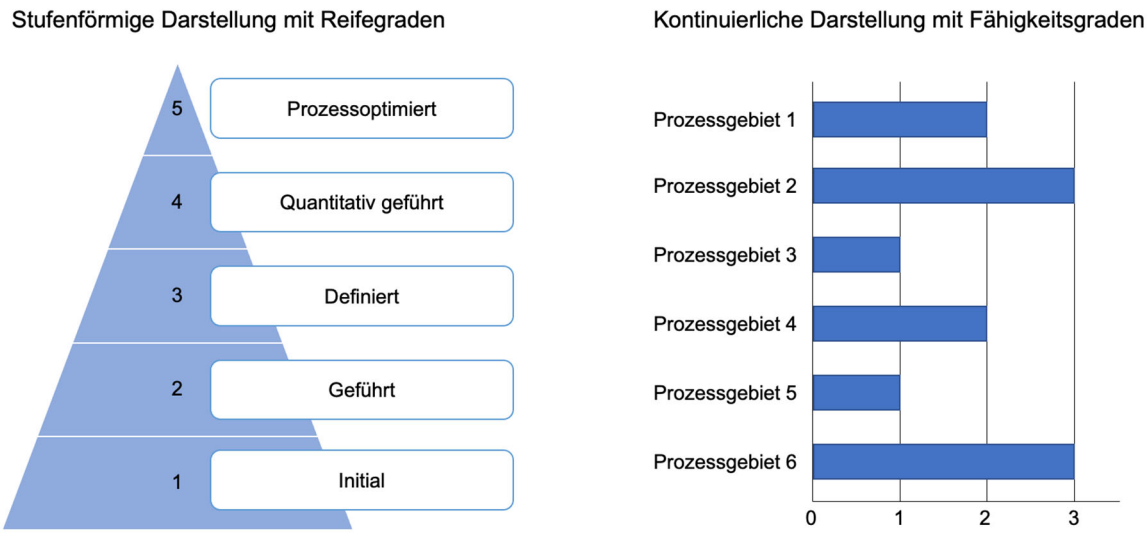


Abbildung 13: Darstellung der Bewertung von Reife- und Fähigkeitsgraden

Dabei ist zu erkennen, dass die Bewertung von Reifegraden eine vertikale und die Bewertung von Fähigkeitsgraden eine horizontale Sichtweise aufweist.

Auch das CMMI wurde weiterentwickelt und so erschien im März 2018 die Version 2.0 (Balla et al., 2020:2). Dieses besteht aus den Basis-Komponenten Practice Areas, Views (containing Capability Areas, Categories for Capability Areas), Practice Groups, Practices and Informative Materials (Balla et al., 2020:4). In der Version 2.0 besteht das CMMI aus

- 4 Kategorien/ Categories,
- 10 Fähigkeitsbereichen/ Capability Areas und
- 25 Praxisbereichen/ Practice Areas (inkl. 18 Kernpraxisbereichen/ Core Practices),

wie in den Spalten von Tabelle 15 dargestellt (Balla et al., 2020:5ff.).

Category	Capability Areas	Core Practice Areas
Doing	Ensuring Quality	Requirements Development and Management
		Process Quality Assurance
		Verification and Validation
		Peer Reviews
	Selecting & Managing Suppliers	Supplier Angreement Management
Managing	Planning & Managing Work	Estimating
		Planning
		Monitor and Control
	Managing Business Resilience	Risk and Opportunity Management
	Managing the Workforce	Organizational Traning
Enabling	Supporting Implementation	Causal Analysis and Resulution
		Decision Analysis and Resolution
		Configuration Management
Improving	Sustaining Habit and Persistence	Governance
		Implementation Infrastucture
	Improving Performance	Process Management
		Process Asset Development
		Managing Performance and Measurement

Tabelle 15: Zuordnungen des CMMI V2.0 (Kernpraxisbereiche/Core Practice) angelehnt an Balla et al. (2020:8)

Das CMMI in der Version 2.0 ist ähnlich wie seine Vorgänger aufgebaut. Jedoch wurde ein Level 0 eingeführt, “where the company is characterized by an unknown and ad-hoc way of doing things, when the work may or may not get done. The 6 Maturity Levels are named Incomplete, Initial, Managed, Defined, Quantitatively Managed and Optimizing“ (Balla et al., 2020:5).

Ende 2018 wurde das CMMI in der Version 2.1 veröffentlich, eine weitere Recherche ergab allerdings, dass Stand heute die Version 2.2 zum März 2021 publiziert wurde (Balla et al., 2020:2; CMMI Institute, 2021).

3.2.2 Komponenten und Typen von Reifegradmodellen

Trotz der Vielzahl von unterschiedlichen Reifegrademodellen besteht allgemein in der Literatur ein Konsens darüber, was die typischen Komponenten eines Reifegradmodells sind. Gemäß Ahlemann et al. ist das Besondere an Reifegradmodellen, dass sie die

Erfüllung universeller Anforderungen durch Reifegrade zum Ausdruck bringen. Charakteristisch dafür ist, dass die Reifegrade sequenziell angeordnet sind und dementsprechend aufeinander aufbauen. Jedem Reifegrad werden eine oder mehrere Anforderungen zugeordnet, die erfüllt werden müssen. Dieser Sachverhalt kann durch das Metamodell aus Abbildung 14 zum Ausdruck gebracht werden (Ahlemann et al., 2005:14f.).

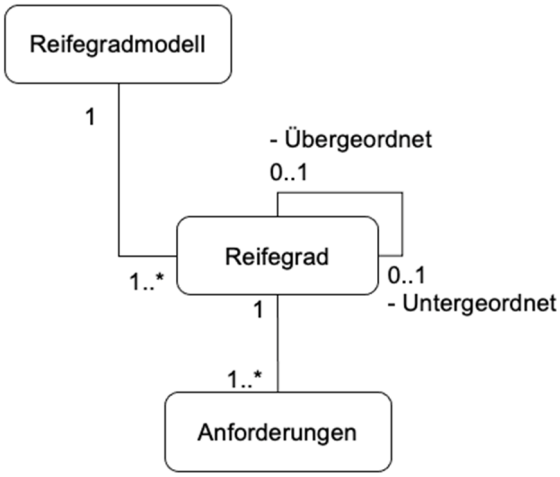


Abbildung 14: Vereinfachtes Metamodell eines Reifegradmodells in Anlehnung an Ahlemann

Die Komponenten eines Reifegrademodells werden in den Publikationen von Fraser et al. und de Bruin et al. genannt (de Bruin et al., 2005; Fraser et al., 2002). Diese sind zusammengefasst nach Mettler (2010:43f.):

- eine Anzahl an Reifegraden (etwa 3 bis 6),
- eine Beschreibung für jeden Reifegrad (z.B. initial / repeatable / defined / managed / optimizing),
- eine allgemeine Beschreibung bzw. Zusammenfassung der Eigenschaften, die charakteristisch für einen Reifegrad sind,
- Anzahlen an Dimensionen (bzw. Prozessbereichen) und deren charakteristischen Elementen oder Aktivitäten, und zu Letzteren gehörig auch
- eine Beschreibung der Aktivitäten bzw. Elemente eines Reifegrads.

Zu einem ähnlichen Resultat kommen Gottschalk und Solli-Sæther. Gemäß ihrer Schlussfolgerung müssen folgende Aspekte bei einem Reifegradmodell berücksichtigt sein (Gottschalk & Solli-Sæther, 2009:1268f.):

- *Anzahl der Stufen:* Üblicherweise bergen Stufenmodelle für empirische Überprüfungen vier bis acht Stufen. Von höherer Bedeutung ist zudem, dass

Klassifikation und Identifikation der Stufen vier Kriterien nachkommen müssen, die bestimmen welche und wie viele Stufen für das spezifische Modell Sinn ergeben:

I. Zuerst sind alle Stufen begrifflich und theoretisch deutlich voneinander abgrenzbar zu fassen.
II. Als Zweites darf keine inhaltliche Überschneidung der Stufen auffallen.
III. Drittens darf keine Stufe als Tochterelement einer anderen wahrnehmbar sein.
IV. Schließlich muss jede Stufe übertragbar sein in einen empirischen Versuchsaufbau.

- *Vorherrschende Problemstellungen:* In jeder Stufe muss eine Zusammenstellung herrschender Schwierigkeiten identifiziert werden. Vorherrschende Problemstellungen legen nahe, dass Muster solcher vorrangiger Herausforderungen existieren, die Organisationen in jeder der erdachten Stufen begegnen. Im Bereich der Reife für IT-Outsourcing können etwa vorkommen: fehlende Kompetenzen, Ressourcenmangel oder strategische Unzulänglichkeiten während verschiedener Wachstumsphasen. Es muss ebenfalls konzeptionell berücksichtigt werden, wie vorherrschende Problemstellungen sich nach Stufenübergang verändern.
- *Variablen für einen Vergleich:* Vergleichsvariablen für Stufen eines Wachstumsmodells bestimmen die übergreifenden theoretischen Charakteristika. Während vorherrschende Problemstellungen mit den Stufen variieren können, bleiben sie konstant. Lediglich die Ausprägungen von Vergleichsvariablen wandeln sich über die Stufen. Die Rolle des Managements mag eine solche Variable darstellen, bei der die Ausprägungen changieren können zwischen aktivem Unternehmertum, bloßer Ressourcenorganisation oder eine Sprecherrolle.
- *Entwicklungspfade:* Ein offenkundiger Pfad führt von initialer über dazwischenliegende zu einer finalen Stufe. Natürlich sind auch andere Pfade möglich. Etwa solche, die manche Stufen auslassen oder (mit anderen) überbrücken. Auch ein Rücksprung zu früheren Stufen kann vorkommen.

Die Zusammenstellung der Komponenten eines Reifegradmodells richtet sich nach den jeweiligen praktischen Anforderungen. Dabei lassen sich je Verwendungszweck zwei Arten von Reifegradmodellen abgrenzen (Mettler, 2010:44):

- *Optimierungsmodelle (Maturity/ Capability Models):* Mittels Best Practice- oder Common Practice-Ansätzen soll ein Idealpfad für die Verbesserung eines bestimmen Gestaltungsbereich aufgezeigt werden. Der Entwicklungspfad wird dabei explizit vorgeben.

- *Bewertungsmodelle (Assessment Models):* Diese werden eingesetzt, um einen Gestaltungsbereich in regelmäßigen Abständen anhand bestimmter Qualitätsmerkmale zu überprüfen. Aus den daraus gewonnen Erkenntnissen werden Maßnahmen zur Verbesserung respektive Optimierung vorgenommen.

Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit ergibt sich nach Fraser et al. durch die Struktur respektive Typologie (Fraser et al., 2002):

- *Maturity grids:* Rasterbasierte Modelle enthalten typischerweise Textbeschreibungen für jede Aktivität pro Reifegradstufe. Sie sind weniger komplex und erfordern höchstens einige Textseiten.
- *CMM-like models:* Diese Modelltypen besitzen eine formale Struktur, welche die Architektur der Modelle beschreibt, und weisen eine gewisse Komplexität auf. So sind die Prozessbereiche nach gemeinsamen Merkmalen organisiert, die eine Reihe von Schlüsselpraktiken spezifizieren, um bestimmte Ziele zu erreichen. Obwohl globale Beschreibungen für Reifegradstufen existieren, gibt es keine individuellen Beschreibungen zu den Aktivitäten der Reifegradstufen.
- *Likert-like questionnaires:* Je nach Aufbau des Fragebogens handelt es sich bei diesem Typ um eine einfache Form eines Reifegradmodells. Dabei werden Befragte gebeten, Aussagen anhand eines Fragebogens über die Leistung einer Organisation auf einer Skala von 1 bis n zu bewerten. Dies entspricht einem rasterbasierten Modell, wenn nur die Eigenschaften der obersten Reifegradebene beschrieben sind.

Abweichend nennt Mettler anstelle von Likert-like questionnaires die hybride Form der beiden erstgenannten als drittes Unterscheidungsmerkmal (Mettler, 2010:45).

3.2.3 Methoden zur Ermittlung von Reifegraden

Wie dem vorherigen Kapitel zu entnehmen sind die Reifegradstufen das zentrale Element. Innerhalb eines Reifegradmodells wird ein gemeinsames Gestaltungsprinzip verwendet, dass Reife als eine Reihe von kumulativen Phasen darstellt, in der Stufe 1 die niedrigste und Stufe n die höchste zu erreichende Reife bildet (Große-Schwiep et al., 2020:5). Um den aktuellen Reifegrad zu ermitteln, werden Begutachtungsmethoden eingesetzt, vom SEI Appraisals genannt. Mit diesen kann ermittelt werden, auf welchem Reifegrad sich eine Organisation befindet und wie entsprechende Prozesse zu verbessern wären (Schleinzer, 2014:16). Hinsichtlich der Leistungsbewertung wird unterschieden in drei Klassen — A, B und C. Die qualitative Aussagekraft und methodische Formalisierung der Leistungsbewertung erodieren also alphabetisch absteigend von A nach C (Bensiek, 2013:68) analog zu US-amerikanischen Schulnoten. Die Anforderungen an die jeweiligen Klassen können aus Tabelle 16 entnommen werden (SCAMPI Upgrade Team, 2006:5).

Tabelle 16: Requirements der Klassen A, B und C gemäß SCAMPI Upgrade Team (2006)

Requirements	Class A	Class B	Class C
Types of Objective Evidence Gathered	Documents and interviews	Documents and interviews	Documents or interviews
Ratings Generated	Goal ratings required	Not allowed	Not allowed
Organizational Unit Coverage	Required	Not required	Not required
Minimum Team Size	4	2	1
Appraisal Team Leader Requirements	Lead appraiser	Person trained and experienced	Person trained and experienced

Zu den Unterscheidungsmerkmalen der einzelnen Klassen zählen die Kosten und Dauer sowie die Tiefe und Breite der Beurteilungsmethoden (Mettler, 2010:47). Die drei Klassen lassen sich folgendermaßen beschreiben (Mettler, 2010:47f.; SCAMPI Upgrade Team, 2006:5f.):

- *Klasse A:* Für die Beurteilung mittels zugehöriger Methoden wird ein Team aus mindestens vier Personen benötigt. Dabei müssen alle Appraisal Requirements for CMMI (ARC) erfüllt werden. Die Appraisalmethoden der Klasse A erfüllen gleichzeitig die Anforderungen der ISO 15504 (einem internationalen Standard der ISO zur Durchführung von Bewertungen von Unternehmensprozessen, auch bekannt als Software Process Improvement and Capability Determination, kurz SPICE) und werden vom SEI als einzige angesehen, um eine Aussage über die Reife einer Organisation zu treffen. Ein Beispiel der Klasse A-Methoden, das alle Anforderungen hinsichtlich der Bewertung erfüllt, ist die vom SEI definierte Methode namens Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI). Die SCAMPI-Methode ist in die Phasen Plan and Prepare for Appraisal, Conduct Appraisal und Reports Result gegliedert. Jeder Phase sind Prozesse zugeordnet, die erfüllt werden müssen. Diese sind in Tabelle 17 dargestellt (SCAMPI Upgrade Team, 2011:4).

Tabelle 17: Gliederung der SCMAPI-Methode angelehnt an SCAMPI Upgrade Team (2011)

Phase	Process
Plan and Prepare for Appraisal	Analyze Requirements
	Develop Appraisal Plan
	Select and Prepare Team
	Obtain and Inventory Initial Objective Evidence
	Prepare for Appraisal Conduct
Conduct Appraisal	Prepare Participants
	Examine Objective Evidence
	Document Objective Evidence
	Verify Objective Evidence
	Validate Preliminary Findings
	Generate Appraisal Results
Reports Result	Deliver Appraisal Results
	Package and Archive Appraisal Assets

Weiterhin sind zu den einzelnen Prozessen noch Aktivitäten vorgegeben, die durchgeführt werden müssen. Die Kosten und Dauer der Begutachtung sind dementsprechend hoch, allerdings ist auch die Aussagekraft bezogen auf die Ergebnisse bedeutend höher. Aufgrund des längeren Zeitraums ist die Dokumentation sowie die Auswertung der Ergebnisse entsprechend umfangreich.

- *Klasse B:* Für die Klasse B-Methoden werden für die Begutachtung mindestens zwei Personen benötigt. Dabei sind nicht wie im Gegensatz zur Klasse A alle ACR-Anforderungen zu erfüllen, sondern nur eine Teilmenge. Die Begutachtung wird nicht auf die ganze Organisation angewendet, sondern nur auf bestimmte Bereiche. Begutachtungen nach Klasse B entsprechen nicht der ISO-Norm 15504. Allerdings sind wie bei der Klasse A zwei Arten von objektiven Nachweisen, Dokumente und Interviews, erforderlich. Die B-Methoden werden für Erstbeurteilungen empfohlen oder für Organisationen, die beginnen, CMMI-Modelle für ihre Aktivitäten zur Prozessverbesserung einzusetzen. Darüber hinaus kann es als kostengünstiges Instrument zur Durchführung einer Zwischenbewertung bzw. Wertegutachten im Hinblick auf die Klasse A angesehen werden.
- *Klasse C:* Begutachtungen der Klasse C-Methoden werden von einer Person durchgeführt. Die Begutachtung findet punktuell statt oder richtet sich nach einen bestimmen Problembereich, wie bei Klasse B ist eine ganzheitliche Betrachtung der

Organisation nicht vorgesehen. Somit muss ebenfalls nur eine Teilemenge der ACR-Anforderungen erfüllt werden. Im Gegensatz zu Klasse A und B muss nur ein objektiver Nachweis, Dokumente oder Interviews, erbracht werden. Die Anwendung benötigt im Gegensatz zur Klasse A keine besonderen Schulungen von Personen und ist dadurch kostengünstig. Allerdings ist das Ergebnis begrenzt, d.h. es liefert keine zuverlässige Aussage hinsichtlich der Begutachtung des betreffenden Bereiches. Wegen der Einfachheit können Organisationen die Beurteilung allerdings selbst durchführen und sind nicht auf die Leistungen Dritter angewiesen.

Für die Bewertung von Reifegraden existieren unterschiedliche Strategien. Eine schematische Darstellung liefert Abbildung 15 nach Bitterli 2005 in Akkasoglu (Akkasoglu, 2014:60).

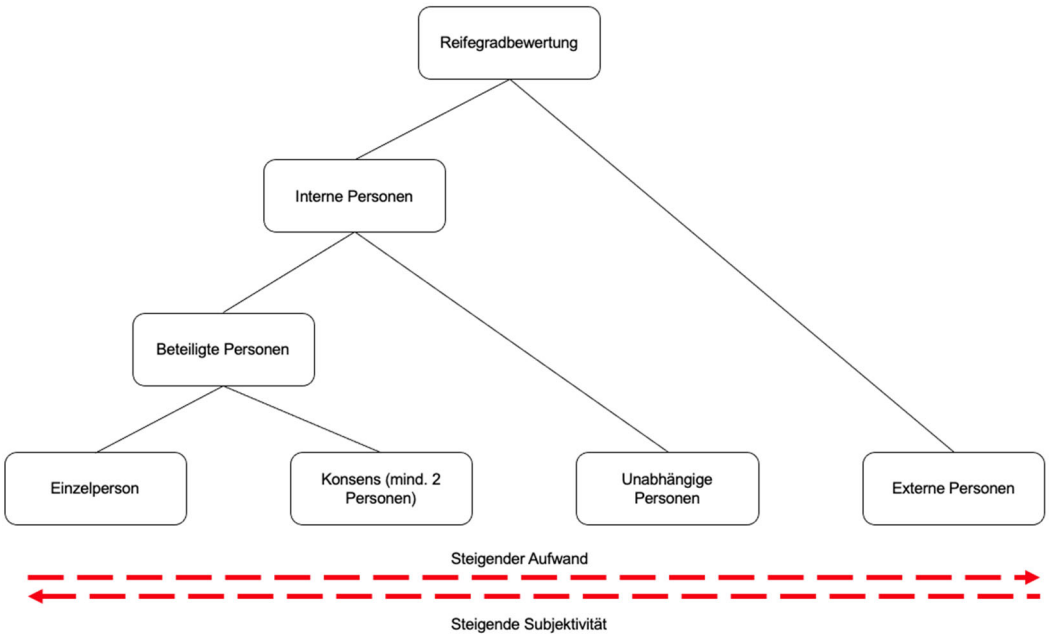


Abbildung 15: Bewertungsstrategie einer Organisation angelehnt an Bitterli nach Akkasoglu

Welche Bewertungsstrategie eine Organisation einsetzt, ist zum einen abhängig von der Konstellation der Bewertenden und zum anderen von der angewandten Vorgehensweise zur Reifegradevaluation. Auch spielen die Anforderungen an die Evaluation selbst eine Rolle. Zum ersten ist festzulegen, ob die Reifegradermittlung durch eine interne oder externe Person erfolgen soll. Als externe können Freiberufler oder Marketingfirmen in Frage kommen. Bei internen Personen erfolgt eine Differenzierung nach beteiligten und unbeteiligten Personen in Bezug auf das zu begutachtende Objekt. Bei beteiligten Personen erfolgt die Begutachtung entweder durch eine Einzelperson oder durch den Konsens einer Gruppe, bestehend aus mindestens zwei Personen. Die Bewertung durch eine Person stellt zwar einen geringen Aufwand dar, ist aber auf der anderen Seite mit einer hohen

Subjektivität verbunden. Dadurch besteht die Gefahr, dass das Ergebnis ungenügend ist, weil eine nicht neutrale und umfassende Bewertung durchgeführt wurde. Eine Bewertung durch externe Personen besitzen hingehen eine höhere Objektivität aufgrund ihrer neutralen Position und bergen keine Unsicherheiten im Ergebnis. Jedoch ist diese Herangehensweise mit höheren Aufwänden verbunden (Akkasoglu, 2014:59f.).

3.3 Ergebnisse im Hinblick auf Evaluationskriterien

Nachdem im vorherigen Abschnitt auf begriffliche Grundlagen von Reifegradmodellen eingegangen wurde, widmet sich dieser dessen Evaluationskriterien. Zunächst wird auf den Begriff der Evaluation eingegangen. Anschließend werden Evaluationsmethoden und Evaluationskriterien vorgestellt.

3.3.1 Grundlagen einer Evaluation

Der Evaluationsbegriff ist in der Praxis, Forschung und der Wissenschaft vielseitig einsetzbar. Daher gibt es in der Realität keine eindeutige Definition. Die allgemeine Absicht einer Evaluation besteht darin, einen Gegenstand zu bewerten und die daraus gewonnenen Informationen zweckgemäß einzusetzen. Die Evaluation ist ein zentraler Bestandteil des wissenschaftlichen Forschungsprozesses. Mit ihr soll beobachtet bzw. gemessen werden, wie gut das Artefakt eine Lösung des Problems unterstützt. Ein entwickeltes (IT-) Artefakt, wie in diesem Fall eine Reifegradmodell, kann als eine sozio-technische Einheit betrachtet werden, die in einem geschäftlichen oder sozialen Umfeld existiert (Hevner & Chatterjee, 2010:109; Peffers et al., 2007:56). Gegenstand einer Evaluation können das Artefakt selbst oder dessen Konstruktionsprozess sein (Cleven et al., 2009:4). Im ersten Fall geht es darum nachzuweisen, dass das Artefakt den Anforderungen entspricht und einen Nutzen stiftet. Im zweiten Fall geht es darum nachzuweisen, dass die Konstruktion systematisch und nachvollziehbar ist. Hierzu zählen beispielsweise die Vorgehensweisen zur Entwicklung von Reifegradmodellen. Neben dem Festlegen einer Evaluationsmethode müssen auch die Merkmale bzw. Evaluationskriterien festgelegt werden, die für die Bewertung eines Artefaktes herangezogen werden. Aus Sicht der Evaluation sollen die Kriterien so gewählt werden, dass eine genaue Bewertung des Artefaktes möglich ist. Dieser Umstand mündet bei Evaluationsvorhaben in einem Zielkonflikt. „Einerseits ist das Bemühen um Objektivität eine wesentliche Orientierung für Evaluationsvorhaben, andererseits gibt es die Erwartung, daß Evaluationsergebnisse möglichst eindeutig sein sollten“ (Frank, 2000). Dieser Umstand wird bereits in Abbildung 15 bzw. deren Ursprungsquelle aufgegriffen, wo es um die Objektivität bei den Bewertungsstrategien von Reifegradbewertungen geht. Damit die Ergebnisse einer Evaluation nicht angreifbar sind, sollten die durchzuführenden Personen eine neutrale Stellung einnehmen sowie die auf die Evaluation angewendeten Methoden und Kriterien offen legen (Mettler, 2010:208).

3.3.2 Evaluationsmethoden

In der WI gibt es eine Vielzahl von Evaluationsmethoden, hierzu zählen beispielsweise Laborexperiment, Feldexperiment, Feldstudie, Positivistische Fallstudie, Aktionsforschung, Literaturanalyse, Metamodellbasierte Evaluation, Masterreferenzmodellbasierte Evaluation, Ontologiebasierte Evaluation, Kognitionspsychologische Evaluierung, Virtueller Diskurs, Fokusgruppe (mit Experten), Befragung (von Experten), Verbalprotokollanalyse und Formaler Beweis (Fischer, 2010:106). Aufgrund der Vielzahl der Methoden schlagen Hevner et al. eine Gruppierung der Methoden vor anhand der Merkmale: beobachtend, analytisch, experimentell, testend oder beschreibend (Hevner et al., 2004:86). Im Bereich der WI lassen sich die Evaluationsmethoden nach empirischen und analytischen Methoden unterscheiden.

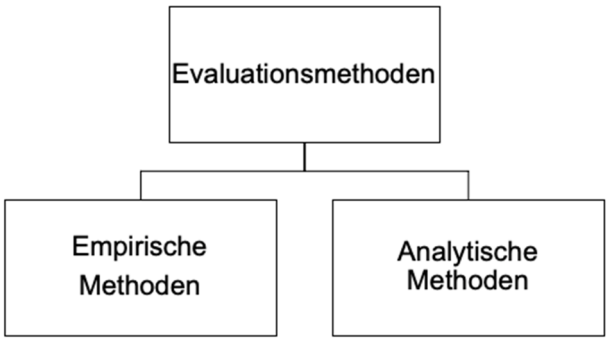


Abbildung 16: Gliederung von Evaluationsmethoden nach Fettke & Loos

Die Ansätze wie in Abbildung 16 gegliedert basieren auf logischen Schlussfolgerungen bei analytischen oder auf Erfahrungen bei empirischen Methoden (Fettke & Loos, 2003:82). Zu den empirischen Ansätzen zählen demzufolge z.B. Interviews oder Laborexperimente. Eine metamodellbasierte Evaluation wird hingegen dem analytischen Ansatz zugeordnet. Nicht jede Methode kann auf Reifegradmodelle angewendet werden, da die einzelnen Evaluationsmethoden unterschiedliche Anforderungen an die Evaluationssituation stellen.

3.3.3 Evaluationskriterien

Die Bestimmung von Evaluationskriterien hat unmittelbare Auswirkungen auf das Resultat einer Evaluation, wie Frank (2000) erwähnt:

> *„Mit der Auswahl von Merkmalen ist der Anspruch verbunden, eine angemessene Bewertung des betrachteten Sachverhalts zu realisieren. Die Merkmale haben danach einen instrumentellen Charakter. Tatsächlich hat aber die Auswahl der Merkmale einen erheblichen, wenn auch latenten, Einfluß auf das Ergebnis der Evaluation. Überzeichnend formuliert: Nicht das Ziel der Evaluation bestimmt die auszuwählenden Merkmale, sondern die ausgewählten Merkmale legen das Ziel der Evaluation fest — und mögen damit letztlich den zu beurteilenden Gegenstand beeinflussen, indem die Gestaltung des Gegenstands an den Indikatoren ausgerichtet wird.“*

Im Zuge der Literaturanalyse konnten folgende Evaluationskriterien zur Bewertung von Reifegradmodellen identifiziert werden. Voraussetzung für ein gültiges Reifegradmodell ist eine durchgeführte Evaluation, um die „Korrektheit“ zu überprüfen. Somit stellt dies einen existentiellen Faktor für ein Evaluationskriterium dar. Wie in Kapitel 3.2.2 dargestellt, beschreiben Ahlemann et al., Fraser et al., de Bruin et al. und Gottschalk & Solli-Sæther den grundsätzlichen Aufbau eines Reifegradmodells hinsichtlich dessen Komponenten. Daher kann dies als ein Aspekt für Evaluationskriterien gesehen werden. So schlagen Becker et al. (1995) anhand von Informationsmodellen die sechs Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) vor. Des Weiteren schlagen Becker et al. (2009b) zur Entwicklung von Reifegradmodellen Richtlinien vor, die im Wesentlichen auf den von Hevner et al. definierten Design-Science Research Guidelines basieren. Weitere Evaluationskriterien werden von Mettler genannt, hierzu zählen abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model, Gütekriterien und modellspezifische Evaluationskriterien, die sich anhand der formulierten Anforderungen bzw. Problemstellung ableiten lassen. Die Dokumentation von Reifegradmodellen, auf die Becker et al (2009a) in ihrer Arbeit bzgl. Reifegradentwicklung hinweisen, ist ebenfalls ein Evaluationskriterium. Ahlemann et al. definieren in ihrer Arbeit verschiedene Qualitäts- und Bewertungskriterien, die als solche herangezogen werden können. Demzufolge lassen sich als Evaluationskriterien festhalten:

- Durchgeführte Evaluation,
- Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten,
- Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung,
- Richtlinien zur Reifegradentwicklung,
- Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model,
- Gütekriterien,
- Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderung bzw. Problemstellung,
- Dokumentation von Reifegradmodellen und
- Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen.

Nachfolgend wird in den Subkapiteln auf diese Evaluationskriterien im Einzelnen detaillierter eingegangen.

3.3.3.1 Durchgeführte Evaluation des Reifegradmodells

Bei der Evaluation geht es darum zu überprüfen, ob ein Artefakt – hier das Reifegradmodell – die Anforderungen erfüllt. Artefakte können im Hinblick auf Funktionalität, Vollständigkeit, Konsistenz, Detailtreue, Leistungsvermögen, Zuverlässigkeit, Benutzerfreundlichkeit und

Passfähigkeit für die Organisation (oder andere Qualitätsmerkmale) bewertet werden (Hevner et al., 2004:85). Verwendbare Methoden sind beispielsweise Fallstudien, Experimente, Feldversuche, Simulationen oder analytischer Natur (Hevner et al., 2004:80). Für eine umfassende Evaluation wird eine multiperspektivische Vorgehensweise vorgeschlagen, so etwa von Mettler (Mettler, 2010:209). In Bezug auf die Evaluation von Referenzmodellen schlägt Frank dafür ein Rahmenwerk vor, das mögliche Evaluationskriterien an folgenden vier Perspektiven strukturiert (Frank, 2007:123ff.):

- *Ökonomische Perspektive:* Referenzmodelle zielen zwar darauf ab, Kosten zu senken, ihr Einsatz und Entwicklung verursachen allerdings auch Kosten. Somit gilt es, die Aufwände und den Ertrag aus dem Nutzen des Artefaktes gegenüberzustellen. Dabei werden hauptsächlich drei Kostenarten nach Einführung, Transformation sowie Analyse und Wartung unterschieden.
- *Perspektive der Modellverwendung:* Der Erfolg des Artefaktes – Referenzmodell – hängt primär von seiner Nutzung ab. Zu den Kriterien, die in diesem Kontext geprüft werden können, gehören die Verständlichkeit, Angemessenheit sowie die persönlichen Einstellungen der potenziellen Nutzer des zu verwendeten Referenzmodells. Zu den persönlichen Einstellungen zählen die Fähigkeit als Bereitschaft, sich mit dem Modell auseinanderzusetzen. Eine Nichtnutzung oder mangelnde Einstellung der Nutzer gegenüber dem Modell kann zu einem kritischen Erfolgsfaktor werden.
- *Perspektive der Modellkonstruktion:* Mit dieser Perspektive sollen zwei grundlegende Fragen beantwortet werden. Zum einen muss geprüft werden, ob das Modell die Anforderungen erfüllt. Zum anderen muss sichergestellt sein, ob die Spezifikationen geeignet sind, um das Modell hinsichtlich des Verwendungszwecks zu verwirklichen. Für die Analyse und Beantwortung dieser Fragen sind z.B. eine Beschreibung der betreffenden Anwendungsdomäne oder Verwendungszwecke notwendig, sowie Aussagen über Designentscheidungen und mögliche Alternativen, Angaben zur sprachlichen Qualität und zu technischen Merkmalen des Referenzmodells.
- *Epistemologische Perspektive:* Bei dieser Perspektive gilt es zu prüfen, ob die grundlegenden Annahmen des Modells gültig sind. Ein zentrales Element, eine Theorie bzw. ein Modell zu prüfen, ist der Wahrheitsgehalt. Der Wahrheitsbegriff ist für Referenzmodelle allerdings nur bedingt geeignet, da die meisten Systeme zukünftige Aussagen treffen. Sie sind nicht nur deskriptiv, sondern auch präskriptiv. Ein Referenzmodell muss nicht ganz der Realität entsprechen, es sollte Beweisen oder begründeten Tatsachen allerdings nicht widersprechen. Somit sollte beim Design eines Modells ein allgemeiner Konsens der Experten im Vordergrund stehen.

Ein weiterer Teil der Perspektive kann auch ein Vergleich des Modells mit bewährten Theorien oder Entwurfsmustern sein.

Eine Evaluation eines Reifegradmodells erfolgt in mehreren Schritten unter Verwendung verschiedener Methoden. Somit lässt sich eine Evaluation z.B. wie in Tabelle 18 strukturieren (Hecht, 2014:200):

Tabelle 18: Mögliche Struktur eines Evaluationsvorhabens in Anlehnung an Hecht

Zeitraum	Evaluationsschritt	Perspektive
Beginn – Ende	Fallstudie 1	Modellverwendung
Beginn – Ende	Expertenevaluation z.B. Gruppendiskussion	
Beginn – Ende	Fallstudie 2	
Beginn – Ende	Analytische Evaluation des finalen Modells	Modellkonstruktion

Jeder Evaluationsschritt befasst sich mit unterschiedlichen Schwerpunkten, die am Ende zu einer gesamten Betrachtung führen.

3.3.3.2 Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten

Zu bewerten an dieser Stelle ist der typische Aufbau des Reifegradmodells in Bezug zu seinen Komponenten, wie in den Arbeiten von Ahlemann et al., Fraser et al., de Bruin et al. oder Gottschalk & Solli-Sæther in Kapitel 3.2.2 beschrieben. So geht es um die Bewertung der typischen Anzahl der Reifegradstufen, deren Beschreibung, hierarchischen Anordnung und die Vorgabe einen Entwicklungspfades innerhalb des Modells. Der zweite Aspekt betrifft die Bewertung hinsichtlich der Dimensionen, denen die Reifegrade zugeordnet sind.

3.3.3.3 Grundlagen ordnungsgemäßer Modellierung

Für die Evaluation von Modellen schlagen Becker et al. am Beispiel von Informationsmodellen sechs Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) vor. Durch die Anwendung der GoM soll die Qualität des Modells erhöht werden und gleichzeitig als Gestaltungsempfehlungen für Modellierer dienen. Diese lauten (Becker et al., 1995:437ff.):

1. *Grundsatz der Richtigkeit:* Das Modell sollte syntaktisch als auch semantisch korrekt sein.
2. *Grundsatz der Relevanz:* Das Abstraktionsniveau und das zu modellierende Objekt sollten den Zielsetzungen des Modells entsprechen.
3. *Grundsatz der Wirtschaftlichkeit:* Die Modellentwicklung sollte unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit erfolgen, im Fokus stehen die Modellierungskosten und -leistungen.
4. *Grundsatz der Klarheit:* In der Modellierung sollten zum besseren Verständnis Elemente wie Strukturiertheit, Übersichtlichkeit oder Lesbarkeit berücksichtig werden.

5. *Grundsatz der Vergleichbarkeit:* Modelle sollten syntaktisch als aus semantisch vergleichbar sein.
6. *Grundsatz des systematischen Aufbaus:* Um diese Forderung erfüllen zu können, ist zweierlei zu gewährleisten. Zum einen ist die Existenz einer auf einem sichtübergreifenden Metamodell basierenden Informationssystem-Architektur erforderlich. Zweitens müssen sichtorientierte Sachverhalte auch im Kontext mit anderen Sichten gesehen werden.

Ein Anspruch an die GoM ist ein normativer Charakter (Maßstab/Regel) für die Entwicklung von Informationsmodellen (Becker et al., 1995:444). Demzufolge können die GoM auch für die Evaluation von Reifegradmodellen angewendet werden, wie von Mettler aufgenommen. Die Evaluationskriterien und Interpretation bzgl. der Anforderungen an Reifegradmodelle sind in Tabelle 19 dargestellt (Mettler, 2010:214ff.).

Tabelle 19: Evaluationskriterien auf Basis der GoM nach Mettler

Evaluationskriterium	Anforderungen an Reifegradmodelle zitiert nach Mettler (2010:214ff.)
Richtigkeit	Das Reifegradmodell ist semantisch und syntaktisch insofern richtig, als dass es vom Modellersteller und -nutzer in gleicher Weise interpretiert wird.
Relevanz	Das Reifegradmodell enthält all diejenigen Elemente und Verknüpfungen, ohne deren Existenz der Nutzeneffekt der Modellverwendung sinken würde.
Wirtschaftlichkeit	Das Reifegradmodell ist hinsichtlich seines Detaillierungsgrades optimal und nutzt Mechanismen zur Flexibilisierung des Modells.
Klarheit	Das Reifegradmodell ist verständlich, anschaulich und optimal leserlich.
Vergleichbarkeit	Das Reifegradmodell kann mit anderen Modellen auf einfache Weise verglichen werden.
Systematischer Aufbau	Das Reifegradmodell folgt einer logischen Struktur und ist in sich konsistent

3.3.3.4 Richtlinien zur Reifegradentwicklung

Ein weiteres Evaluationskriterium für Reifegradmodelle sind die von Becker et al. vorgeschlagenen Richtlinien zur Reifegradentwicklung. Nach ihrer Auffassung stellt eine Reifegradmodell ein Artefakt dar und unterliegt somit den Grundsätzen einer konstruktionsorientierten Forschung (Design Science). Sie beschreiben acht Richtlinien, die bei der Entwicklung eines Reifegradmodells eingehalten werden sollen (Becker et al., 2009b:536ff.). Folgend werden die acht Richtlinien nach Becker et al. zitiert in für uns sinngemäßer Reihenfolge:

- *R1-Problemdefinition:* Der zukünftige Anwendungsbereich des Reifegradmodells einschließlich seiner Einsatzvoraussetzungen und der mit dem Reifegradmodell angestrebte Nutzen sind vor der Entwicklung festzulegen.
- *R2-Aufzeigen der Problemrelevanz:* Der Bedarf eines Problemlösungsbeitrag in Form des zu entwickelnden Reifegradmodells in Forschung und/oder Praxis ist darzulegen.
- *R3-Vergleich mit existierenden Reifegradmodellen*: Die Notwendigkeit zur Entwicklung eines Reifegradmodell ist durch einen Vergleich mit bestehenden Reifegradmodellen zu begründen.
- *R4-Multimethodisches Vorgehen:* Die Entwicklung von Reifegradmodellen bedient sich unterschiedlicher Forschungsmethoden, deren Einsatz jeweils begründet zu wählen und untereinander abzustimmen ist.
- *R5-Iteratives Vorgehen:* Die Entwicklung eines Reifegradmodells erfolgt iterativ in mehreren Schritten.
- *R6-Evaluation:* Die in die Reifegradmodellentwicklung eingehende Grundlagen und Prämissen, sowie die Funktionserfüllung – Nutzen, Effektivität, etc. – durch das Artefakt selbst müssen evaluiert werden.
- *R7-Adressatengerechte Ergebnisbereitstellung:* Das Reifegradmodell ist den Nutzern in adressatengerechter Weise zur Verfügung zu stellen.
- *R8-Wissenschaftliche Dokumentation:* Der Prozess der Entwicklung des Reifegradmodells ist hinsichtlich der Einzelschritte, Beteiligten, angewendeten Methoden und Ergebnisse ausführlich zu dokumentieren.

3.3.3.5 Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model

Bei der Anwendung des Modells geht es darum, den Willen zur Nutzung des Reifegradmodells zu bewerten. Für die Beurteilung des Nutzens sind zu einem individuelle (z.B. Personal) als auch organisationale (Abteilung) Unternehmenseinheiten zu betrachten. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 17 dargestellt (Delone & McLean, 2003:12).

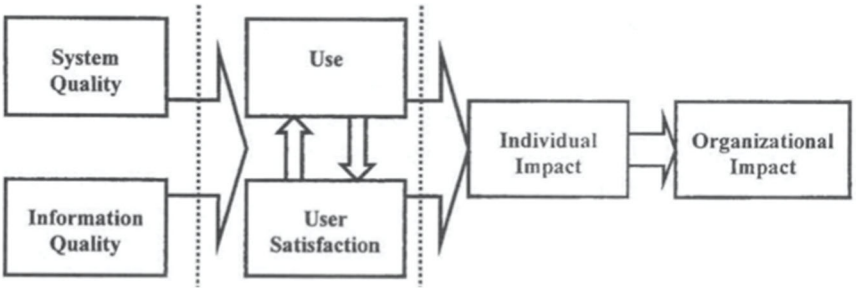


Abbildung 17: Individuelle und organisationale Betrachtungsebenen im IS-Success Model (Delone & McLean, 2003:12)

Die grundsätzliche Annahme des Modells von Delone und McLean ist, dass die Qualitäten bezogen auf Information, System und Service das Nutzerverhalten beeinflussen. Führt das Reifegradmodell zu einer qualitativen Verbesserung, so wird das System häufiger genutzt, was zu einer erhöhten Benutzerfreundlichkeit führt, womit wiederum eine positive Bewertung verbunden ist. Umgekehrt führt ein qualitativ schlechtes System zu Unzufriedenheit bei Nutzern, wodurch es weniger genutzt wird und womit eine negative Bewertung verbunden ist. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 18 dargestellt (Delone & McLean, 2003:23f.).

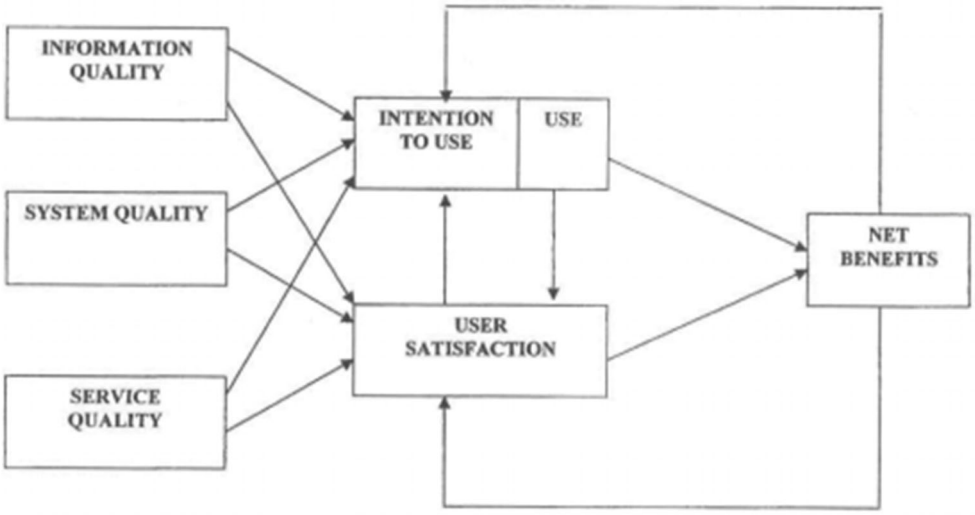


Abbildung 18: IS-Success Model (Delone & McLean, 2003:24)

Für die Bewertung haben die beiden Autoren Delone und McLean eine Anzahl von Kriterien definiert, die sich den Kategorien Systemqualität, Informationsqualität, Servicequalität, Benutzen, Benutzerzufriedenheit, Benefit zuordnen lassen (Delone & McLean, 2003:26):

- Systemqualität
    - Anpassungsfähigkeit
    - Verfügbarkeit
    - Verlässlichkeit
    - Reaktionszeit
    - Benutzerfreundlichkeit
- Informationsqualität
    - Vollständigkeit
    - Leichte Verständlichkeit
    - Personalisierung
    - Relevanz
    - Sicherheit
- Servicequalität
    - Sicherheit

    - Empathie
    - Empfänglichkeit
- Benutzen
    - Art der Nutzung
    - Navigationsmuster
    - Anzahl der Besuche vor Ort
    - Anzahl der ausgeführten Transaktionen
- Benutzerzufriedenheit
    - Wiederholungskäufe
    - Wiederholungsbesuche
    - Benutzerumfragen
- Benefit
    - Einsparmaßnahmen
    - Erweiterte Märkte
    - Inkrementelle Zusatzverkäufe
    - Reduzierte Suchkosten
    - Zeitersparnis

Die Evaluation kann anhand einer Umfrage mittels Fragebogen in Form einer Likert-Skala durchgeführt werden und die Visualisierung der Ergebnisse beispielsweise in Form eines Balkendiagrammes erfolgen.

3.3.3.6 Gütekriterien

Gütekriterien sind wichtige Elemente und dienen der Qualitätssicherung. Per Definition handelt es sich um eine Verfahrensprüfung wissenschaftlicher Messmethoden. Sie werden eingesetzt, wo Daten erhoben werden. In der Literatur werden die folgenden drei Hauptgütekriterien eines Messinstrumentes unterschieden (Hammann & Erichson 2000:92ff. u. Lienert & Raatz 1994:7ff. in Himme, 2009:485):

1. *Objektivität:* Ein objektives Messergebnis ist dann gegeben, wenn verschiedene Personen, die die Messung durchführen, zu einem gleichen Messergebnis gelangen. Die Objektivität muss für die Durchführung, Auswertung und Interpretation gegeben sein. Gerade die Interpretation der Messergebnisse lässt einen großen Spielraum zu. Die Interpretationsobjektivität ist dann gegeben, wenn aus gleichen Ergebnissen gleiche Schlussfolgerungen gezogen werden.
2. *Reliabilität:* Die Reliabilität betrifft die Zuverlässigkeit und Stabilität eines Messinstrumentes. Es geht um die Frage, wie gemessen wird und die Forderung,

dass die Messergebnisse bei wiederholter Messung reproduzierbar sind. Dies kann z.B. mit einem Item-Fragebogen als Messinstrument erfolgen.

3. *Validität:* Die Validität bezieht sich auf die Gültigkeit eines Messinstrumentes. Bei der Validitätsprüfung geht es darum, sicherzustellen, dass mit einem Messinstrument das gemessen wird, was gemessen werden soll. Dabei geht es hauptsächlich um die Konstruktion des Messinstrumentes. Man kann von einer Validität sprechen, wenn die zu messenden Merkmale inhaltlich abgedeckt sind.

In diesem Zusammenhang spielt die Transparenz eine wichtige Rolle. Damit Außenstehende in der Lage sind, Vorgehensweisen nachzuvollziehen, sollte jede Aktivität Schritt für Schritt dokumentiert werden. Unabhängig davon stellen bereits de Bruin et al. heraus, dass im Rahmen der Evaluation neben dem Modell selbst auch die Bewertungsinstrumente zu bestimmen und zu überprüfen sind (de Bruin et al., 2005).

3.3.3.7 Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderung bzw. Problemstellung

Die spezifischen Evaluationskriterien werden anhand der Anforderungen bzw. der Problemstellung abgeleitet. Da sich die Reifegradmodelle jeweils unterscheiden, kann an dieser Stelle keine Liste mit bestimmen Kriterien aufgezählt werden. Demzufolge dienen die abgeleiteten Evaluationskriterien zur Überprüfung der eigenen funktionalen Anforderungen. Diese Form der Verifikation trägt dazu bei, festzustellen, ob das Reifegradmodell die Ziele und den damit verbundenen Nutzen erfüllt. So könnte beispielweise eine Reifegradmodell, welches die Digitalisierung von Prozessen als Anforderung hat, daraufhin überprüft werden, ob das Reifegradmodell Auskunft darüber gibt, inwieweit Technologien zur Automatisierung der Prozesse eingesetzt werden und die Integrität einzelner Systeme vorhanden sind. Neben der technologischen Betrachtung können auch strategische, organisatorische oder kulturelle Gesichtspunkte herangezogen werden. In der Regel erfolgt eine solche Form der Validierung bereits im iterativen Entwicklungsprozess, allerding kann dies auch am Ende als ganzheitliche Validierung des Reifegradmodell erfolgen.

3.3.3.8 Dokumentation von Reifegradmodellen

Die mangelnde Dokumentation spielt eine zentrale Rolle. In den seltensten Fällen ist die Motivation eines neues Reifegradmodells, die Entwicklungs- und Evaluationsschritte und Modellfunktionen dokumentiert (Becker et al., 2009a:3).

Aufgrund der Abhängigkeit des Reifegradmodells in Bezug zu dem Modellierer, dem Modellnutzer, dem Original, der Zeit und der verwendeten Modellierungssprache ist es nach Becker et al. (2009a) notwendig, die Rahmenbedingungen zu dokumentieren. Es sollte erkennbar sein, welcher Problembereich und welche Zielgruppe das Reifegradmodell adressiert. Bei der Spezifikation des Problembereiches sollte eine Abgrenzung

vorgenommen und auf ähnliche Modelle hingewiesen werden. Des Weiteren ist zu dokumentieren, wer an der Entwicklung des Reifegradmodells beteiligt war, um unterscheiden zu können, ob das Modell unternehmensintern oder durch einen externen Auftrag (Unternehmensberatung oder Forschungseinrichtung) entwickelt wurde. Der Faktor Zeit ist ebenfalls ein wichtiges Kriterium, das es zu dokumentieren gilt. Reifegradmodelle werden jeweils zu einem bestimmten Zeitpunkt erstellt, dadurch haben sie die Eigenschaft, dass sie aufgrund von sich ändernden Rahmenbedingungen, des technologischen Fortschrittes oder neuer wissenschaftlichen Erkenntnissen veralten (de Bruin et al., 2005; Klimko 2001 in Becker et al., 2009a:9).

Dies impliziert eine ständige Weiterentwicklung des Ursprungsmodells. Mit Hilfe von Anpassungen entstehen so neue Modellversionen, die zum aktuellen Zeitpunkt wieder gültig sind. Auf der anderen Seite können die veränderten Rahmenbedingungen das Reifegradmodell ungültig werden lassen, so dass es entweder verworfen oder durch andere neue Modelle ersetzt wird. Somit sollte der Zeitraum der Modellentwicklung und der Zeitpunkt der Veröffentlichung dokumentiert werden. Die Angabe von Versionsnummern dient zu besseren Übersicht und sollten genutzt werden, wenn sich das Modell im Laufe der Zeit verändert. Existierende Reifegradmodell dienen oftmals als Ausgangspunkt oder Vorbild für die Entwicklung eines neuen Reifegradmodells. Baut das Reifegradmodell auf anderen Modellen auf, sollten diese in der Dokumentation explizit erwähnt werden. Die übernommenen Strukturelemente und Inhalte sowie Anpassungen sollten daraus hervorgehen. Die Entwicklung eines Reifegradmodells erfolgt i.d.R. als iterativer Prozess, bei dem die Phasen der Entwicklung und Evaluation mehrfach durchlaufen werden. Daher sollten die Ergebnisse dieser Schritte Bestandteile der Dokumentation sein. So kann später der Weg zum endgültigen Ergebnis für jedermann nachvollzogen werden (Becker et al., 2009a:8f.).

3.3.3.9 Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen

Ahlemann et al. haben Qualitäts- und Bewertungskriterien bzgl. Kompetenz- und Reifegradmodellen identifiziert. Hierzu zählen empirische Fundierung der Modellkonstruktion, Werkzeugunterstützung, Grad der Standardisierung, Flexibilität / Grad der Anpassbarkeit, Benchmarking-Eignung, Zertifizierung, Prozessoptimierungspotenzial und Nachweis der Korrelation von Reife und Erfolg. Diese werden folgendermaßen beschrieben (Ahlemann et al., 2005:20ff.):

- *Empirische Fundierung der Modellkonstruktion:* Dies kann als ein Kriterium angesehen werden, weil eine breit angelegte Analyse von empirischen Fällen, bzw. eine breit angelegte Befragung von Fachexperten die Wahrscheinlichkeit einer universellen Anwendung des Modells und die Wahrscheinlichkeit der Akzeptanz bei

den Nutzern erhöht. Basiert ein Modell auf wenigen Fällen, so ist es fragwürdig, ob dies auf andere Fälle übertragbar ist. Aus wissenschaftlicher Sicht kann nur eine umfassende dokumentierte empirische Grundlagenarbeit die Modellkonstruktion nachvollziehbar und prüfbar machen.

- *Werkzeugunterstützung:* Bei diesem Kriterium geht es darum, inwieweit das Modell bzgl. der Datenerhebung und Datenauswertung softwaretechnisch unterstützt wird. Dabei gibt es die drei Ausprägungen keine, dezentral oder zentral. Bei der dezentralen Ausprägung muss für jeden Anwender eine eigene Installation vorliegen, eine Verbindung zu anderen ist nicht vorgesehen. Die zentrale Ausprägung hingegen ermöglicht eine Vernetzung untereinander, dies ist vor allem beim Benchmarking hilfreich.
- *Grad der Standardisierung:* Das Kriterium gibt darüber Auskunft, ob das Modell von einer Einzelperson, einer Organisation oder Institution entwickelt worden ist oder einem Standard (DIN, EN, ISO, etc.). entspricht. Je höher die Standardisierung, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es weite Verbreitung findet.
- *Flexibilität / Grad der Anpassbarkeit:* Hierbei geht es darum, in welchem Ausmaß ein Modell an die Anforderungen individueller Nutzer angepasst werden kann. Es ist denkbar, das einzelne Bereiche des Modells eliminiert werden, wenn diese für einen Nutzer keine Relevanz besitzen. Die Anpassungsfähigkeit eines Modells wird durch eine systematische Konstruktion und eine flexible Softwareunterstützung erleichtert.
- *Benchmarking-Eignung:* Das Benchmarking ermöglicht, Vergleiche herzustellen, indem Ergebnisse der Modellanwendung ausgetauscht werden. Die Ausprägungen reichen von ungeeignetem über internem zu externem Benchmarking. Beim internen Benchmarking erfolgt der Vergleich der Ergebnisse der Modellanwendung nur innerhalb einer Organisation. Beim externen Benchmarking können Ergebnisse der Modellanwendung aus unterschiedlichen Organisationen verglichen werden.
- *Zertifizierung:* Dabei geht es um eine allgemeine und offizielle Anerkennung des Modells. So ist mit der Einführung eines Reifegradmodells eine Zertifizierung vorgesehen oder nicht. Das Anstreben einer Zertifizierung hat zwei Gründe. Zum einen kann das Attestieren eines Niveaus (Reifegrad) eine Voraussetzung für einen Vertragsabschluss mit möglichen Kunden dienen. Zum anderen können Zertifikate für die Darstellung nach außen im Bereich des Marketings eingesetzt werden.
- *Prozessoptimierungspotential:* Aus den Ergebnissen der Anwendung eines Modells lässt sich allein nicht auf die Erfüllung allgemeiner Anforderungen schließen. Aufgrund von Handlungsempfehlungen wird das Nutzen eines Modells erleichtert, da eine Interpretation von Ergebnissen und die daraus resultierenden Maßnahmen nicht mehr hinterfragt werden müssen. Hierbei handelt es sich um sogenannte Best-

Practice-Ansätze, bei denen man davon ausgeht, dass es sich um effektive allgemeingültige Maßnahmen handelt.

- *Korrelation Reife und Erfolg:* Aus wissenschaftlicher Sicht ist dieser Nachweis zwingend zu erbringen. Denn nur so ist sichergestellt, dass mit der Anwendung des Modells im Rahmen des Aufbaus bzw. erreichter Reife der angestrebte Nutzen verbunden ist.

4 Diskussion der Methodik und Ergebnisse

Reifegradmodelle helfen Organisationen dabei, Veränderungs- und Verbesserungspotentiale zu identifizieren. Typischerweise besteht das Reifegradmodell aus verschiedenen Stufen, bei dem die höchste den Idealzustand beschreibt. Weiterhin sind Reifegrade in mehrere Dimensionen und ggf. Unterdimensionen aufgeteilt, die mit Kriterien verbunden sind und für die Reifegradbewertung eine wichtige Rolle spielen. Nicht selten lassen sich die Eigenschaften eines Reifegradmodells mit der eigenen Organisation in Einklang bringen. Demzufolge existiert eine Vielzahl von Reifegradmodellen für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete. Kohlegger et al. haben 74 Reifegradmodelle aus dem Bereich der WI identifiziert (2009:51), Mettler identifizierte und analysierte 117 verschiedene (2010:260). Bereits de Bruin et al. gehen von mehr als 150 existierenden Reifegradmodellen aus (2005).

Im Folgenden wird der Versuch unternommen, die aus der Literaturanalyse identifizierten Evaluationskriterien auf IT-Reifegradmodelle hin zu prüfen. Die Prüfung auf Existenz erfolgt anhand von drei Ausprägungen, wie in Tabelle 20 dargestellt. Für die spätere Bewertung der IT-Reifegradmodelle erhält jede Ausprägung einen Punktwert.

Tabelle 20: Darstellung der Ausprägung für die Bewertung

Darstellung	Punktwert	Ausprägung
○	0	Das Evaluationskriterium trifft nicht zu oder es konnten keine Hinweise gefunden werden.
◗	0,5	Das Evaluationskriterium trifft teilweise zu. Dies ist der Fall, wenn ein Evaluationskriterium aus verschiedenen Merkmalen besteht und mind. eines zutreffend ist. Als Beispiel können an dieser Stelle Kriterien aus dem IS-Success Model genannt werden.
●	1	Das Evaluationskriterium trifft zu.

Es folgen die Darstellung des Bewertungskatalogs, die Durchführung der Prüfung und die Zusammenfassung der Ergebnisse. Zum Schluss werden mögliche Anpassungsbedarfe der Evaluationskriterien beschrieben.

Zuvor sollten die eigenen methodischen Restriktionen reflektiert werden: Hier wäre etwa zu nennen die Beschränkung, was durchsuchte Literaturdatenbanken oder Suchbegriffe angeht. Auch war es uns in diesem Rahmen nicht möglich alle Originalquellen im Volltext aufzuspüren, nichtsdestotrotz sind sie zwecks Transparenz im Zusammenhang mit Sekundärquellen zitiert worden.

Ein breiterer Suchfokus hätte möglicherweise weitere Kriterien zu Tage gefördert. Auch sind die neun Kriterien nicht vollkommen überschneidungsfrei, siehe dazu auch den Ergebnis-Abschnitt dieses Kapitels. Daneben ist natürlich auch die innerhalb dieses Kapitels folgende subjektiv abgestufte Bepunktung der Reifegradmodelle und deren dreistufiges Schema ausbaufähig, etwa durch eine größere Stichprobe einschätzender Personen. Die Auswahl der bewerteten Modelle wäre außerdem erweiterbar durch finanzielle Ressourcen oder Kooperationen für den Zugriff auf solche oft proprietäre Artefakte.

Die Handhabung der Reifegradmodelle könnte man dahingehend überprüfen, indem man diese auf Organisationen anwendet. Die gewonnenen Rückschlüsse bieten Informationen über die Nutzung sowie mögliche Hinweise für Verbesserungspotentiale.

4.1 Bewertungskatalog

Für die Überprüfung der Evaluationskriterien im Hinblick auf ein IT-Reifegradmodell wird der Bewertungskatalog aus Tabelle 21 herangezogen. Dieser besteht aus dem Kriterium selbst und dessen Anforderung. Besitzt ein Evaluationskriterien ggf. ein oder mehrere Unterpunkte, wird dies nicht explizit aufgeführt.

Tabelle 21: Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle

Evaluationskriterium	Anforderung
Durchgeführte Evaluation	Liegt dem IT-Reifegradmodell eine Evaluation zu Grunde?
Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten	Besteht das IT-Reifegradmodell aus einem grundsätzlich strukturellen Aufbau?
Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung	Wurden bei der Entwicklung des IT-Reifegradmodells die GoM berücksichtigt?
Richtlinien zur Reifegradentwicklung	Wurden bei der Konstruktion des IT-Reifegradmodells die Richtlinien zur Reifegradentwicklung berücksichtigt?
Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model	Gibt es Hinweise zur Nutzerzufriedenheit und -akzeptanz?
Gütekriterien	Lässt das IT-Reifegradmodell einen Rückschluss auf verwendete Gütekriterien zu?
Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung	Werden bei der Evaluation des IT-Reifegradmodells spezifische Kriterien für dessen Evaluation definiert?
Dokumentation von Reifegradmodellen	Liegt dem IT-Reifegradmodell eine Dokumentation zu Grunde, z.B. für die Nutzer als auch für die Entwicklung?
Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen	Erfüllen die IT-Reifegradmodelle die in dem vorherigen Kapitel genannten Qualitäts- und Bewertungskriterien?

4.2 Durchführung der Prüfung anhand der Evaluationskriterien

Die Recherche hat ergeben, dass IT-Reifegradmodelle für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete bzw. Domänen existieren. Darüber hinaus werben viele Unternehmen mit IT-Reifegradmodellen, diese sind allerdings nicht zugänglich. Für die Durchführung zur Überprüfung der Evaluationskriterien aus Tabelle 21 werden die in Tabelle 22 genannten IT-Reifegradmodelle herangezogen. Bei deren Auswahl wurde ebenfalls auf die Urhebenden geachtet, um nicht ausschließlich Modelle von Einzelpersonen zu betrachten. Demnach wurden Modelle ausgewählt, die von einer und mehreren Personen bis hin zu einem unabhängigen Verband entwickelt wurden.

Tabelle 22: Zur Überprüfung ausgewählte IT-Reifegradmodelle

Nr.	Bezeichnung	Herausgeber
I	Entwicklung eines Reifegradmodells zur Bewertung des Digitalisierungsgrades von Geschäftsprozessen	Große-Schwiep et al.
II	Ein Reifegradmodell für die Bewertung und Verbesserungen von Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement	Hecht
III	Reifegradmodell zum Digital Analytics & Optimization Maturity Index (DAOMI)	Bitkom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.

4.2.1 Überprüfung der Evaluationskriterien des IT-Reifegradmodells von Große-Schwiep et al.

Mit dem IT-Reifegradmodell von Große-Schwiep et al. werden Unternehmen bei der systematischen Bewertung des Digitalisierungsgrades ihrer Geschäftsprozesse unterstützt. Das Ziel ist, dass Unternehmen anhand einer IST-Analyse ihrer Geschäftsprozesse ihre digitale Reife ermitteln können.

Tabelle 23: Ergebnisse der Evaluationskriterien auf das IT-Reifegradmodells v. Große-Schwiep et al.

Evaluationskriterium	Ergebnis	Darstellung
Durchgeführte Evaluation	Es wird eine Evaluation auf die Konstruktion des IT-Reifegradmodells durchgeführt. Des Weiteren werden bei der Evaluation Kriterien wie die *Relevanz des Themas*, *Verständlichkeit des Modells* oder die *Nützlichkeit* des IT-Reifegradmodells überprüft. Dementsprechend werden bei der Evaluation verschiedene Perspektiven – *Perspektive der Modellanwendung* und *Perspektive der Modellkonstruktion* – berücksichtigt. Die Evaluation wurde mit Hilfe einer *Umfrage* anhand einer Excelliste durchgeführt.	
Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten	Das IT-Reifegradmodell verfügt über eine grundsätzliche Struktur im Aufbau. Es besteht aus mehreren *Dimensionen* und hat *fünf Reifegradstufen*. Diese sind aufbauend, sodass ein *Entwicklungspfad* vorgegeben ist.	
Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung	Dieses Evaluationskriterium wurde bei der Konstruktion des IT-Reifegradmodells nicht angewendet.	
Richtlinien zur Reifegradentwicklung	Die Richtlinien zur Reifegradentwicklung wurden berücksichtigt und sind entsprechend dokumentiert.	
Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model	Bezüglich diesem Evaluations-kriterium werden Begriffe wie *Relevanz*, *Verständlichkeit* oder *Vollständigkeit* im Zuge der Evaluationsergebnisse genannt. Für die Beurteilung des *Nutzens* werden *Akteure* genannt, es sind aber keine Hinweise zu *Unternehmensbereichen* zu finden.	
Gütekriterien	Keine Angaben.	
Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung	Bei dem IT-Reifegradmodell werden *spezifische Kriterien* wie z.B. *Automatisierung*, *Vernetzung* oder *digitale Überprüfung der Prozesse* mit einbezogen.	
Dokumentation von Reifegradmodellen	Da das IT-Reifegradmodell nach den acht Richtlinien konstruiert wurde, ist dieses Evaluationskriterium mit den Anforderungen der Richtlinie *R8-Wissenschaftliche Dokumentation* erfüllt.	
Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen	Bei dem IT-Reifegradmodell ist eine *Werkzeugunterstützung* hinsichtlich der Datenerfassung zum Einsatz gekommen. Dabei wurde eine *softwaregestützte* Inhaltsanalyse durchgeführt, sodass 511 Beiträge für die Analyse einflossen. Aufgrund der breiten Analyse impliziert dies eine empirische Fundierung der Modellkonstruktion. Weitere Hinweise wie z.B. über Zertifizierungen konnten nicht gefunden werden.	

4.2.2 Überprüfung der Evaluationskriterien des IT-Reifegradmodells von Hecht

Das IT-Reifegradmodell von Hecht hat das Ziel, Unternehmen in der Identifikation, Bewertung und Verbesserung von organisatorischen Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement zu unterstützen.

Tabelle 24: Ergebnisse der Evaluationskriterien auf das IT-Reifegradmodells von Hecht

Evaluationskriterium	Ergebnis	Darstellung
Durchgeführte Evaluation	Dem IT-Reifegradmodell liegt eine Evaluation zu Grunde. Bei der Evaluation wurden diverse Methoden wie z.B. *Gruppendiskussionen* oder *Fallstudien* berücksichtiget. Zudem fand eine Evaluation aus der *Perspektive der Modellanwendung* und *der Modellkonstruktion* statt.	●
Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten	Aufgrund der durchgeführten Evaluation hinsichtlich des spezifischen Kriteriums *systematischer Aufbau* (siehe GoM) ist dieser Punkt erfüllt.	●
Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung	Das IT-Reifegradmodell wird auf Basis der GoM überprüft. Dabei werden die Evaluationskriterien *Richtigkeit, Relevanz, Wirtschaftlichkeit, Klarheit, Vergleichbarkeit und systematischer Aufbau* herangezogen.	●
Richtlinien zur Reifegradentwicklung	Für die Anwendung dieses Evaluationskriteriums konnten keine Hinweise gefunden werden.	○
Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model	Es konnten keine Hinweise zu dem Evaluationskriterium gefunden werden.	○
Gütekriterien	Bei dem gewählten Vorgehensmodell zur Entwicklung des IT-Reifegradmodells wird in der Evaluationsphase darauf hingewiesen, dass neben dem Modell selbst auch die *Assessment-Instrumente* überprüft werden. Konkret wird hier ein *Assessment-Fragenbogen* genannt. Das Merkmal kann aber nur halb als zutreffend gewertet werden, weil keine Evaluationsergebnisse in Bezug auf die Messinstrumente und Bewertungsmethode gefunden werden konnte.	◗
Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung	Die Anwendung dieses Evaluationskriterium wurde berücksichtigt. So werden die spezifischen Kriterien *Bewertung und Verbessern, Verbesserungsmaßnahmen und Umsetzung, Selektive Verbesserung, Selbstbewertung und Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement* in Bezug auf die formulierte Anforderung verwendet.	●
Dokumentation von Reifegradmodellen	Da die Konstruktion des IT-Reifegradmodells nicht nach den *Richtlinien zur Reifegradentwicklung* entworfen wurde, trifft auch die Richtlinie *R8-Wissenschaftliche Dokumentation* nicht zu. Daher muss es die Anforderungen der	◗

	Dokumentation von Reifegradmodellen erfüllen. Bei dem IT-Reifegradmodell werden Angaben über die *Zielgruppe* bzw. *Nutzer* gemacht, hierbei handelt es sich um interne und externe IT-Dienstleister. An der *Entwicklung* waren Personen aus der internen IT-Abteilung einer Organisation beteiligt. Der *Problembereich* wird ebenfalls hervorgehoben. So soll das IT-Reifegradmodell Unternehmen bei der Identifikation, Bewertung und Verbesserung von organisatorischen Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement unterstützen. Ebenfalls werden die *Rahmenbedingungen*, die dem IT-Reifegradmodell unterliegen, beschrieben. Diese umfassen beispielsweise strategische Geschäfts- und IT-Ziele, die Wahl des ERP-Herstellers und die Bindung an entsprechende Wartungsverträge. Angaben zu *Zwischenergebnissen* während der Entwicklung des IT-Reifegradmodells konnten nicht gefunden werden.	
Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen	Hier trifft eine *empirische Fundierung der Modellkonstruktion* zu. Dem Modell liegen Daten zugrunde, die auf Expertenwissen beruhen und durch eine umfassende Literaturanalyse gewonnen wurden. Bezüglich der Gestaltung der Modellarchitektur und Methodik der Reifeermittlung wurde der anerkannte ISO/IEC 15504 Standard verwendet, dadurch ist das Kriterium *Grad der Standardisierung* erfüllt. Die Anwendung dieses Standards deckt auch *Flexibilität / Grad der Anpassbarkeit* mit ab. Ein *Benchmarking* ist mit fünf Unternehmen durchgeführt worden. Ziel war eine Bewertung und ein Vergleich von Prozessen im ERP-Anwendungsmanagement verschiedener Unternehmen. Das Kriterium *Werkzeugunterstützung* kann auch als erfüllt angesehen werden, da beim Benchmarking für die Datenerhebung ein webbasierter Fragebogen zum Einsatz gekommen ist. Andere Hinweise wie beispielsweise eine angestrebte *Zertifizierung* konnten nicht gefunden werden.	◗

4.2.3 Überprüfung der Evaluationskriterien des IT-Reifegradmodells von Bitkom

Das IT-Reifegradmodell Digital Analytics & Optimization Maturity Index (DAOMI) wurde speziell für diesen Bereich digitaler Analytik und Optimierung entwickelt, um mit einem strukturierten Vorgehen einen tieferen Einblick in die Nutzung von digitalen Kundenbeziehungen zu erhalten.

Tabelle 25: Ergebnisse der Evaluationskriterien auf das IT-Reifegradmodells von Bitkom

Evaluationskriterium	Ergebnis	Darstellung
Durchgeführte Evaluation	Dem IT-Reifegradmodell liegt eine Evaluation zu Grunde. Dabei ist beispielsweise die Methode einer Fokusgruppe (Expertenworkshop) zum Einsatz gekommen, die der *Perspektive der Modellkonstruktion* zugeordnet werden kann.	●
Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten	Das IT-Reifegradmodell erfüllt dieses Evaluationskriterium. Dabei werden sechs *Dimensionen* (Strategie, Kultur & Personal, Organisation, Daten, Technologie und Prozesse) betrachtet, die aus mehreren *Reifegraden* (0 bis 5) bestehen. Ein entsprechender *Entwicklungspfad* ist ebenfalls zu erkennen.	●
Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung	Es konnte keine Hinweise gefunden werden.	○
Richtlinien zur Reifegradentwicklung	Diese Evaluationskriterium wurde nicht explizit genannt, allerdings lassen sich aufgrund des Vorgehens bestimmte Rückschlüsse zu einzelnen Richtlinien schließen. Es sind Angaben zur Richtlinie *R1-Problemdefinition* zu finden, dabei werden die *Zielgruppen* (Endanwender, Berater, Wissenschaftler und Technologie-Anbieter) und der *Verwendungszweck* (In welchen Bereich sollten Projekte geplant werden, um das digitale Kundenerlebnis zu verbessern?) dargestellt. Anhand einschlägiger Literatur wurde die Richtlinie *R2-Aufzeigen der Problemrelevanz* und *R3-Vergleich mit existierenden Reifegradmodellen* erfüllt. Innerhalb der praktischen und wissenschaftlichen Literatur konnte kein Reifegradmodell für die Domäne gefunden werden. Entweder weisen sie Lücken im Betrachtungsumfang auf oder entsprechen nicht dem aktuellen Entwicklungsstand der Domäne. Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Reifegradmodells wird die Richtlinie *R4-Multimethodisches Vorgehen* (Fallstudien bzw. Umfragen) erfüllt. Die Entwicklung des IT-Reifegradmodell erfolgte iterativ, somit kommt die Richtlinie *R5-Iteratives Vorgehen* zu tragen. Die Richtlinie *R6-Evaluation* wurde ebenfalls angewendet, betrachtet wurden das Modell sowie die dazugehörigen Messinstrumente.	●

	Durch die Öffentlichkeitsarbeit wurde die Richtlinie *R7-Adressatengerechte Ergebnisbereitstellung* erfüllt. Die Kommunikation der Ergebnisse erfolgte auf verschiedenen Veranstaltungen und Konferenzen, der eMetrics2017 sowie einer offiziellen Pressekonferenz der Bitkom. Die Richtlinie *R8-Wissenschaftliche Dokumentation* kann als zutreffend angesehen werden. Es werden die einzelnen *Phasen der Entwicklung* (Problemidentifikation, Durchführung der systematischen Literaturrecherche, Inhaltliche und methodische Analyse der Literatur, Zweistufige Entwicklung des Reifegradmodells, Evaluation und Verfeinerung durch Expertenworkshops), die *beteiligten Personen* (z.B. Autoren, Gastautoren für Fallstudien, etc.) sowie *Methoden* (Fallstudien bzw. Umfragen) beschrieben. Die *Dokumentation der Ergebnisse* ist exemplarisch am Beispiel der Dimension Kultur & Personal dargestellt.	
Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model	Dem IT-Reifegradmodell liegen Bewertungsergebnisse zum *Nutzen des Einsatzes* für Unternehmen vor. Gemäß den Ergebnissen ist der Bedarf für eine Nutzung von Digital Analytics & Optimization erkennbar. Das Evaluationskriterium wird allerdings nur halb als zutreffend gewertet. Es ist nicht ersichtlich, ob sich der Willen zur Nutzung ausschließlich auf *organisatorische* und/oder *individuelle Unternehmenseinheiten* bezieht. Des Weiteren konnten keine Bewertungskriterien bzgl. des *Nutzens* wie z.B. *Verständlichkeit* gefunden werden. Es wird sogar darauf hingewiesen, dass kein Anspruch auf *sachliche Richtigkeit*, *Vollständigkeit* und *Aktualität* besteht.	◗
Gütekriterien	Das IT-Reifegradmodell erfüllt die Gütekriterien hinsichtlich der *Objektivität* (Unabhängigkeit der Messung von der Person), *Reliabilität* (Zuverlässigkeit des Modells) sowie *Validität* (misst das Modell, was es soll?). Das Merkmal kann aber nur halb als zutreffend gewertet werden, weil keine Evaluationsergebnisse in Bezug auf die Messinstrumente und Bewertungsmethode gefunden werden konnte.	◗
Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung	Für die Domäne soll es ein erstmaliges *transparentes ganzheitliches* IT-Reifegradmodell darstellen. Dies beinhaltet die Kriterien wie z.B. einer *Nutzung von wissenschaftlichen Maßgaben* an die Entwicklung des Modells, einer *Integration von multiperspektivischen Betrachtungsweisen* zu Dimensionen, Messobjekten und Reifegradstufen oder Zielstellung einer *praxisnahen Anwendbarkeit* im Alltag.	●
Dokumentation von Reifegradmodellen	Dieses Evaluationskriterium ist mit Erfüllung der Richtlinie *R8-Wissenschaftliche Dokumentation* erfüllt.	●

Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen	Das Merkmal *empirische Fundierung der Modellkonstruktion* ist zutreffend. Das Modell basiert auf einer umfassenden Literaturanalyse sowie einer Umfrage von 1000 Unternehmen, zudem sind die erhobenen Daten von Experten analysiert und ausgewertet worden. Das Merkmal *Standardisierung* kann als zutreffend gewertet werden. Zum einen ist das Modell durch eine Institution entwickelt worden und zum anderen wurde bei der Literaturanalyse Wert darauf gelegt, dass Modelle mit Zertifizierungen betrachtet wurden. Bezogen auf den Aspekt *Flexibilität* wird die bereitgestellte Software zur Datenerhebung in einer Fallstudie diesbezüglich hervorgehoben. Informationen über die Anpassungsfähigkeit des Modells selbst sind nicht erkennbar. Für die Datenerhebung kam eine Umfrage-Software zum Einsatz, demzufolge trifft eine *Werkzeugunterstützung* zu. Ein *Benchmarking* wurde durchgeführt und das Tool steht über eine kostenfreie Plattform zur Verfügung. Es besteht die Möglichkeit, die eigene Unternehmensreife mit Mitbewerben der gleichen Branche und Größe zu vergleichen. Der Benchmarking-Pool dient gleichzeitig zur Ableitung von Best-Practice-Ansätzen, somit wird das Merkmal der *Prozessoptimierungspotentiale* erfüllt. Die *Korrelation zwischen Reife und Erfolg* wird anhand der Fallstudien nachgewiesen. Hinweise über eine *Zertifizierung* des IT-Reifegradmodell gibt es nicht.	

4.3 Ergebnis der Prüfung

Tabelle 26 zeigt die Gegenüberstellung der drei untersuchten IT-Reifegrademodelle im Hinblick auf die identifizierten Evaluationskriterien.

Tabelle 26: Ergebnisse der Prüfung in Bezug auf die Evaluationskriterien

Evaluationskriterium	Große-Schwiep et al.	Hecht	Bitkom	Durchschnittliche Erfüllung
Durchgeführte Evaluation	● (1)	● (1)	● (1)	1,0
Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten	● (1)	● (1)	● (1)	1,0
Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung	○ (0)	● (1)	○ (0)	0,33
Richtlinien zur Reifegradentwicklung	● (1)	○ (0)	● (1)	0,67
Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model	◗ (0,5)	○ (0)	◗ (0,5)	0,33
Gütekriterien	○ (0)	◗ (0,5)	◗ (0,5)	0,33
Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung	● (1)	● (1)	● (1)	1,0
Dokumentation von Reifegradmodellen	● (1)	◗ (0,5)	● (1)	0,83
Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen	◗ (0,5)	◗ (0,5)	◗ (0,5)	0,5
Erreichte Gesamtpunktzahl	**6,0 / 9,0**	**5,5 / 9,0**	**6,5 / 9,0**	**0,67 (18,0 / 27,0)**

Gemäß Tabelle 26 erreicht das IT-Reifegradmodell von Bitkom mit 6,5 von 9 möglichen Punkten die höchste Punktzahl, allerdings nur mit geringen Vorsprüngen zu den beiden anderen. Alle drei IT-Reifegradmodelle haben eine Evaluation durchlaufen und erfüllen das Kriterium der Spezifität. Eine Evaluation ist von besonderer Relevanz, da sie die Daseinsberechtigung eines IT-Reifegradmodells begründet.

Zudem fällt auf, dass nur in fünf von 27 Fällen (18,52%) ein Kriterium völlig unerfüllt scheint von den Reifegradmodellen, was für deren professionelle Entwicklung sprechen könnte. Weiterhin trifft dies nur für die GoM bei mehr als einem untersuchten Modell zu. Alle drei IT-Reifegradmodelle haben aber einen grundsätzlichen strukturellen Aufbau. Dies ist damit zu begründen, dass bei der Konstruktion entweder das Kriterium der Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung oder das der Richtlinien zu Reifegradentwicklung angewendet wurde. Die beiden eben genannten Kriterien besitzen eine Entweder-Oder-Beziehung und können in Hinblick auf die Konstruktion nicht gleichzeitig angewendet werden.

Eine Dokumentation ist bei allen IT-Reifegradmodelle mindestens grundsätzlich vorhanden. Das Evaluationskriterium Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifgradmodellen konnte allen dreien nur als teilweise erfüllt zugeordnet werden.

Es gibt also kein Evaluationskriterium, das von allen drei IT-Reifegradmodellen unberücksichtigt bleibt. Allerdings werden die Gütekriterien sowie die abgeleiteten Kriterien aus dem IS-Success Model jeweils in unterschiedlichen IT-Reifegradmodellen nicht erfüllt und treffen somit insgesamt zu geringem Grad zu. Es ist bemerkenswert, dass mit der Dissertation von Hecht just das wohl am rigorosesten entwickelte Reifegradmodell die Evaluationskriterien des IS-Success Model nicht abdeckt und insgesamt etwas schlechter abschneidet als die anderen, wenn auch nur marginal und mit der gegebenen Randbedingung subjektiver Einschätzung. Unter dem Aspekt der o.g. Entweder-Oder-Beziehung werden hingegen, auch wenn manche nur partiell, alle Evaluationskriterien im IT-Reifegradmodell von Bitkom berücksichtigt.

4.4 Möglicher Anpassungsbedarf der Evaluationskriterien

Die aus der Literatur identifizierten Evaluationskriterien kommen bei den IT-Reifegradmodellen nachweislich zur Anwendung. Handlungsempfehlungen konnten nicht gefunden werden, so gibt es beispielsweise keine Hinweise zu Abhängigkeiten von Evaluationskriterien. Somit kann keine Aussage getroffen werden, dass bei Anwendung von Evaluationskriterium A auch Evaluationskriterium B angewendet werden muss. Gleiches gilt für das Ausschlussverfahren, wird das Evaluationskriterium A verwendet darf

Evaluationskriterium B nicht angewendet werden. Dieser Sachverhalt lässt sich bei den Evaluationskriterien in Bezug auf die Konstruktion nachvollziehen. So beruht das Vorgehen zur Entwicklung von IT-Reifegradmodellen entweder auf den GoM oder auf den Richtlinien zur Reifegradentwicklung. An dieser Stelle wäre eine Gruppierung von Evaluationskriterien nach übergeordneten Themen hilfreich.

Darüber hinaus gibt es keine Hinweise zu einer Gewichtung der Evaluationskriterien. Somit wurden bei der Bewertung alle Evaluationskriterien gleichwertig – ohne Faktor – behandelt. In der Literatur konnten bei durchgeführten Evaluationen von IT-Reifegradmodellen keine Punktwerte für ein Evaluationskriterium gefunden werden, welches einen bestimmten Zustand beschreibt. Des Weiteren gibt es keine einheitliche Darstellung für eine symbolhafte Bewertungsform. So wird z.B. für ein Evaluationskriterium das Ergebnis in Form eines generischen Textes beschrieben und ggf. mit einer Aktion versehen.

Eine Aussage über die Aktualität eines IT-Reifegradmodells kann nur unter Berücksichtigung von zwei Faktoren getroffen werden. Zum einen ist dies der Zeitpunkt und zum anderen sind es die Rahmenbedingungen bei der Veröffentlichung des IT-Reifegradmodells. Beide Faktoren besitzen die Eigenschaft, dass sie sich verändern und ein IT-Reifegradmodell ungültig werden lassen können. Beide Faktoren werden zwar im Evaluationskriterium *Dokumentation von Reifegradmodellen* erwähnt, allerdings sind diese nicht konkret zusammengefasst. Der Begriff Aktualität kann sich aber auch auf die Anwendung der wissenschaftlichen Methoden während der Entwicklung von IT-Reifegradmodellen beziehen. In der Literatur werden zwar diverse Methoden genannt, allerdings gibt es keine Aussagen zu deren Aktualität.

Die Rahmenbedingungen (z.B. Gesetze) haben zudem auch Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit eines IT-Reifegradmodells. Themen der Nachhaltigkeit erlangen durch das öffentliche Interesse immer mehr an Bedeutung. Die Nachhaltigkeit hat das Ziel, mit einem integrierten Ansatz aus ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten, heutige und zukünftige Anforderungen zu erfüllen (Schmidt et al., 2009; Stolze et al., 2011). Hauptsächlich werden in diesem Zusammenhang die ökonomischen Aspekte berücksichtigt. Letzteres kann damit begründet werden, dass durch die Entwicklung eines neuen Artefaktes – Reifegradmodells – eine wirtschaftliche Verbesserung erreicht werden soll. Die Betrachtung der ökonomischen Perspektive bezogen auf Ertrag und Nutzen findet, wie im vorherigen Kapitel erwähnt, bereits Beachtung bei Frank.

Der ökologische Aspekt beschäftigt sich mit dem Einsatz ressourcenschonender Mittel. Häufig wird dies mit dem Stichwort Green-IT in Verbindung gebracht, dessen Fokus auf Stromverbrauch und CO_2-Emission der IT-Infrastruktur liegt (Schmidt et al., 2009; Stolze et

al., 2011). Neben der Energiebilanz können auch Kriterien wie Entsorgung bzw. Recycling von IT-Ressourcen zu den ökologischen Aspekten gezählt werden.

Die soziale Dimension befasst sich mit Themen bzw. Auswirkungen, welche durch die Anwendung von IT entstehen. So können beispielsweise mit verbesserten Informationsflüssen die (sozialen) Beziehungen zu Lieferanten effektiver gestaltet werden. Neben der Pflege der Lieferantenbeziehungen zählen Aspekte wie die Einhaltung von Richtlinien und Gesetzen, Datenschutz, Arbeitsplatzqualität, Mitarbeiterqualifikationen, Arbeitsdauer, Wissensmanagement, sowie Branding und Image zu der sozialen Dimension (Stolze et al., 2011).

Nachhaltigkeit stellt somit einen wichtigen Aspekt dar und sollte für eine zeitgemäße Durchführung einer Evaluation berücksichtigt werden. Entsprechende Themen könnten in den Bereich der *spezifischen Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung* fallen. Anderseits könnte auf Grund der immer größer werdenden Bedeutung die Nachhaltigkeit auch als ein eigenständiges Evaluationskriterium angesehen werden.

Durch den technologischen Fortschritt sind Unternehmen in der Lage, digitale Produkte schnell zu entwickeln und dem Markt zur Verfügung zu stellen. Bei der Lösung von Problemen, die durch digitale Produkte verursacht werden, sind dann die Zivilgesellschaft oder die Politik gefragt. Seit dem 15. September 2021 gibt es mit IEEE7000 einen Ethikstandard für intelligente und autonome Systeme.

Dieser basiert auf den 10 Handlungsprinzipien des Value-based Engineering (VbE), siehe Spiekermann (2021, S. 254; Tab. 1):

1. Übernahme von Verantwortung für die erweiterte Systemlandschaft
2. Ehrliche Integration von kritischen direkten und indirekten Stakeholdern
3. Kontextsensitive, weise und kontinuierliche Beobachtung und Antizipation der Systementfaltung
4. Nutzung ethischer und moralischer Prinzipien zum Erkennen dessen, was von Wert ist
5. Konzeptionelle Analyse von dem, was von Wert ist (Werte in der Tiefe verstehen)
6. Einbindung der Unternehmensführung in die Priorisierung von Werten
7. Reflektion bestehender Gesetze und Abkommen zur Verfeinerung der Wertschwerpunkte
8. Bereitschaft, auf das System zu verzichten, wenn es ethische Bedenken auslöst
9. Bereitschaft, die eigene Wertestrategie offen zu legen und transparent zu leben
10. Integration von Wertzielen in die Product Roadmap durch wertgeleitetes Systemdesign

Der Standard sorgt für ein Umdenken des Entwicklungsprozesses und nimmt die Unternehmen mehr in die Verantwortung. So soll Ethik bereits bei Beginn der Entwicklung digitaler Produkte berücksichtigt werden. Zum einen sollen Fehler vermieden werden, die zu menschlichen Schäden führen können. Zum anderen gilt es, mit Hilfe der Norm das Allgemeinwohl und die Grundrechte der Nutzer zu bewahren (Kreye, 2021; Reuter, 2021). Mit der Nutzung künstlicher Intelligenz, die das menschliche Leben in naher Zukunft mehr und mehr verändern wird, gewinnt die Ethik zunehmend an Bedeutung. Somit sollte diese Norm in der Evaluation von IT-Reifegradmodellen berücksichtigt werden. Die Ethik kann dabei als eigenständiges Evaluationskriterium dienen oder beim Kriterium *Qualitäts- und Bewertungskriterien* unter dem Aspekt *Grad der Standardisierung* beachtet werden.

Bezüglich der Rigorosität von Evaluationen könnten zudem noch verstärkt Erkenntnisse der Forschung in die Kriteriendefinition einfließen, etwa von MacKenzie et al. (2011) oder speziell für gestaltungsorientierte Ansätze von Sonnenberg & vom Brocke (2012), Cleven et al. (2009) oder Venable et al. (2016). Letztere liefern beispielsweise eine Klassifikation und Beschreibung verschiedener Evaluierungsstrategien. Erforschte Werkzeuge für konkrete Handlungsempfehlungen, z.B. für formative Evaluationen wie zu finden bei Høstgaard et al. (2017), dürften ebenfalls vermehrten Einzug halten. Auch auf domänenspezifische Erfahrungen bei der Evaluation von IT-Reifegradmodellen ließe sich verstärkt verweisen, beispielsweise finden sich solche für Krankenhäuser bei Blondiau et al. (2016), Kenneally et al. (2012) oder Salah et al. (2014).

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe eines Reifegradmodells lässt sich die Reife eines Unternehmens ermitteln und ein Vergleich mit anderen Unternehmen herstellen. Gleichzeitig dient es dazu, Maßnahmen abzuleiten die notwendig sind, um eine nächst höhere Stufe zu erreichen. Dabei gibt das hierarchisch aufgebaut Reifegradmodell einen Entwicklungspfad vor. In der Literatur sind zahlreiche Reifegradmodelle für die unterschiedlichsten Domänen zu finden. Dies trifft auch auf Reifegradmodelle für den Bereich der IT zu. Das Ziel der vorliegenden Beitrags war es, mittels Literaturanalyse Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle zu identifizieren. Anhand dieser sollten IT-Reifegradmodelle bewertet werden, um eine Aussage über deren Qualität zu erhalten.

Ausgangspunkt zur Lösung der Problemstellung ist die in Kapitel 2 dokumentierte, durchgeführte Literaturrecherche. In Kapitel 3 sind die Ergebnisse der Literaturauswertung dargestellt. Das dritte Kapitel endet mit der Identifizierung und Darstellung der Evaluationskriterien von Reifegradmodellen.

Diese lauten:

- Durchgeführte Evaluation,
- Grundsätzliche Struktur in Bezug auf Komponenten,
- Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung,
- Richtlinien zur Reifegradentwicklung,
- Abgeleitete Kriterien aus dem IS-Success Model,
- Gütekriterien,
- Spezifische Evaluationskriterien auf Basis der Anforderungen bzw. Problemstellung,
- Dokumentation von Reifegradmodellen und
- Qualitäts- und Bewertungskriterien von Reifegradmodellen.

Zum Nachweis der Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle diente die Diskussion in Kapitel 4. Für den Nachweis eines Evaluationskriterien wurden drei Ausprägungen festgelegt, die mit einem Punktwert versehen sind. Für die Prüfung diente eine Bewertungskatalog, bei dem zu jedem Evaluationskriterien eine entsprechende Anforderung definiert ist. Je nach Ausprägung (trifft nicht zu, trifft teilweise zu und trifft zu) ist das Evaluationskriterium dann bewertet worden. Bei der Auswahl der IT-Reifegradmodell wurde auf unterschiedliche Herausgeber geachtet. Somit wurden IT-Reifegradmodelle von einer und mehreren Personen, sowie von einer Institution betrachtet. Das Ergebnis der Evaluation lässt den Schluss zu, dass es kein Evaluationskriterium gibt, das in allen drei IT-Reifegradmodellen unberücksichtigt blieb. Das vierte Kapitel endete mit einer Darstellung eines möglichen Anpassungsbedarfs von Evaluationskriterien.

Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang Aussagen über:

- Handlungsempfehlungen,
- Gruppierungen,
- Bewertung (Gewichtung, Punktwerte und Darstellungsformen),
- Aktualität,
- Nachhaltigkeit und
- Ethik.

Eine wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung eines (IT-) Reifegradmodells liegt in der angemessenen Wahl der Komplexität. Ein relativ ‚flaches' Modell ist zwar weniger komplex und einfach in der Handhabung, bildet aber die Realität oft nicht ab. Umgekehrt kann ein komplexes Modell die Realität gut abbilden, aber zu Problemen bei der Anwendung führen.

Für die Entwicklung eines Reifegradmodells bringen die Modellierer die Methoden und die Anwender das Wissen mit. Hierbei sind die Vorstellungen beider Seiten stets abzuwägen. Aufgrund dessen entstehen die unterschiedlichsten Reifegradmodelle für unterschiedliche Domänen. Wobei auch die IT-Dienstleister ihren Teil dazu beitragen, indem sie mit der Entwicklung von möglichst vielen Reifegradmodellen ihren Umsatz steigern wollen.

Auch wenn die hier aufgezeigten Evaluationskriterien auf die untersuchten IT-Reifegradmodelle zutreffen, so stellen diese nicht die Ultima Ratio dar. In Anbetracht der stetigen Neu- und Weiterentwicklungen von Reifegradmodellen, können sie aber als Bewertungsgrundlage für bestehende IT-Reifegradmodelle herangezogen werden, etwa für die eingangs genannten aktuellen Vorhaben in Forschung und Anwendung, oder als Motivation für neu zu identifizierende Evaluationskriterien dienen. Dies ließe sich etwa kombinieren mit der von Otto et al. (2020a) angeregten kontinuierlichen Evaluation von Reifegradmodellen.

Aus der vorliegenden exemplarischen Bewertung geht hervor, dass IT-Reifegradmodelle eine bessere Punktzahl als Bewertungsform erreichen, wenn mehrere Personen an der Entwicklung beteiligt sind. Demzufolge könnte ein weiterer Ansatzpunkt künftiger Forschung sein, ob ein genereller Zusammenhang zwischen Punktzahl (bzw. anderer Bewertungsform) und Anzahl der mitwirkenden Personen besteht.

Literaturverzeichnis

Ahlemann F., Schröder C. und Teuteberg F. (2005):
Kompetenz- und Reifegradmodelle für das Projektmanagement. Grundlagen, Vergleich und Einsatz. ISPRI-Arbeitsbericht Nr. 01/2005. Universität Osnabrück.

Akkasoglu, G. (2014):
Methodik zur Konzeption und Applikation anwendungsspezifischer Reifegradmodelle unter Berücksichtigung der Informationsunsicherheit. Technische Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Dissertation).

Ariyadi, D. und Dirgahayu, T. (2015):
Assessment to COBIT 4.1 maturity model based on process attributes and control objectives. In: Pranolo, A. (Hrsg.) Big data spectrum for future information economy. Proceedings 2015 International Conference on Science in Information Technology (ICSITech, Yogyakarta, Indonesien. IEEE, Piscataway: S. 343–347.

Balla K., MiaoMiao T., Mowat P., Rasking M., Shang C. und van Veenendaal, E. (2020):
Changes in CMMI 2.0 and how they can affect TMMi. Whitepaper TMMi Foundation. Chester UK.

Becker, J., Delfmann, P., Knackstedt, R. und Kuropka, D. (2002):
Konfigurative Referenzmodellierung. In: Becker J. und Knackstedt R. (Hrsg.): Wissensmanagement mit Referenzmodellen: Konzepte für die Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung. Physica-Verlag HD, S. 25–144.

Becker, J. und Knackstedt, R. (2003):
Konstruktion und Anwendung fachkonzeptioneller Referenzmodelle im Data Warehousing. In: Uhr, W. et al. (Hrsg): Wirtschaftsinformatik 2003, Band II, S. 415-434.

Becker, J., Knackstedt, R. und Pöppelbuß, J. (2009a):
Dokumentationsqualität von Reifegradmodellentwicklungen. Arbeitsbericht des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Nr. 123. Westfälische Wilhelms-Universität Münster.

Becker, J., Knackstedt, R. und Pöppelbuß, J. (2009b):
Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen. In: Hansen H. R., Karagiannis D. und Fill H.-J. (Hrsg.): Business Services: Konzepte, Technologien; Konferenzbeitrag zur 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik. Wien Österr. Computer-Gesellschaft.

Becker, J., Knackstedt, R., Pöppelbuß, J. und Schwarze, L. (2008):
Das IT Performance Measurement Maturity Model–Ein Reifegradmodell für die Business Intelligence-Unterstützung des IT-Managements. In: Dinter, B., Winter R., Chamoni P., Gronau N. und Turowski K. (Hrsg.): Synergien durch Integration und Informationslogistik. Tagungsband DW2008 St.-Gallen. Gesellschafft für Informatik.

Becker, J., Rosemann, M. und Schütte, R. (1995):
Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: Wirtschaftsinformatik, 37(5), S. 435–445.

Bensiek, T. (2013):
Systematik zur reifegradbasierten Leistungsbewertung und -steigerung von Geschäftsprozessen im Mittelstand. Universität Paderborn. (Dissertation).

Blondiau, A., Mettler, T. und Winter, R. (2016):
Designing and implementing maturity models in hospitals: An experience report from 5 years of research. Health Informatics Journal 22(3): S. 758–767.

Cleven, A., Gubler, P. und Hüner, K. M. (2009):
Design alternatives for the evaluation of design science research artifacts. In: Vaishanvi, V. und Purao, S. (Hrsg.): Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology. Philadelphia, Pennsylvania, USA.

CMMI Institute (2021):
CMMI Institute—Model Viewer Release Notes. Erstellt 2021. Abgerufen 17.07.2021. https://cmmiinstitute.com/products/cmmi/cmmi-v2-products/release-notes.

CMMI Product Team (2011):
CMMI® für Entwicklung, Version 1.3. Software Engineering Institute (SEI), Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

Curley, M. und Kenneally, J. (2011):
Using the IT Capability Maturity Framework to Improve IT Capability and Value Creation: An Intel IT Case Study. In: 2011 IEEE 15th International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC): S. 107–115.

de Bruin, T., Rosemann, M., Freeze, R. und Kaulkarni, U. (2005):
Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model. In: Bunker, D., Campbell, B. und Underwood, J. (Hrsg.): Australasian Conference on Information Systems (ACIS), S. 8–19. Australasian Chapter of the Association for Information Systems, Sydney.

Delone, H. W. und McLean, E. (2003):
The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. In: Journal of Management Information Systems, 19(4), S. 9–30.

Fettke, P. und Loos, P. (2003):
Multiperspective evaluation of reference models–towards a framework. In: Jeusfeld, M. und Pastor, Ó. (Hrsg.): Conceptual Modeling for Novel Application Domains. 2003 Proceedings, Chicago, IL, USA. Springer, S. 80-91.

Fischer, C. (2010):
Auf dem Weg zu Kriterien zur Auswahl einer geeigneten Evaluationsmethode für Artefakte der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Klink, S., Koschmider, A., Mevius, M. und Oberweis, A. (Hrsg.): EMISA 2010. Einflussfaktoren auf die Entwicklung flexibler, integrierter Informationssysteme. Beiträge des Workshops der GI-Fachgruppe EMISA (Entwicklungsmethoden für Informationssysteme und deren Anwendung). Gesellschaft für Informatik, S. 101–115.

Frank, U. (2000):
Evaluation von Artefakten in der Wirtschaftsinformatik. In: Häntschel, I. und Heinrich, L.J. (Hrsg.): Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik. Oldenbourg, S. 35-48.

Frank, U. (2007):
Evaluation of reference models. In: Fettke, P. und Loos, P. (Hrsg.): Reference modeling for business systems analysis. IGI Global, S. 118–140.

Fraser, P., Moultrie, J. und Gregory, M. (2002):
The use of maturity models/grids as a tool in assessing product development capability. In: IEEE international engineering management conference. Cambridge, UK. S. 244–249.

Galliers, R. D. und Sutherland, A. R. (1991):
Information systems management and strategy formulation: The ‘stages of growth’ model revisited. In: Information Systems Journal, 1(2), S. 89–114.

Gottschalk, P. und Solli-Sæther, H. (2009):
Towards a stage theory for industrial management research. In: Industrial Management & Data Systems, 109(9), S. 1264–1273.

Große-Schwiep, B., Bensberg, F. und Schinnenburg, H. (2020):
Entwicklung eines Reifegradmodells zur Bewertung des Digitalisierungsgrades von Geschäftsprozessen. In: Anwendungen und Konzepte der Wirtschaftsinformatik, (11), S. 11–14.

Hecht, S. (2014):
Ein Reifegradmodell für die Bewertung und Verbesserung von Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement. Springer Gabler. (Dissertation).

Hevner, A. R.; Chatterjee, S. (2010):
Design research in information systems: theory and practice. Springer

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. und Ram, S. (2004):
Design science in information systems research. In: MIS quarterly, 28(1), S. 75–105.

Himme, A. (2009):
Gütekriterien der Messung: Reliabilität, Validität und Generalisierbarkeit. In: Albers, S., Klapper, D., Konradt, U., Walter, A. und Wolf, J. (Hrsg.): Methodik der empirischen Forschung. Gabler, S. 485–500.

Høstgaard A., Bertelsen P. und Nøhr C. (2017):
Constructive eHealth evaluation: lessons from evaluation of EHR development in 4 Danish hospitals. BMC Medical Informatics and Decision Making 17(1): article 45.

Kenneally, J., Curley, M., Wilson, B. und Porter, M. (2012):
Enhancing Benefits from Healthcare IT Adoption Using Design Science Research: Presenting a Unified Application of the IT Capability Maturity Framework and the Electronic Medical Record Adoption Model. In: Helfert, M. und Donnellan, B. (Hrsg.) Practical aspects of design science. European Design Science Symposium, EDSS 2011, Leixlip, Ireland; revised selected papers. Springer, Berlin: S. 123–143.

Jording, T. (2018):
Entwicklung und Konzeption eines Reifegradmodells des Supply Chain Managements: Der Supply Chain Management Maturity Cube (SCMMC). University of Bamberg Press. (Dissertation).

Kohlegger, M., Maier, R. und Thalmann, S. (2009):
Understanding maturity models Results of a structured content analysis. In: Proceedings of I-KNOW ’09 and I-SEMANTICS ’09, 2.-4 September 2009, Graz, Austria.

Kreye, A. (2021):
Standard IEEE-7000: Revolution des digitalen Denkens. Erstellt 15.09.2021. Abgerufen 21.09.2021. https://www.sueddeutsche.de/kultur/digitalisierung-facebook-internetkonzerne-ethik-1.5411604.

MacKenzie, S., Podsakoff, P. und Podsakoff, N. (2011):
Construct Measurement and Validation Procedures in MIS and Behavioral Research: Integrating New and Existing Techniques. MIS Quarterly 35(2): S. 293-334.

Mettler, T. (2010):
Supply-Management im Krankenhaus: Konstruktion und Evaluation eines konfigurierbaren Reifegradmodells zur zielgerichteten Gestaltung. Sierke. (Dissertation).

Nolan, R. L. und Koot, William J.D. (1992):
Nolan Stages Theory Today: A Framework for senior and IT management to manage information technology.

Otto, L., Bley, K. und Harst, L. (2020a):
Developing prescriptive maturity models: A design science oriented application approach. Proceedings of the 22nd IEEE International Conference on Business Informatics (IEEE CBI 2020), S. 40–47.

Otto, L., Whitehouse, D. und Schlieter, H. (2020b):
Scaling Up Telemedicine Initiatives: Requirements for a New Telemedicine Maturity Model. In N. Wickramasinghe (Hrsg.), Handbook of Research on Optimizing Healthcare Management Techniques (S. 167–182). IGI Global.

Paulk, M. C. (1994):
Comparing ISO 9001 and the capability maturity model for software. Software Quality Journal. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania.

Paulk, M. C. (2009):
A History of the Capability Maturity Model for Software. In: Softw. Qual. Profile, 12(1), S. 5-19.

Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B. und Weber, C. V. (1993):
Capability maturity model, version 1.1. Software Quality Journal. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania.

Paulk, M. C. und Konrad, M. D. (1994):
Measuring process capability versus organizational process maturity. In: Proceedings of the 4th International Conference on Software Quality, Washington, JPO, 94(314).

Paulk, M. C., Weber, C. V. und Chrissis, M. B. (1999):
The Capability Maturity Model: A Summary. In: Paulk, M. C., et al (Hrsg.): The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process, Version 1.1. Addison-Wesley, S. 15-17.

Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A. und Chatterjee, S. (2007):
A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. In: Journal of Management Information Systems, 24(3), S. 45–77.

Ravichandran, T. und Lertwongsatien, C. (2005):
Effect of information systems resources and capabilities on firm performance: A resource-based perspective. In: Journal of management information systems, 21(4), S. 237–276.

Reuter, M. (2021):
IEEE 7000: Neuer technischer Standard soll intelligente und autonome Systeme ethischer machen. Erstellt 16.09.201. Abgerufen 21.09.2021. https://netzpolitik.org/2021/ieee-7000-neuer-technischer-standard-soll-intelligente-und-autonome-systeme-ethischer-machen/

Rocha, Á. (2011):
Evolution of Information Systems and Technologies Maturity in Healthcare. International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics 6(2): S. 28-36.

Salah, D., Paige, R. und Cairns, P. (2014):
An Evaluation Template for Expert Review of Maturity Models. In: Jedlitschka, A., et al. (Hrsg.) Product-focused software process improvement. 15th international conference, PROFES 2014, Helsinki. Lecture Notes in Computer Science (LNCS) vol. 8892. Springer, Cham: S. 318-321.

Sarshar, M., Finnemore, M., Haigh, R. und Goulding, J. (1999):
SPICE: Is a capability maturity model applicable in the construction industry? Spice: A mature model. In: Proceedings of International Conference on Durability of Building Materials and Components. Citeseer, S. 2836–2843.

SCAMPI Upgrade Team (2006):
Appraisal Requirements for CMMI®, Version 1.2 (ARC, V1.2). Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania.

SCAMPI Upgrade Team (2011):
Standard CMMI® Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPISM) A, Version 1.3: Method Definition Document. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania.

Schleinzer, A. (2014):
Entwicklung eines Reifegradmodells für das unternehmensweite Risikomanagement. Technischen Universität Wien. (Diplomarbeit).

Schmidt, N.-H., Erek, K., Kolbe, L.M., Zarnekow, R. (2009):
Nachhaltiges Informationsmanagement. In: Wirtschaftsinformatik 51(5), S. 463-466.

Shivers, J., Amlung, J. und Cullen, T. (2020):
An HIT Ecosystem Capability Maturity Model for System-Wide Implementation, Management, and Governance. Advanced Clinical Informatics Open 4(2): S. e102-e107.

Sonnenberg, C. und vom Brocke, J. (2012):
Evaluation Patterns for Design Science Research Artefacts. In: Helfert, M. und Donnellan, B. (Hrsg.) Practical aspects of design science. European Design Science Symposium, EDSS 2011, Leixlip, Ireland; revised selected papers. Springer, Berlin: S. 71–83.

Spiekermann, S. (2021):
Value-based Engineering: Prinzipien und Motivation für bessere IT-Systeme. In: Informatik Spektrum, 44(4), S. 247–256.

Stolze, C., Rah, N. und Thomas, O. (2011):
Entwicklung eines integrativen Reifegradmodells für nachhaltige IT. In: Heiß, H.-U., Pepper, P., Schlingloff, H. und Schneider, J. (Hrsg.): Informatik 2011 - Informatik schafft Communities. Beiträge der 41. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), 4. - 7.10.2011 in Berlin. Ges. für Informatik.

Venable, J., Pries-Heje, J., Baskerville, R. (2016):
FEDS: a Framework for Evaluation in Design Science Research. European Journal of Information Systems 25(1): S. 77-89.

Vidal Carvalho, J., Rocha, Á. und Abreu, A. (2019):
Maturity of hospital information systems: Most important influencing factors. Health Informatics Journal 25(3): S. 617-631.

vom Brocke, J. (2003):
Referenzmodellierung: Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen. Advances in Information Systems and Management Science, Bd 4. Logos. (Dissertation).

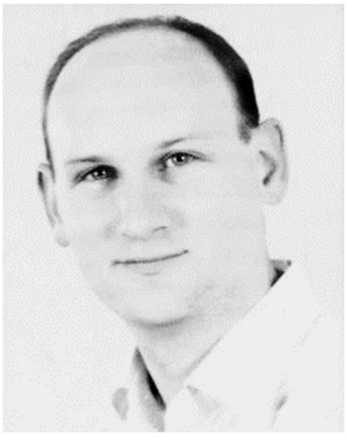
Webster, J. und Watson, R. T. (2002):
Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. In: MIS quarterly, 26(2), S. xiii–xxiii.

Anhang

Tabelle 27: Übersicht Publikationen aus der Literaturrecherche

Nr	Titel	Autor	Jahr
1	Kompetenz- und Reifegradmodelle für das Projektmanagement: Grundlagen, Vergleich und Einsatz	Ahlemann et al.	2005
2	Methodik zur Konzeption und Applikation anwendungsspezifischer Reifegradmodelle unter Berücksichtigung der Informationsunsicherheit	Akkasoglu	2014
3	Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung	Becker et al.	1995
4	Das IT Performance Measurement Maturity Model–Ein Reifegradmodell für die Business Intelligence-Unterstützung des IT-Managements	Becker et al.	2008
5	Dokumentationsqualität von Reifegradmodellentwicklungen	Becker et al.	2009
6	Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model	de Bruin et al.	2005
7	The use of maturity models/grids as a tool in assessing product development capability	Fraser et al.	2002
8	Towards a stage theory for industrial management research	Gottschalk und Solli-Sæther	2009
9	Entwicklung eines Reifegradmodells zur Bewertung des Digitalisierungsgrades von Geschäftsprozessen	Große-Schwiep et al.	2020
10	Ein Reifegradmodell für die Bewertung und Verbesserung von Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement	Hecht	2014
11	Design science in information systems research	Hevner et al.	2004
12	Supply-Management im Krankenhaus: Konstruktion und Evaluation eines konfigurierbaren Reifegradmodells zur zielgerichteten Gestaltung	Mettler	2010
13	Comparing ISO 9001 and the capability maturity model for software	Paulk	1994
14	Measuring process capability versus organizational process maturity	Paulk und Konrad	1994
15	SPICE: Is a capability maturity model applicable in the construction industry?	Sarshar et al.	1999
16	Entwicklung eines Reifegradmodells für das unternehmensweite Risikomanagement	Schleizner	2014

Autor:innen



René Kumpf ist seit Ende seiner Ausbildung zum Fachinformatiker im Bereich der Anwendungsentwicklung im IT-Umfeld tätig. Zu seinen Schwerpunkten gehören u.a. die Automatisierung von Prozessen und die Leitung von IT-Projekten. Im Jahr 2014 beendete er erfolgreich sein erstes Fernstudium an der Wilhelm Büchner Hochschule im Studiengang „Angewandte Informatik" (B.Sc.) mit dem Schwerpunkt Wirtschaftsinformatik. Ende 2021 schloss er ein Fernstudium im Studiengang „Wirtschaftsinformatik" (M.Sc.) an der Wilhelm Büchner Hochschule ab.

Prof. Dr. Rüdiger Breitschwerdt hat seit 2019 die Professur für Wirtschaftsinformatik am Fachbereich Informatik der WBH inne, mit erweiterter Denomination auf Medizinische Informatik seit 2021. Seine Schwerpunkte in Forschung, Lehre und Transfer liegen in der digital transformierten Prozessorientierung sowie Mobilität von Dienstleistungen im Gesundheitswesen. Er ist bereits seit 2014 Professor in diesem Bereich und wurde im Folgejahr berufen in den gemeinsamen nationalen Fachausschuss Medizinische Informatik (FAMI) der Gesellschaft für Informatik (GI) und der Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS). Seine Arbeiten sind in einschlägigen Organen von u.a. ACM, IEEE, GI oder AIS veröffentlicht.

Prof. Dr. Helge Nuhn ist seit 2020 Professor für Digital Business Engineering an der Wilhelm Büchner Hochschule in Darmstadt. Er ist Wirtschaftsinformatiker (Dipl., TU Darmstadt), promovierte zum Thema temporärer Organisationsformen an der EBS Universität für Wirtschaft und Recht und hat mehr als zehn Jahre selbständig und in renommierten Unternehmensberatungen gearbeitet (Horváth, PwC, KPMG). Seine praktischen und Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich Organisationstheorie, temporäre Organisationsformen und Projektmanagement welche er mit neuesten Erkenntnissen im Bereich der Forschung um Künstliche Intelligenz verknüpft. Er ist Leiter der Fachgruppe Agile Management der GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. und Mitglied der Gesellschaft für Informatik (GI) e.V.

Überblick über die Bände der Schriftenreihe

Band 1 / 2022 **Christoph Sternberg, Ralf Isenmann**
Untersuchung regionaler Besonderheiten imIndividualverkehr bei ausgewählten deutschen Smart-City-Projekten

Band 2 / 2022 **Fabian Fries, Manfred Hahn**
Dynamik von Doppelstern-Systemen

Band 3 / 2022 **Stefan Kaden, Ralf Isenmann**
IT based Framework facilitating Technology Roadmapping striving for Sustainability

Band 4 / 2022 **Hannah Seibel, Manfred Hahn**
Von der Raupe zur Drohne – Leichtbau in Anlehnung an die Natur

Band 5 / 2022 **Thomas König, Manfred Hahn**
Statische Festigkeitsberechnung einer 5-Speichen Fahrradfelge aus Faserverbund-kunststoff

Band 6 / 2022 **Alrik Selle, Manfred Hahn**
Ertüchtigung der automatisierten Wetterbeobachtung unter extremen Vereisungen

Band 7 / 2023 **Valerie Seitz, Birgit Zimmermann**
Nachhaltiges Energiekonzept für einen Bauernhaushalt im ländlichen Äthiopien

Band 8 / 2023 **Volker Kempf, Helge Nuhn**
Validation of personality survey instruments using vector space representations of natural language

Band 9 / 2023 **Torben Rippe, Klaus Fischer**
Umweltökonomische Instrumente und Stakeholdermanagement

Band 10 / 2023 **Guido Walz**
Introduction to Extrapolation Algorithms in Numerical Analysis including New Results

Band 11 / 2024 **René Kumpf, Rüdiger Breitschwerdt, Helge Nuhn**
Evaluationskriterien für IT-Reifegradmodelle eine Analyse aus der Literatur mit beispielhafter Anwendung der Ergebnisse

WILHELM BÜCHNER HOCHSCHULE

Eine Hochschule der Klett Gruppe

Wilhelm Büchner Hochschule
Hilpertstraße 31
64295 Darmstadt

KLETT