

Schlussbericht vom 15.12.2021

zu IGF-Vorhaben Nr. 20720 N

Thema

Referenzprozessmodell zur IT-System-Integration für Umschlagterminals am Beispiel von kleinen und mittleren Binnen-Containerterminals

Berichtszeitraum

01.05.2019 bis 31.08.2021

Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

Forschungseinrichtung(en)

Technische Universität Hamburg

Institut für Maritime Logistik

Am Schwarzenberg-Campus 4 (D)

21073 Hamburg

Gefördert durch:

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	5
2	Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse	6
2.1	AP 1: Aufnahme der Prozesse, IT-Systeme und der spezifischen Anforderungen von Umschlagterminals	6
2.1.1	Ausgangssituation an KMU-Umschlagterminals	6
2.1.2	Prozessaufnahmen	9
2.1.3	Bestehende operative Prozesse und zugehörige IT-Prozesse	12
2.1.4	Digitalisierung in Seehäfen	14
2.1.5	Anforderungen für die digitale Transformation bei KMU	16
2.2	AP 2: Auswahl von Softwarekartentypen, Gestaltungsregeln und Software	20
2.2.1	Unternehmensarchitekturmanagement	20
2.2.2	Softwarekartographie	21
2.2.3	Softwarekartentypen	23
2.3	AP 3: Vorgehensmodell zur Erstellung von Ist- und Ziel-Landschaften	33
2.3.1	Softwarekarten als Analysegrundlage	33
2.3.2	Reifegradmodelle	35
2.3.3	Herausforderung Systemintegration und Informationserfassung	39
2.3.4	Vorgehensmodelle	48
2.4	AP 4: Vorgehensmodell zur Transformation von Ist- in Ziel-Landschaft über die Definition von Soll-Landschaften	55
2.4.1	Best-Practices	55
2.4.2	Strategie und Meilensteine im Transformationsprozess	56
2.4.3	Projektportfoliomanagement	58
2.5	AP 5: Flexibilisierung der Vorgehensmodelle zur Reaktion auf äußerliche Anforderungen	60
2.5.1	Bestimmung äußerlicher Anforderungen	60
2.5.2	Handlungsempfehlungen zur Flexibilisierung der Vorgehensmodelle	65
2.6	AP 6: Integration des Gesamt-Referenzprozessmodells	69
2.6.1	Zusammenwirken der Vorgehensmodelle	69
2.6.2	Anwendung des Gesamt-Referenzprozessmodells	70
3	Fortschreibung des Plans zum Ergebnistransfer	72
3.1	Einschätzungen zur Realisierbarkeit des Transferkonzepts	72
3.2	Realisierte und geplante Maßnahmen zum Ergebnistransfer	72
4	Angaben zu den aus der Zuwendung finanzierten Ausgaben	77
	Literaturverzeichnis	78

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Größe von Umschlagterminals in Deutschland	8
Abbildung 2: Swimlane-Notation.....	10
Abbildung 3: Beispielhafter Teilprozess.....	11
Abbildung 4: Herausforderungen für die digitale Transformation in KMU.....	17
Abbildung 5: Schichtenprinzip	21
Abbildung 6: Vererbungshierarchie von Softwarekartentypen.....	23
Abbildung 7: Clusterkarte	25
Abbildung 8: Prozessunterstützungskarte	26
Abbildung 9: Zeitintervallkarte	27
Abbildung 10: Softwarekarte ohne Verortung (Graphlayoutkarte).....	28
Abbildung 11: Abstimmungsergebnis Auswahl Softwarekartentyp.....	31
Abbildung 12: Funktionsbereiche innerhalb eines Binnen-Containerterminals.....	34
Abbildung 13: Generische Clusterkarte (Kartengrund) für Umschlagterminals	35
Abbildung 14: Ordnungsschema	48
Abbildung 15: Spezialisierung und Konkretisierung von Vorgehensmodellen	49
Abbildung 16: Fünfstufiges Modell zur Einführung digitaler Technologien	50
Abbildung 17: Entscheidungsmodell zur Erstellung einer Ziel-Landschaft	52
Abbildung 18: Meilensteine im phasenweisen Transformationsprozess	57
Abbildung 19: Zusammenwirken der einzelnen Vorgehensmodelle der Arbeitspakete in einem integrieren Referenzprozessmodell	70

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aspekte von Informationssystemen	22
Tabelle 2: Übersicht der Vor- und Nachteile von Softwarekartentypen	28
Tabelle 3: Klassifikation von Softwaretools.....	32
Tabelle 4: Auflistung verschiedener Reifegradmodell	36
Tabelle 5: Daten-Reifegrad-Modell	37
Tabelle 6: Realisierte Transfermaßnahmen.....	72
Tabelle 7: Geplante bzw. in der Umsetzung befindliche Transfermaßnahmen	75

1 Kurzfassung

Umschlagterminals sind gekennzeichnet durch vielfältige Kundenbeziehungen, Dienstleistungen und organisatorischen Schnittstellen. Erhöhten Anforderungen bei den Terminals, die kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sind, wird häufig durch die Verwendung einzelner IT-Systeme, wie z. B. Lagerverwaltungssystemen, Auftragssteuerungen für Fahrzeuge und Krane oder Systeme zur Abfertigung von Lkw an den Gates, begegnet. Hierbei sind die Entwicklung und Einführung von Teil-Systemen selten durch eine einheitliche und abgestimmte Strategie, sondern durch kurzfristige Erfordernisse und Interimslösungen geprägt. Die Analyse der IT- und Prozesslandschaft sowie die Identifikation der Verbesserungspotentiale bergen somit Möglichkeiten zur Produktivitätssteigerung, Reduktion der Kosten, Vermeidung von Redundanzen, Verringerung manueller und Schaffung automatisierter Schnittstellen und Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit.

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, ein speziell für KMU zugeschnittenes IT-Referenzmodell für das Anwendungsfeld von Umschlagterminals zu entwickeln. Dieses unterstützt die Terminals darin, eigenständig eine systematische Weiterentwicklung ihrer IT- und Prozesslandschaft durchzuführen.

Das Forschungsvorhaben „RefProc“ bietet einem „Hilfe zur Selbsthilfe“ – Ansatz. Das IT-Referenzprozessmodell mit den Vorgehensmodellen, Werkzeugen und Handlungsempfehlungen bildet dafür die Basis. Ein derartiges, auf die Spezifika der KMU-Terminals ausgerichtetes Referenzmodell stellt eine Innovation dar. Ein Referenzprozessmodell unterstützt den Nutzer in strukturierter und anschaulicher Herangehensweise, um die bestehende IT- und Prozesslandschaft zu untersuchen und den eigenen Bedingungen entsprechenden Optimierungspotentiale sowie Lösungsansätze herauszuarbeiten.

2 Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Bearbeitung des Forschungsprojektes „Referenzprozessmodell zur IT-System-Integration für Umschlagterminals am Beispiel von kleinen und mittleren Binnen-Containerterminals“ gliedert sich in sechs inhaltliche Arbeitspakete (AP). Im Folgenden werden diese AP sowie die darin durchgeführten Arbeiten und Ergebnisse vorgestellt.

2.1 AP 1: Aufnahme der Prozesse, IT-Systeme und der spezifischen Anforderungen von Umschlagterminals

Die Aufnahme der Geschäfts- und der IT-Prozesse von verschiedenen KMU mit ihren individuellen Anforderungen stellt die notwendige Grundlage für die Erstellung eines Referenzprozessmodells zur IT-System-Integration für Umschlagterminals dar. Die Betrachtung von sowie die Abstimmung mit verschiedenen Umschlagterminals ist dabei elementar wichtig, um die allgemeine Gültigkeit des Modells zu gewährleisten. Um Charakteristika und Anforderungen, die spezifisch für KMU gelten, abgrenzen zu können, ist es ebenfalls wichtig, dafür branchentypische Unterschiede zwischen Großunternehmen und KMU herauszustellen. Dadurch kann bewertet werden welche existierenden Lösungen aus Großunternehmen möglicherweise übertragbar sind und welche Anforderungen dafür erfüllt werden müssen. Dies ist sowohl durch eine ausführliche Schreibtischrecherche als auch durch Interviews mit relevanten Unternehmen sowohl im Hinterland als auch in den Seehäfen erreicht worden.

Im folgenden Unterkapitel wird zunächst auf die Ausgangssituation an KMU-Umschlagterminals eingegangen (siehe Abschnitt 0), bevor die Methodik der durchgeführten Prozessaufnahmen vorgestellt wird (siehe Abschnitt 2.1.2). Das Ziel dieses AP, einen Überblick über bestehende operative Prozesse und die zugehörigen IT-Prozesse zu geben, wird in Abschnitt 2.1.3 erfüllt. Ergänzend werden in Abschnitt 2.1.4 existierende Lösungen in Seehäfen vorgestellt und dabei die Unterschiede zwischen großen (Seehafen-)Terminals und KMU herausgearbeitet. Abschließend werden die Anforderungen für KMU aufgezeigt (siehe Abschnitt 2.1.5).

2.1.1 Ausgangssituation an KMU-Umschlagterminals

Bei Umschlagterminals handelt es sich um Knotenpunkte bzw. Schnittstellen in nationalen und internationalen Logistikketten. Neben dem Umschlag und der Zwischenlagerung von Gütern wird von einigen Terminals auch der Vertrieb und die Durchführung von zusätzlichen Dienstleistungen, wie beispielsweise der Weitertransport von Ladeeinheiten mithilfe eines internen Fuhrunternehmens oder die Reparatur beschädigter Ladeeinheiten, angeboten.

Die wichtigsten Anwendungsbereiche von IT-Systemen in den Kernbereichen von Umschlagterminals sind laut Buhl und Schwientek (2016):

- (1) Lagerung (z. B. Lagermanagement)
- (2) Input / Output (z. B. Gate-Operationen, Stauplanung)
- (3) Verwaltung (z. B. Personalplanung)
- (4) Interner Transport (z. B. Ressourcenplanung und -steuerung)
- (5) Management und IT (allgemeine Unterstützungsfunktionen, z. B. Informationstechnologie, Entscheidungsunterstützungssysteme)

Weiterhin können an einem Umschlagterminal mehrere Unternehmen in verschiedenen Rollen beteiligt sein (z. B. Eigentümer, Terminalbetreiber und Personaldienstleister). Darüber hinaus können auch verbundene Unternehmen oder Geschäftspartner, wie beispielsweise Bahnoperatoren oder Fuhrunternehmen, Nutzer von IT-Systemen sein. Aus dieser Vielfalt an Aufgaben und Akteuren ergibt sich eine komplexe Prozesslandschaft, die in KMU oft durch einzelne, über die Zeit gewachsene IT-Anwendungen abgedeckt wird. Durch die Einzellösungen wird die Komplexität der IT-Landschaft ebenfalls erhöht und Datenredundanzen und Fehler aufgrund mangelnder Informationen oder Informationsungenauigkeit werden wahrscheinlicher.

In den letzten Jahren wurden einige umfassende Systeme zur Steuerung, Überwachung und Abwicklung von Prozessen in intermodalen Terminals entwickelt. Während große Unternehmen eher ein einziges terminalweites IT-System, ein so genanntes Terminal Operating System (TOS), einsetzen, verwenden viele KMU einzelne IT-Anwendungen für verschiedene Aufgaben. TOS können als Teil der Enterprise Resource Planning (ERP)-Familie betrachtet werden. Im Vergleich zu allgemeinen ERP-Systemen sind TOS allerdings auf die Anforderungen von Terminals spezialisiert. Sie zielen darauf ab, alle administrativen und operativen Aufgaben des Terminals in einem System zu bündeln (vgl. Buhl und Schwientek 2016). Lee und Meng (2015) wiesen auf Trends im technologischen Umfeld und im Marktumfeld in Bezug auf TOS hin und betonten, dass die Bewertung und Prüfung von TOS hohe Kosten und viel Zeit erfordert. Daher sind TOS aufgrund des großen Funktionsumfangs, des hohen Anpassungsaufwands (vor allem im laufenden Betrieb) und der damit verbundenen Kosten für Anschaffung, Anpassung, Wartung und Weiterentwicklung oft keine Option für KMU. Kleinere Unternehmen neigen dazu, eine Vielzahl unterschiedlicher IT-Lösungen einzusetzen, die zum Teil auch selbst entwickelt werden. Darüber hinaus werden manche Prozesse sogar ausschließlich papierbasiert oder ohne geeignete IT-Unterstützung durchgeführt, was zu ineffizienten und fehleranfälligen Medienbrüchen führt.

Ruile (2018) hebt hervor, dass, obwohl die primären Aktivitäten von Terminals einfach erscheinen (Be-, Entladen und Puffern), die Komplexität durch die Koordination von Ressourcen (u. a. Personal und Equipment) kontinuierlich ansteigt. Der Autor zeigt anhand einer Multi-Case-Studie, dass die Effizienz von multimodalen Binnenterminals als Teil eines stark fragmentierten Netzwerks mit unterschiedlichen Akteuren sehr von der Zusammenarbeit beim Informationsfluss

innerhalb des Auftrags- und Abwicklungssystems sowie von Standards bei Dienstleistungen und Verfahren abhängt. IT- und Geschäftsprozesslandschaften sollten daher im Sinne einer zukunftsorientierten Digitalisierung entwickelt werden, um Agilität im Hinblick auf sich ändernde Rahmenbedingungen und Anforderungen an digitale Schnittstellen zu den Partnern in der Transportkette herzustellen. Obwohl die Anzahl der Geschäftsprozesse und IT-Systeme in KMU deutlich geringer ist als in Großunternehmen führen ihre heterogene Anwendungslandschaft und die Vielfalt der technischen Schnittstellen zu einem hohen Grad an Komplexität (vgl. Aarabi et al. 2011). Dies ist insbesondere deshalb problematisch, weil die Dokumentation der Anwendungslandschaft häufig unzureichend ist (z. B. aus Zeitgründen, Budgetgründen oder mangelnder Kenntnis von passenden Methoden und Werkzeugen). Zudem erschwert der Mangel an dafür geschulten Mitarbeitern den Unternehmen, komplexe Managementprozesse oder Softwaretools in Eigenregie anzupassen (vgl. Bernaert et al. 2014, 2016). Ruile (2018) weist darauf hin, dass die Modularisierung von Prozessen, die Verfügbarkeit intelligenter Kommunikationstechnologien und die Möglichkeit der Modulkonfiguration Chancen für effiziente, zukünftige Prozessabläufe und damit verbundene Terminalbetriebssysteme bieten. Das in diesem Vorhaben entwickelte Referenzprozessmodell unterstützt KMU sowohl bei der Dokumentation der Anwendungslandschaft als auch bei dem Einsatz vielfältiger Methode zur Bewertung und Verbesserung der Geschäfts- und IT-Prozesse.

Unter Berücksichtigung von reinen Umschlagbetrieben (Stand der Erhebung: 2016) existieren in Deutschland etwa 51 Seehafenbetriebe (ca. 41 davon KMU), rund 89 Binnenhafenterminals (ca. 68 davon KMU) und 121 Terminals des Kombinierten Verkehrs (KV) (ca. 62 davon KMU) (siehe Abbildung 1). Zuzüglich der weiteren involvierten Unternehmen in den Logistikketten entsteht ein potentieller Nutzerkreis von über 400 Unternehmen, viele davon KMU, die von dem entwickelten Referenzprozessmodell zur IT-System-Integration an Umschlagterminals profitieren können.

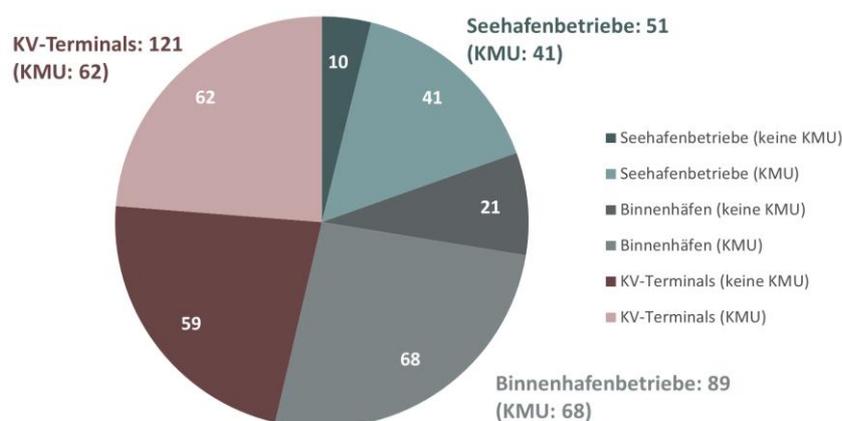


Abbildung 1: Größe von Umschlagterminals in Deutschland (eigene Darstellung, vgl. Bundesverband öffentlicher Binnenhäfen e.V. 2016; Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG) 2016; Hoppenstedt Firmendatenbank 2016; Verband deutscher Verkehrsunternehmen 2016)

Mit der Nutzung des Referenzprozessmodells als Einstieg für ein systematisches IT-Management ist zu erwarten, dass KMU mittel- sowie langfristig leistungsfähiger, flexibler und agiler werden. Ziel ist, dass die KMU sich besser an Kundenanforderungen anpassen können und ihre Produktivität und Qualität an die der großen Terminals annähern, um ihre Wettbewerbsfähigkeit deutlich zu steigern. Weiterhin erleichtert die Dokumentation der Geschäfts- und IT-Landschaft als Planungs- und Analysewerkzeug die Anbindung der Terminals an bestehende oder neue Schnittstellen zu anderen Unternehmen. Durch die Berücksichtigung der besonderen Erfordernisse sowie Möglichkeiten von KMU wird diesen die Einführung von IT-Management-Prozessen und -Werkzeugen deutlich erleichtert. Die Dokumentation und der Vergleich der IT-Landschaften mehrerer Terminals sind zudem als Grundlage für das Auffinden von Best-Practices für den Umgang von gemeinsamen, branchenspezifischen technischen und organisatorischen Anforderungen zu verstehen.

2.1.2 Prozessaufnahmen

Grundsätzlich bieten Modelle eine vereinfachte Sicht auf Sachverhalte der Realität. Durch die Methode der Abstraktion werden alle unwesentlichen Merkmale entfernt, wobei die wichtigen Details erhalten bleiben. Somit stellen Prozessmodelle wichtige Werkzeuge für die Erfassung, Analyse und Optimierung von betriebsinternen Prozessen dar. Die Funktion ist in der groben Information über wichtige Prozesse eines Unternehmens zu sehen, welche intern (Management, Mitarbeiter) oder extern (Lieferanten, Bewerber) gerichtet sein können.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde sich zur Aufnahme der terminalspezifischen Geschäftsprozesse mittels der Swimlane-Methode entschieden. Die Methode fand seine Begründung in den frühen 1990er Jahren. Binner (2002) beabsichtigte eine einfache Darstellung von einer Abfolge von Tätigkeiten zu ermöglichen. Die Namensgebung erfolgte durch die Betrachtung aus der Draufsicht und das dabei wahrgenommene Schwimmbecken mit Schwimmbahnen. Das Becken bildet einen gesamtheitlichen Bezugsrahmen ab. Dabei kann es sich um ein ganzes Unternehmen handeln oder sich auf einen größeren Ausschnitt eines Unternehmens konzentrieren. Die Schwimmbahnen (Swimlanes) symbolisieren die Zuständigkeitsbereiche der einzelnen Akteure. Aufgrund der Wechselwirkungen der Akteure kommt es zu einem hin- und herpendeln der Zuständigkeiten bis zum Abschluss des Prozesses.

Die Swimlane-Methode erinnert an die Aktivitätsdiagramme der UML-Notation beziehungsweise den Aufgabenkettendiagrammen nach Österle (1995). Die verwendete Notation wurde mehrfach weiterentwickelt. Die Entitäten werden als Schwimmbahnen (Lanes), Aktivitäten (Prozess-Schritte) als Rechtecke und Entscheidungen als Raute dargestellt. Hier kommt der Vorteil der Swimlane-Methode zum Tragen. Im Vergleich zu anderen Modellierungsansätzen bietet insbesondere die Swimlane-Methode eine gute Übersicht über Prozesse und visualisiert

besonders die Wechsel der Entitätsverantwortlichkeiten. Dadurch werden Prozesse mit Mitarbeiterwechseln schnell ersichtlich, was sich im Folgenden für eine potentielle Optimierung empfehlen würde. Nachteilig wirkt sich die eingeschränkte Detailtiefe und der geringe Informationsgehalt der Darstellungen aus. Dennoch wurde sich für die Prozessaufnahme für die Swimlane-Methode entschieden, da der Schwerpunkt der Modellierung in der Abbildung der Reihenfolge aller vorkommenden Einzelaktivitäten und den betreffenden Entitäten liegt. Außerdem ist die Methodik sehr leicht zu erlernen, da sie mit wenigen nicht standardisierten Elementen auskommt und somit für den ad hoc-Einsatz besonders geeignet (vgl. Gadatsch 2017). Auch Einsteiger in der Prozessmodellierung verstehen die Abhängigkeiten und Formalien schnell und können somit selbstständig Prozessdarstellungen lesen und anpassen.

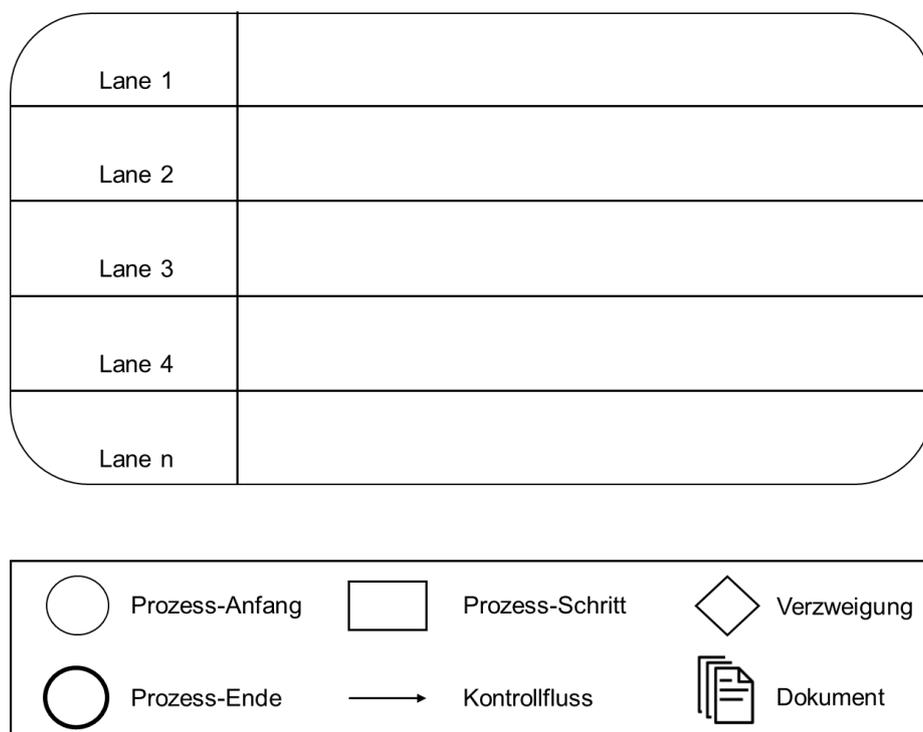


Abbildung 2: Swimlane-Notation (eigene Darstellung nach Gadatsch 2017)

In AP 1 erfolgten die Aufnahmen der Ist-Prozesse bei den involvierten Terminals vor Ort. Hierzu wurden zunächst beteiligte Akteure im Terminalbetrieb definiert, die die einzelnen Lanes beanspruchen. Diese Lanes umfassen allgemein mindestens das „Umschlagequipment“ (z. B. Kran oder Reach Stacker), die „Checker“ (auch Platzmeister) auf der Vorstauffläche, das „Gate“ für die Lkw (ggf. aufgeteilt in mehrere Lanes wie Schalter oder Selbstbedienungsterminals) sowie die Transportmittel „Lkw“, „Zug“ und/ oder „Schiff“. Darüber hinaus wurden die Prozesse in Teilprozesse aufgeteilt. Es wurde zwischen der Anlieferung oder Abholung von Ladeeinheiten und zwischen den verschiedenen angebotenen Verkehrsträgern differenziert. Somit sind bei trimodalen Terminals sechs Prozessbilder entstanden. Abbildung 3 visualisiert beispielhaft den Teilprozess der Anlieferung einer Ladeeinheit mittels eines Lkw in einem Swimlane-Diagramm.

Ladeeinheit (LE) Anlieferung Lkw

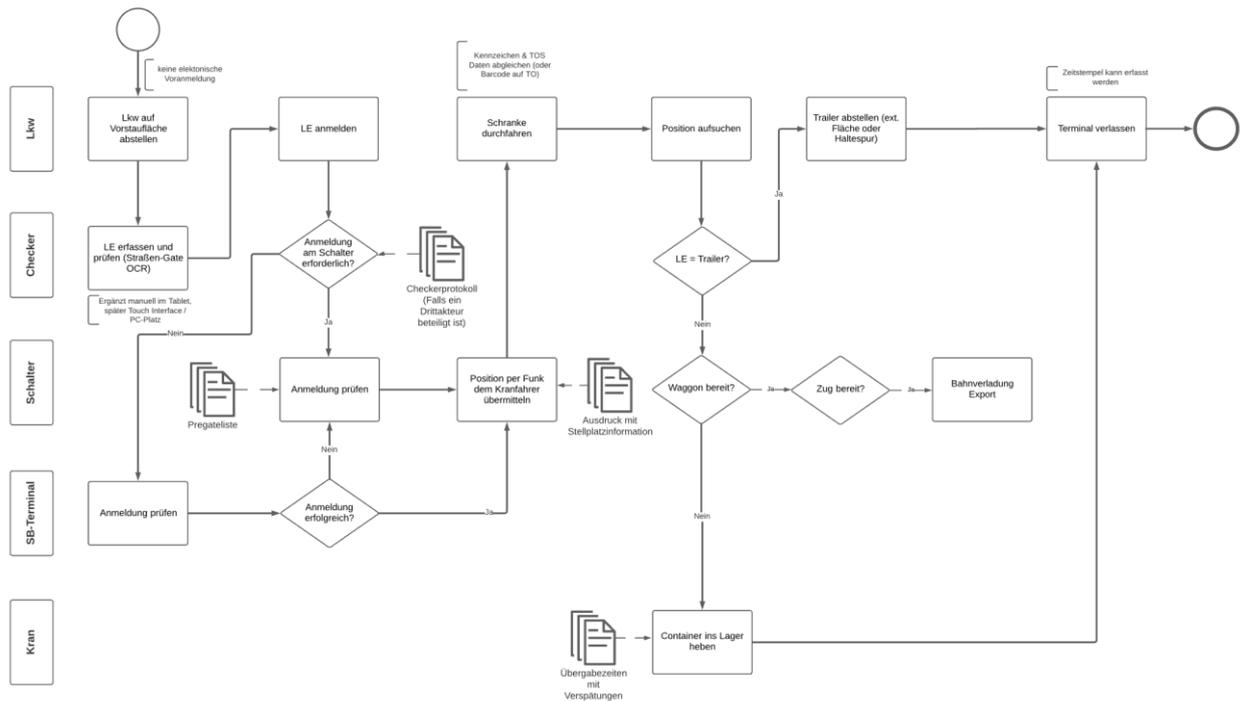


Abbildung 3: Beispielhafter Teilprozess (eigene Darstellung)

Vom linken Bildrand ausgehend sind vertikal die prozessbeteiligten Akteure angeordnet. Jedem Akteur (hier „Lkw“, „Checker“, „Schalter“, „Selbstbedienungsterminal“ und „Kran“) wird horizontal eine Swimlane zugeordnet. Im Anschluss erfolgt für jeden Akteur die Zuweisung, der für ihn relevanten Prozessschritte im zeitlichen Verlauf. Die initiale Aktivität stellt in dem Beispiel die Aktivität „Lkw auf Vorstaufläche abstellen“ des Akteurs „Lkw“ dar. Diese Aktivität löst im Anschluss eine Aktion des Akteurs „Checker“ aus, welche die Aktivität „Ladeeinheit erfassen und prüfen“ (Straßen-Gate OCR) beinhaltet. In dieser beispielhaften Abbildung des Teilprozesses wird zudem ersichtlich, welche Dokumente relevant sind. Mithilfe von Notizfeldern können weitere Informationen (zu Hard- und Software) mit aufgenommen werden. Bei der Auswahl des Tools für die Erstellung von Prozessdarstellungen wurde beachtet, dass diese die grundlegenden Elemente bzw. Formen für die Erstellung von Diagrammen und Flussdiagrammen umfassen. Neben etablierten Flussdiagramm-Software-Anwendungen (z. B. Microsoft Visio) können auch alternative Visualisierungsprogramme wie beispielsweise Lucidchart oder draw.io genutzt werden. Es gibt viele kostengünstige Tools auf dem Markt, welche Projektteams dabei unterstützen, Prozesse visuell zu dokumentieren und Verbesserungen vorzunehmen. Abbildung 3 wurde mittels Lucidchart erstellt. Es wurde dabei z. B. draw.io vorgezogen, da Lucidchart Sicherheitsfunktionen vorweist, welche eine Benutzerauthentifizierung und -autorisierung beinhalten. Darüber hinaus verfügt Lucidchart über Schnittstellen zu Software-Applikationen wie der Microsoft Office Suite. Außerdem ist die Applikation interaktiv ausgelegt, so dass bei der Erstellung der Prozessvisualisierung mehrere Personen zeitgleich arbeiten können.

2.1.3 Bestehende operative Prozesse und zugehörige IT-Prozesse

Auf Basis der Interviews und Prozessaufnahmen ist es möglich bei der Anwendungslandschaft zwei prinzipiell grundlegend verschiedene Ausprägungen zu unterscheiden:

(1) Fremdbezug: Umschlagterminals, die ein terminalübergreifendes IT-System (TOS) nutzen, welches im Idealfall alle administrativen und operativen Aufgaben des Terminals in einem System bündelt und unternehmensübergreifende Schnittstellen beinhaltet. Diese generalisierten IT-Lösungen werden von Software-Anbietern entwickelt und nur geringfügig an die Bedarfe des einzelnen Umschlagterminals angepasst.

(2) Eigenentwicklung: Terminals mit einem eigenen (inhouse) Datenmanagementsystem als Betriebsleitsystem, welches genutzt werden kann, um modular weitere Teilsysteme anzuschließen. Dies kann von dem Einsatz von einfachen Tabellenkalkulationsprogrammen als „Rumpfsystem“ bis hin zu umfangreichen Steuerungssystemen reichen.

Beide Varianten verfügen laut der Interviewten über Vor- sowie Nachteile. Inhouse Systeme können strategisch gefährlich sein, da das notwendige Know-How sowohl im eigenen Unternehmen als auch bei dem Softwaredienstleister verfügbar sein muss. Jedoch können hier Anpassungen z. B. schneller integrierbar sein, wohingegen Customizing an fremdbezogener Software zeitaufwendig, kostenintensiv und mit umfassenden Absprachen verbunden sein kann.

Im Rahmen der Prozessaufnahmen sowie weiteren Interviews wurde deutlich, dass es bei KMU-Umschlagterminals häufig Insel-Lösungen gibt, welche oft nicht ausreichend mit weiteren, eingesetzten Software-Lösungen integriert sind. Hinzu gibt es einige Prozessschritte, welche auf Mensch-Software oder Software-Mensch Schnittstellen angewiesen sind, wobei insbesondere Fehler bei der Eingabe nicht auszuschließen sind. Beispielsweise können hier Selbstbedienungsterminals für Fahrpersonal genannt werden. Ebenfalls wurde deutlich, dass unternehmensübergreifende Kommunikation teilweise auf Basis von unstrukturierten E-Mails stattfindet, die folglich keine einfache Automatisierung ermöglichen. Terminals unterhalten mittel- oder langfristige Geschäftsbeziehungen zu vielen Unternehmen, wie Speditionen oder Bahngesellschaften, aber auch zu Personaldienstleistern. Die Kommunikation zwischen den Terminals und den Geschäftspartnern erfolgt oft noch per E-Mail oder Telefon oder über Systeme von Geschäftspartnern. Dies führt zu einem hohen Zeitaufwand und zu einer gewissen Komplexität in der Nutzung, da sich diese Systeme oft in ihren Anforderungen und ihrer Bedienung unterscheiden. Darüber hinaus führt die Nutzung unterschiedlicher Systeme zu einer mangelnden Flexibilität bei Änderungen in den betrieblichen Abläufen und zu einer Zunahme von Datenredundanzen und Inkonsistenzen. KMU als Terminalbetreiber sind ferner oft auf neue

Kunden oder Partner angewiesen, wobei Anforderungen in teilweise schwierig umzusetzenden und sich widersprechenden Sonderwünschen resultieren können.

Insbesondere bei kurzfristigen Anfragen, welche Terminals z. T. via Telefon erreichen, ist häufig das händische Einpflegen von Daten in die IT-Systeme erforderlich. Besonders in der Disposition und im Vertrieb sind jedoch zumindest vereinfachte Text- oder Datenbankdateien (z. B. csv-Dateien), die häufig zum Austausch von einfach strukturierten Daten dienen, gewünscht. Branchenübergreifende internationale Standards für das Format elektronischer Daten im Geschäftsverkehr finden zwar auch Anwendung (z. B. nach internationalen Standards zum elektronischer Datenaustausch (electronic data interchange, kurz EDI), wie EDIFACT-Standard für Statusinformationen bei Depotmeldungen), jedoch gibt es auch viele neue Digitalisierungsprojekte und Start-Ups, die nicht auf vorhandenen Standards aufbauen. Beispielsweise können hier unternehmensübergreifende sowie systemunabhängige Kommunikationsplattformen für die Transportabwicklung genannt werden, welche die elektronische Übermittlung von Fahraufträgen (an Transportunternehmen, die Fahrer, die Verwaltung) ermöglichen. Ziel ist es häufig, die Auftragskommunikation schneller und einfacher zu gestalten und mehr Transparenz zu schaffen. Diese Systeme sind jedoch auch in die bestehenden IT- und Geschäftsprozesse an den Terminals zu integrieren, was häufig eine Herausforderung darstellt. Darüber hinaus gibt es Prozesse, die ohne IT-Unterstützung, bzw. auf rein papiergestützten Abwicklungsabläufen beruhen. Dazu kann beispielsweise das Checken der Ladeeinheiten auf Unversehrtheit auf dem Terminalgelände zählen.

Es wird deutlich, dass sich KMU-Terminals häufig durch einen geringeren Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad als große Terminals auszeichnen (siehe Abschnitt 2.1.4). Dies kann u. a. an einem etwas geringeren Zeitdruck durch die jeweiligen Kunden liegen, aber auch an kleineren Unternehmensgrößen und den damit verbundenen geringeren Investitionsmöglichkeiten. Zudem verfügen kleinere Umschlagbetriebe oft über eine geringere Marktmacht, so dass sie bei der Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen auf die Kooperation der anderen beteiligten Unternehmen angewiesen sind. Größere Unternehmen können Veränderungen prinzipiell leichter umsetzen, auch wenn die Kooperation einiger Beteiligter eingeschränkt ist. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Zusammenarbeit aller Beteiligten in einer Lieferkette immer zu besseren Ergebnissen führt. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass Terminals mit geringerem Umschlagvolumen weniger unter Digitalisierungsdruck stehen.

Mehr vernetzte Verkehrsträger auf Terminals bedeuten eine höhere Komplexität in den Betriebsabläufen. Das verfügbare Equipment muss flexibel und angemessen auf die Verkehrsträger verteilt und die anstehenden Aufgaben so effizient wie möglich bewältigt werden. Die Terminals und Logistikknoten können aus einer Vielzahl von Zielsetzungen wählen. So

können beispielsweise Aufträge möglichst schnell, möglichst kostengünstig oder mit möglichst geringen Emissionen abgewickelt werden. Auch hier kommen zunehmend Digitalisierungskonzepte und -technologien zum Einsatz.

Große Konzerne verfügen im Bereich der Digitalisierung häufig über standardisierte Lösungen, die mit vergleichsweise geringem Aufwand und entsprechend niedrigen Kosten auf viele verbundene Unternehmen ausgerollt werden können. Da diese Lösungen nicht speziell für einzelne Unternehmen und deren Strukturen und Prozesse geschaffen wurden, kann es bei deren Einsatz zu Effizienzverlusten kommen. Im Gegensatz dazu investieren KMU prozentual zum Umsatz hohe Summen in die Erstellung und Implementierung von individuellen Lösungen. Aufgrund der meist geringen Margen dieser Unternehmen und des daraus resultierenden begrenzten Investitionsvolumens geschieht dies jedoch nur selten. Ein weiterer Einflussfaktor ist die staatliche Förderung von Neubauten und Erweiterungen. In vielen Ländern gilt insbesondere der KV als besonders ökonomisch und ökologisch, und entsprechende Transport- und Umschlagsunternehmen werden subventioniert. Allerdings zielen diese Subventionen derzeit eher auf die Infrastruktur und weniger auf die unterstützende Informationstechnik.

2.1.4 Digitalisierung in Seehäfen

Um Entwicklungsmöglichkeiten und -trends für KMU-Umschlagterminals im KV aufzuzeigen und eine Abgrenzung der Anforderungen und Voraussetzungen von KMU und größeren Unternehmen zu ermöglichen, wird im Folgenden der Stand der Digitalisierung in Seehäfen dargestellt.

Im Hinblick auf die sich verändernden Anforderungen des Welthandels ist die Notwendigkeit gegeben, dass die Häfen immer "intelligenter" werden. Neue Dienstleistungen treten, neben dem Erbringen traditioneller Dienste, zunehmend in den Fokus. So entsteht derzeit eine neue Generation von Häfen, die sogenannten Smart Ports. Diese intelligenten Häfen zeichnen sich dadurch aus, dass sie automatisierte und innovative Technologien wie künstliche Intelligenz, Big Data, Internet der Dinge (IoT) und Blockchain nutzen, um ihre Leistung zu verbessern. Dabei können diese innovativen digitalen Technologien in verschiedenen Bereichen des Hafens eingesetzt werden und einen herkömmlichen Hafen in einen Smart Port verwandeln (vgl. Saxe und Jahn 2017). Somit basiert das Smart-Port-Konzept auf der Digitalisierung und Automatisierung von Hafen- und Terminalprozessen sowie auf der Vernetzung aller Akteure in der maritimen Lieferkette durch die automatisierte Übertragung von mobilen Daten in Echtzeit. Dieses Konzept zielt darauf ab, die allgemeine Wettbewerbsfähigkeit der Häfen zu erhöhen und trägt zur Integration der maritimen Lieferkette bei (vgl. Douaioui et al. 2018).

Gerade in den großen Seehäfen spielt neben der Planung, Gestaltung und Steuerung der Materialströme, die Erfassung, Speicherung, Umwandlung und Übermittlung von Informationen

eine zentrale Rolle. So gewinnen computergestützte operative und interoperative Informationssysteme für die Planung und Steuerung grenzüberschreitender Warenströme zunehmend an Bedeutung. Dazu ist es notwendig, dass die Akteure umfassend und cyber-sicher vernetzt sind. Diese Vernetzung erfolgt bereits in vielen Fällen über kommerzielle Plattformen, die häufig von Unternehmen der Hafenwirtschaft entwickelt und betrieben werden (vgl. Gimenez und Llop 2020). Weiterhin liefert der weit verbreitete Einsatz von Sensor- und Kommunikationstechnik permanente Echtzeitinformationen über den Standort, den Zustand von Geräten, Fahrzeugen und Ladungsträgern. Herausforderungen bei der Gestaltung von Informationsnetzwerken in der maritimen Transportkette ergeben sich dabei u. a. aus einer Vielzahl unterschiedlicher Peer-to-Peer-Schnittstellen, Fragen der Datenhoheit und -sicherheit und fehlenden Datenaustauschstandards (vgl. Saxe und Jahn 2017).

Port Community Systeme sind ein Beispiel für die erfolgreiche Vernetzung von Logistikpartnern entlang der maritimen Lieferkette. Sie ermöglichen eine bessere Planung sowie schnellere Abwicklung und reduzieren die Fehlerhäufigkeit. Ein weltweiter Vorreiter bei Port Community Systemen ist die DAKOSY Datenkommunikationssystem GmbH, Betreiber eines Kommunikationsnetzwerks zur Speicherung, Übertragung, Konvertierung und Verteilung von logistikrelevanten Daten. DAKOSY betreibt u. a. das Hafenkommunikationssystem des Hamburger Hafens. Über Datenschnittstellen können sich Transportunternehmen mit der verladenden und empfangenden Wirtschaft sowie mit den für den Transportprozess relevanten Behörden (z. B. Wasserschutzpolizei, Zoll) vernetzen. Auch die intermodale Hinterlandabwicklung ist in das System integriert (vgl. DAKOSY Datenkommunikationssystem AG 2021).

Durch die zunehmende Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen im Hafen verändert sich auch das Anforderungsprofil für die Mitarbeiter in diesem Bereich. Körperliche Routinetätigkeiten werden durch Automatisierungslösungen ersetzt oder von kooperativen Robotern unterstützt. Die menschliche Arbeit konzentriert sich auf komplexe Wartungsaufgaben. Damit wächst der Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern mit IT-bezogenen Profilen. Ein Beispiel für die Unterstützung menschlicher Aufgaben durch den Einsatz moderner Technologien ist die Implementierung von visuellen Hilfsmitteln (vgl. Saxe und Jahn 2017).

Die voranschreitende Digitalisierung in Seehäfen begünstigt gleichzeitig die Reduzierung von Emissionen. Gründe hierfür sind eine wachsende Transporteffizienz, die Reduzierung des Transportaufkommens, die Optimierung von Routen, die Verlagerung von Transporten auf umweltfreundlichere Verkehrsträger und der Einsatz energieeffizienterer Fahrzeuge.

2.1.5 Anforderungen für die digitale Transformation bei KMU

Obwohl 99,3 % aller deutschen Unternehmen KMU sind und mehr als die Hälfte aller deutschen Arbeitnehmer (53,5 %) bei einem KMU angestellt sind (vgl. Lindner 2019) , wird die digitale Transformation dennoch im Wesentlichen von Großunternehmen vorangetrieben. Dies gilt auch, wie im vorherigen Unterkapitel geschildert, für die Unternehmen der maritimen Lieferkette. Das folgende Unterkapitel gibt zunächst einen Überblick über die aktuelle Situation von deutschen KMU und deren Herausforderungen bei der digitalen Transformation. Anschließend werden hieraus die Anforderungen an KMU für eine erfolgreiche Digitalisierung benannt.

2.1.5.1 KMU in Deutschland

In der Studie „Going Digital, The Challenges Facing European SMEs“ (vgl. Abel-Koch et al. 2019) werden verschiedene Herausforderungen der deutschen KMU bei der Digitalisierung beschrieben. So ist neben einer fehlenden digitalen Infrastruktur und Fragen der Cybersicherheit, der Mangel an Fachkräften, sowohl innerhalb des Unternehmens als auch auf dem Arbeitsmarkt, ein entscheidender Faktor. Den Mitarbeitern in deutschen KMU fehlt laut Abel-Koch et al. (2019) ein breites Spektrum an Fähigkeiten, angefangen von digitalen Grundkompetenzen bis hin zu fortgeschrittenen Programmierkenntnissen. Gleichzeitig ist der Mangel an Fachkräften und Experten, die für eine digitale Transformation notwendig sind, auf dem deutschen Arbeitsmarkt im europäischen Vergleich besonders ausgeprägt. Zusätzlich wird den deutschen KMU in der Studie auch ein Mangel an digitalen Führungsfähigkeiten nahegelegt.

Hölzle et al. (2020) benennen in ihrem Bericht „Strategie und digitale Transformation. Wie systematisch gehen KMU die digitale Transformation an?“ die Kosten, gefolgt von der fehlenden Digitalkompetenz der Mitarbeiter sowie rechtliche Unsicherheiten als größte Herausforderung für digitale Transformation von KMU. Bei den Kosten werten Brockhaus et al. (2020) auch deren für KMU oft schwere Abschätzbarkeit sowie die unklare Wirtschaftlichkeit der Digitalisierungsmaßnahme als Hemmnis bzw. Herausforderung vor der viele KMU stehen. Ebenso ist der hohe administrative Aufwand für KMU oft nicht zu leisten (vgl. Brockhaus et al. 2020).

In einem Interview aus 2019 (Birkner 2019) wird neben fehlenden Digitalkompetenzen der Geschäftsleitung in KMU, Zeitmangel für die Umsetzung der digitalen Transformation als weitere Herausforderung genannt. So haben KMU in konjunkturellen Hochphasen zwar die nötigen finanziellen Mittel, die digitale Transformation voranzutreiben, doch kaum die Zeit. Sobald die Konjunktur dann abflaut, fehlen häufig die finanziellen Mittel.

Wintermann et al. untersuchten 2018 die Zukunft der Arbeit in deutschen KMU (vgl. Wintermann et al. 2018). Hierbei stellten die Autoren in ihrer Studie fest, dass Digitalisierung insbesondere in den Branchen Gesundheit, Chemie und Logistik als nicht notwendig betrachtet wird. Dies rückt

neben den bereits angeführten Herausforderungen die grundlegende Bereitschaft von KMU zu einer digitalen Transformation in den Vordergrund. Dies spiegelt sich auch in einer weiteren Studie wieder, in der nur 73,1 % der KMU die digitale Transformation als relevant einschätzten. Im Vergleich hierzu, schätzen 91,7 % aller Großunternehmen die digitale Transformation als relevant ein (vgl. Lindner und Leyh 2019).

In Abbildung 4 sind die oben erwähnten Herausforderungen an KMU zusammengefasst dargestellt. Hierbei zeigt sich deutlich, dass die grundlegende Bereitschaft der KMU essenziell ist, um eine digitale Transformation anzustoßen. Die weiteren Herausforderungen: Kosten, Cyber-Sicherheit, Zeitmangel, fehlende Infrastruktur und Mangel von Fach- und Führungskräften bedingen sich zum Teil gegenseitig.



Abbildung 4: Herausforderungen für die digitale Transformation in KMU (eigene Darstellung)

So kann beispielsweise ein KMU ohne ausreichend finanzielle Mittel weder fehlende Infrastruktur aufbauen, noch Fachkräfte einstellen, um die Infrastruktur zu unterhalten. Fortbildungen, um die digitale Kompetenz der Mitarbeiter und der Geschäftsleitung zu erhöhen, sind zeit- und kostenintensiv.

2.1.5.2 Anforderungen

Bislang gibt es keinen festgelegten Anforderungskatalog für die digitale Transformation bei KMU. Viele Anforderungen für die digitale Transformation können aus den Herausforderungen abgeleitet werden. Gleichzeitig ist aber auch eine systematische Umsetzung der digitalen Transformation entscheidend. Hölzle et al. (2020) identifizieren eine Strategie, unterteilt in vier Kategorien (Digitale Strategie, Geschäftsmodell, Investition, Markt und Wettbewerb) als

wichtigsten Ausgangspunkt für die Umsetzung der digitalen Transformation in KMU. Gleichzeitig sollte diese Strategie laut Hölzel et al. auch klar innerhalb eines Unternehmens kommuniziert werden, da nur durch Transparenz Diskrepanzen bei Mitarbeiter vermieden werden können. Bauer sieht in einem Interview von 2019 (vgl. Birkner 2019) neben der internen kommunizierten Digitalisierungsstrategie auch die Notwendigkeit von offenen und modernen Unternehmensstrukturen, um Innovationen aus allen Hierarchieebenen zuzulassen. Zusätzlich betont er, dass die digitale Transformation in KMU in kleinen Schritten beginnen sollten, da sich oftmals die gesamte Unternehmensstruktur nicht ohne Schäden komplett verändern lässt.

Viele Herausforderungen und somit auch viele der abgeleiteten Anforderungen an KMU für die digitale Transformation bedingen sich untereinander. Dies macht es nicht möglich, die eine entscheidende Anforderungen allgemein gültig für alle KMU zu definieren. Vielmehr müssen KMU unter Berücksichtigung ihrer aktuellen Situation einzelne abgestimmte Maßnahmen ergreifen, um einzelne Anforderungen für die digitale Transformation umzusetzen.

Lindner und Leyh (2019) haben verschiedene Themenfelder und Handlungsempfehlungen in ihrer systematischen Literatursuche zur Digitalisierung von KMU gebildet und definiert. Sie haben daraus resultierende Implikationen für KMU zusammengefasst. Die von ihnen gefunden Themenfelder sind (1) Industrie 4.0 und Automatisierung, (2) Big Data, (3) Arbeit, Führung und Agilität, (4) Geschäftsmodelle und Innovation, (5) Globalisierung und (6) Cloud Computing.

Das Themenfeld (1) Industrie 4.0 und Automatisierung verdeutlicht die Vernetzung von Menschen und Maschinen. Des Weiteren wird betrachtet, wie diverse Software in der Produktion zur Prozessautomatisierung verwendet wird. Die implizierten Handlungsempfehlungen sind führen durch den Einsatz verschiedener Softwarelösungen zur Verschlankung und Automatisierung von Prozessen, was eine Kostenreduzierung induzieren kann. Ebenfalls lassen sich mithilfe dieser Tools Berichte schneller und einfacher abrufen, was einerseits die frühzeitige Erkennung von Optimierungspotentialen bei der Maschinennutzung (Energieverbrauch, Fehlproduktion) ermöglicht und andererseits die Kooperation mit Zulieferern vereinfacht, weshalb Synergieeffekte genutzt werden können. Da die Implementierung häufig mit Unsicherheit verbunden ist, wird empfohlen sich vertieft auf Messen oder in Testlabs zu informieren. Eine vollständige Automatisierung ist für KMU nur in Ausnahmen sinnvoll. (vgl. Lindner und Leyh 2019).

Unter (2) Big Data ist der Umgang mit großen Datenmengen zu verstehen. Die meisten KMU verfügen häufig über mehr Daten als ihnen bewusst ist. Sobald diese Daten erhoben und ausgewertet werden, können diese genutzt werden, um wohl überlegte Entscheidungen auf Basis von Prognosen zu treffen. Da Big-Data-Software oft eine große Investition darstellt und von einzelnen KMU meist nicht vollständig genutzt werden kann, empfiehlt sich eine Kooperation mit

geeigneten Partnern und Zulieferern. Die verwendete Software kann in kostenfreien Testversionen getestet werden. Es gilt den Datenschutz zu berücksichtigen, um Überwachung und Datenmanipulation zu verhindern. (vgl. Lindner und Leyh 2019)

Im dritten Themencluster (3) Arbeit, Führung und Agilität werden neue Arbeitsmodelle, Arbeitsmethoden, Führungskonzepte und Bürokonzepte im Kontext von KMU beschrieben. Dabei kann mit Home-Office, Remote-Arbeiten oder Wahlfreiheit der IT die Attraktivität als Arbeitgeber gesteigert werden. Nichtsdestotrotz muss auf eine ausreichende Qualifikation der Mitarbeiter, mobile Hard- und Software und den Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz beachtet werden. Da KMU aufgrund ihrer Größe agiler als Großunternehmen arbeiten, können durch Digitalisierung die schlanken Prozesse und erhöhten Freiheitsgrade der Mitarbeiter beibehalten werden. Dies steigert die Mitarbeiterzufriedenheit. (vgl. Lindner und Leyh 2019)

Der vierte Themencluster der Digitalisierung in KMU behandelt (4) Geschäftsmodelle und Innovation. In diesem Cluster steht die Generierung von Innovation auf Basis neuer Technologien und Geschäftsmodelle im Vordergrund. Die Innovationsfähigkeit in KMU kann durch Kooperationen gewährleistet bleiben, sodass die Aufwände auf mehrere Unternehmen verteilt und mehr Wissen und Ressourcen genutzt werden. Mithilfe von agilen Methoden (Scrum, Lean Startup) können neben dem herkömmlichen Innovationsprozess (Kundenauftrag) risikoarm weitere Innovationen und Geschäftsmodelle erschlossen und Fehlinvestitionen vermieden werden. (vgl. Lindner und Leyh 2019).

Beim Themencluster (5) Globalisierung wird der grenzübergreifende Handel, der per Standortverteilung zu Wettbewerbsvorteilen führen soll, betrachtet. Der Vorteil der Globalisierung ist die Verfügbarkeit von Experten weltweit. Diese können mithilfe geeigneter IT-Systeme miteinander zusammenarbeiten. Somit ist der Zugang zu speziellem Wissen gesichert. (vgl. Lindner und Leyh 2019)

Im letzten Themencluster (6) Cloud Computing geht es um die Verwendung von Technologien zur dynamischen Bereitstellung von Ressourcen. Durch eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit einem Cloud Provider kann diese Technologie genutzt werden, ohne selbst Fachkräfte dazu anzuwerben und ohne Risiken wie Wissensverlust, Datenschutz oder hohe Kosten einzugehen. Der Vorteil von Cloud-Speichern ist der unbegrenzte Zugriff auf Dokumente, Daten und Berichte, sowie eine ortsunabhängige Arbeit. (vgl. Lindner und Leyh 2019)

Aus den sechs Themenfeldern der Digitalisierung in KMU leiten Lindner und Leyh (2019) eine Erhöhung des Aufwandes in IT-Organisation, Betrieb und Servicemanagement ab, da oft die entsprechenden Prozesse und Experten nicht existieren. Deshalb haben KMU die Möglichkeiten der (Teil-)Automatisierung des Betriebs, die Verwendung von IT-Service Management (ITSM) Tools oder des Outsourcing der IT. (vgl. Lindner und Leyh 2019)

2.2 AP 2: Auswahl von Softwarekartentypen, Gestaltungsregeln und Software

In AP 2 erfolgt die Auseinandersetzung mit den in Wissenschaft und Wirtschaft verwendeten Softwarekartentypen und ein Abgleich mit branchenspezifischen Anforderungen. In Unternehmen muss die IT-Landschaft sinnvoll dargestellt werden. Demzufolge haben die ausgewählten Softwarekartentypen, die Gestaltungsform und -regeln, aber auch die Software-Anwendungen zur Anfertigung der Softwarekarten den jeweiligen Anforderungen des Unternehmens zu entsprechen. Die Softwarekartentypen werden mit Gestaltungsregeln basierend auf dem Stand der Wissenschaft versehen. Neben der Festlegung eines Softwarekartentyps ist die Auswahl einer geeigneten Software zur Erstellung der Karten elementar. Ein besonderes Augenmerk sollte hier auf der leichten Bedienbarkeit liegen. Zudem ist es vorteilhaft, wenn diese Software bereits in den KMU vorhanden ist oder für vergleichsweise geringe Kosten beschafft werden kann. Ziel des AP2 ist somit die Auswahl eines für die Praxis geeigneten Softwarekartentyps mit den zugehörigen Visualisierungsregeln und Gestaltungselementen und einer Abbildungssoftware.

2.2.1 Unternehmensarchitekturmanagement

In der Praxis befassen sich insbesondere große Unternehmen seit einiger Zeit mit dem Management und der strategischen Entwicklung der IT. Da sich das Unternehmensarchitekturmanagement (UAM) Anfang der 1990er Jahre gleichzeitig in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen entwickelt hat, gibt es noch keine allgemein gültige Definition. Lapalme et al. (2016) verstehen beispielsweise die Unternehmensarchitektur (UA) als die wesentlichen Elemente einer soziotechnischen Organisation, ihre Beziehungen zueinander und zu ihrer Umwelt sowie die Prinzipien der Gestaltung und Entwicklung der Organisation selbst. Sie definieren UAM als die kontinuierliche Tätigkeit der Beschreibung und Aktualisierung der UA, um ihre Komplexität zu verstehen und ihre Veränderungen zu steuern. Im Rahmen von UAM wird die Anwendungslandschaft, d. h. IT-Systeme, Geschäftsprozesse und deren Interaktionen, kurz die Gesamtheit aller betrieblichen Informationssysteme eines Unternehmens, erfasst und ganzheitlich dokumentiert. Buckl et al. (2007) identifizieren Probleme bei der Visualisierung, basierend auf einer umfangreichen Umfrage zu bestehenden Modellierungswerkzeugen für UAM. Sie betonen die Bedeutung von visuellen Modellen, um die Informationen besser wahrnehmbar zu machen.

Im Folgenden wird die Visualisierung von UA auf Basis behandelt. Es wird sich dabei auf UA-Modellierungsansätze konzentriert, die zur Unterstützung der Dokumentation, Planung sowie Evaluierung der Anwendungslandschaften eingesetzt werden können. Ein solches Mittel zur Darstellung von IT-Landschaften kann über die Softwarekartographie mittels Softwarekarten erfolgen. So zielt die Softwarekartographie darauf ab, komplexe IT-Anwendungslandschaften in Unternehmen mithilfe der Erkenntnisse und Methoden der Kartographie systematisch abzubilden

und damit die Beschreibung, Bewertung und Gestaltung von Anwendungslandschaften zu erleichtern (vgl. Buckl et al. 2007). Prinzipiell sollen Softwarekarten als Gesprächsgrundlage dienen, um Fragestellungen bestimmter Interessensgruppen zu beantworten.

2.2.2 Softwarekartographie

Grundlegende Prinzipien der Softwarekartographie finden sich in Lankes et al. (2005). Softwarekarten basieren auf einem Schichtenprinzip. Die unterste Schicht (Kartengrund) hat hierbei einen besonderen Stellenwert. Sie dient der Zuordnung der Elemente auf der Karte und visualisiert je nach Kartentyp (mehrere) Instanzen verschiedener Objekttypen (wie Prozessschritte, Funktionsbereiche etc.) und wird je nach Anwendungszweck aufgebaut (vgl. Ernst et al. 2006b). Über diesen Kartengrund können in weiteren Schichten Informationen zu den Anwendungssystemen und Verbindungen sowie Kennzahlen dargestellt werden. So lassen sich Informationen gruppieren und für eine verbesserte Informationsaufnahme partiell aus- und abwählen. Die Schichten können zur Anpassung der Informationsdichte verwendet werden und bilden zusammen eine Gesamtkarte. Die selektive Darstellungsmöglichkeit mittels Schichtenprinzip erleichtert die Herausstellung der IT-Landschaft eines Unternehmens. Abbildung 5 zeigt dieses Schichtenprinzip, welches hier zur Veranschaulichung dreidimensional dargestellt ist. Grundsätzlich sind Softwarekarten zweidimensional.

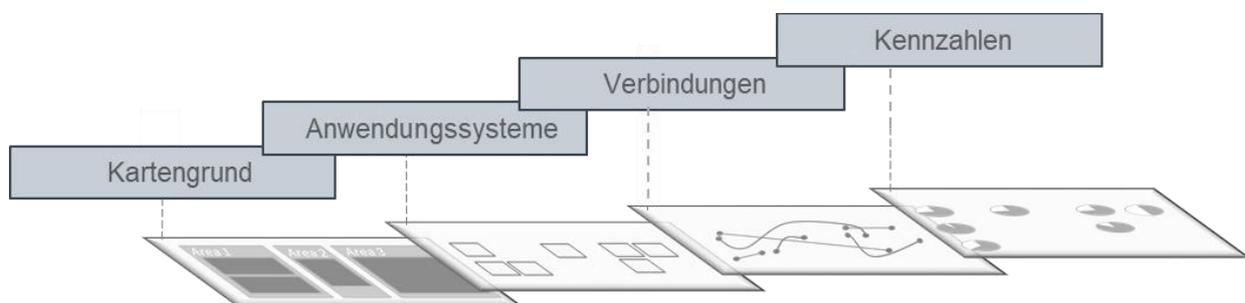


Abbildung 5: Schichtenprinzip (eigene Darstellung nach Lankes et al. 2005)

Die Clusterkarte in Abbildung 5 (siehe Abschnitt 2.2.3 zu Softwarekartentypen) setzt sich aus den vier Schichten Kartengrund, Anwendungssysteme, Verbindungen und Kennzahlen zusammen. Sollte eine der Schichten für eine Fragestellung nicht notwendig, gar störend sein, kann diese ausgeblendet werden, um die erforderlichen Informationen klarer darzustellen.

In jedem Unternehmen lassen sich Geschäftseinheiten ausmachen, die unterschiedliche Anforderungen erfüllen müssen. In dem technischen Bericht zu „Softwarekarten zur Visualisierung“ von Matthes und Wittenburg (2004) lassen sich nach Interviews mit verschiedenen Projektpartnern fünf verschiedene Gruppierungen aufmachen, nach denen Softwarekarten erstellt und eingesetzt werden können. In der folgenden Tabelle

Tabelle 1 wird eine detaillierte Übersicht der relevantesten Aspekte für gegeben.

Tabelle 1: Aspekte von Informationssystemen (vgl. Matthes und Wittenburg 2004)

<p>Fachliche Aspekte</p>	<p>Fachliche Aspekte lassen sich in organisatorische und prozess-orientierte Aspekte unterteilen. Organisatorische und prozessorientierte Aspekte sind stark miteinander verknüpft, da die Organisationseinheiten für die Umsetzung von Prozessschritten verantwortlich sind, welche wiederum von Personen, die Organisationseinheiten angehören, umgesetzt werden.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuordnung von betrieblichen Anwendungssystemen zu logischen Einheiten • Anzahl der Nutzer pro betriebliches Anwendungssystem
<p>Planerische Aspekte</p>	<p>Planerische Aspekte umfassen den Entwicklungsprozess von IT-Landschaften unter Berücksichtigung der Zeit. Hier kommen insbesondere Ist- und Soll-Landschaften zum Tragen.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lebenszyklus eines betrieblichen Anwendungssystems • Zeitliche Veränderung der Anwendungslandschaft • Zielarchitektur der Anwendungslandschaft
<p>Technische Aspekte</p>	<p>Technische Aspekte beinhalten die Auseinandersetzung mit allen im Unternehmen eingesetzten technischen Mitteln wie Schnittstellen oder Individual- vs. Standardsoftware.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellen-Beziehungen und Konnektoren • Datenvolumen pro betrieblichen Anwendungssystem • Implementierungssprache pro betrieblichem Anwendungssystem • Genutztes Betriebssystem pro verwendetem Anwendungssystem • Genutzte Datenbankmanagementsysteme pro betrieblichem Anwendungssystem
<p>Wirtschaftliche Aspekte</p>	<p>Wirtschaftliche Aspekte beinhalten alle möglichen Kosten und Kostenarten, die im Zusammenhang mit der bestehenden IT-Landschaft bestehen.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kosten pro betrieblichem Anwendungssystem • Kapitalwert des betrieblichen Anwendungssystems
<p>Operative Aspekte</p>	<p>Operative Aspekte betreffen den direkten Betrieb der Informationssysteme im Unternehmen.</p> <p>Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausfall und Betriebszeiten pro betrieblichem Anwendungssystem • Geographische Position des Betriebsorts des Anwendungssystems • Abhängigkeiten zwischen Anwendungssystemen im Unternehmen

2.2.3 Softwarekartentypen

Mithilfe der Softwarekartographie können unterschiedliche Interessenlagen in Unternehmen bedient werden. Beispielsweise kann es für die Unternehmensführung von großem Interesse sein, wie die Weiterentwicklung der IT-Landschaft bei gleichzeitiger Kostenreduktion vollzogen werden kann, ohne sich jedoch zu sehr auf die technisch spezifische Ausführung zu fokussieren. Die kann jedoch insbesondere für Mitarbeiter anderer Unternehmenseinheiten von großer Relevanz sein. Von daher ist eine differenzierte Darstellung von Vorteil.

Im Unterschied zu herkömmlichen topographischen Karten, wo alle Elemente mit Koordinaten versehen sind und somit bezüglich ihrer geographischen Lage eindeutig mithilfe von Breiten- und Längengraden verortet werden können, ist dies in Softwarekarten nicht möglich. Grundsätzlich sind Menschen jedoch auf exakt diese räumliche Stabilität angewiesen, um die Lokalisierung ihnen bekannter Objekte auf verschiedenen Kartendarstellungen vorzunehmen (Matthes 2008a). Die Softwarekartographie muss daher die Frage beantworten, welche alternativen Bezugspunkte in der UA bestehen und wie diese für eine stabile Verortung nutzbar gemacht werden können.

Lankes et al. (2005) haben verschiedene Typen von Softwarekartentypen abgeleitet. Diese unterscheiden sich in der zugrundeliegenden Struktur des Kartengrund, der mit ihnen verfolgten Zielsetzung und dem Bearbeitungsprozess. Darauf aufbauend leitet Wittenburg (2007) ein Visualisierungsmodell für Softwarekarten ab, das u. a. aus Gestaltungsmitteln und -regeln besteht und relevante Merkmale von Anwendungslandschaften definiert. Abhängig davon wie die Dimensionierung zur Verortung bei Softwarekarten erfolgt, kommt es zur Ausdifferenzierung verschiedener Softwarekartentypen. Abbildung 6 zeigt diese Arten von Softwarekarten auf.

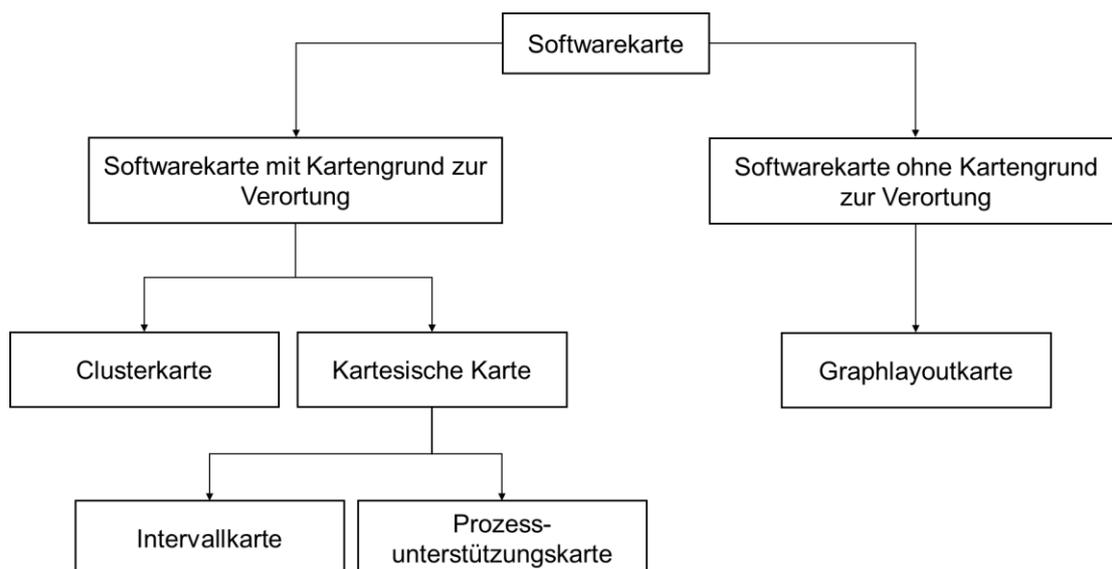


Abbildung 6: Vererbungshierarchie von Softwarekartentypen (eigene Darstellung nach Wittenburg 2007)

2.2.3.1 Softwarekarten mit Kartengrund zur Verortung

Mittels einer standardisierten Verortung und Strukturierung von Elementen auf Softwarekarten wird ein Wiedererkennungswert generiert, der dem Betrachter eine bessere Orientierung ermöglicht (vgl. Wittenburg 2007).

Clusterkarte

Mithilfe von Softwarekarten vom Typ Clusterkarten können Anwendungssysteme logischen Einheiten zugewiesen werden. Die Clusterung wird vom Kartengrund bestimmt. Mittels Schichtenprinzip lassen sich neue Cluster und Anwendungen hinzufügen, welche situationsabhängig miteinander verknüpft und so in Beziehung gesetzt werden können. Logische Einheiten in einem Unternehmen werden durch Funktionsbereiche, Organisationseinheiten oder Standorte definiert. Zur Differenzierung der einzelnen Einheiten werden wirksame Beschriftungen und Farbcodes angewendet. (vgl. Wittenburg 2007)

Zur Verortung von Kartenelementen erfolgt die Darstellung mit Bezug zur übergeordneten logischen Einheit. Clusterkarten unterliegen keinen Regeln wie die Positionierung und Anordnung von Elementen in logischen Einheiten auf den Softwarekarten zu erfolgen hat. Es wird zur Beantwortung dieser Frage zwischen zwei verschiedenen Kategorisierungen von Verortungen unterschieden:

- platzoptimierende Verortung
- und konventionsgestützte Verortung

Der Zweck der platzoptimierenden Anordnung von Einheiten besteht in der Generierung einer Softwarekarte mit möglichst kleinem Ausmaß, wohingegen die konventionsgestützte Verortung auf die Separierung von Einheiten abzielt, die bspw. eher in Kundenkontakt oder Lieferantenkontakt stehen. Hinsichtlich der Informationsdarlegung existieren nach Wittenburg (2007) bei Clusterkarten verschiedene Möglichkeiten

- Visualisierung von Kommunikationsbeziehung mit verschiedenem Detaillierungsgrad
- Visualisierung von Merkmalen durch die Nutzung der Gestaltungsmittelvariablen
- Visualisierung von Merkmalen auf mehreren Schichten

Vor allem durch die Verwendung des Schichtprinzips werden dem Betrachter verschiedene Dimensionen der Anwendungslandschaft verständlich aufbereitet und intuitiv dargestellt. In Abbildung 7 ist der Kartengrund sowie beispielhafte Anwendungssysteme eines Unternehmens mit Organisationseinheiten in Deutschland und Großbritannien visualisiert. Optional kann die Clusterkarte um Kommunikationspfeile, wie in den Visualisierungsregeln ersichtlich ist, ergänzt werden. Damit kann die Interaktion zwischen den einzelnen Anwendungen visualisiert werden.

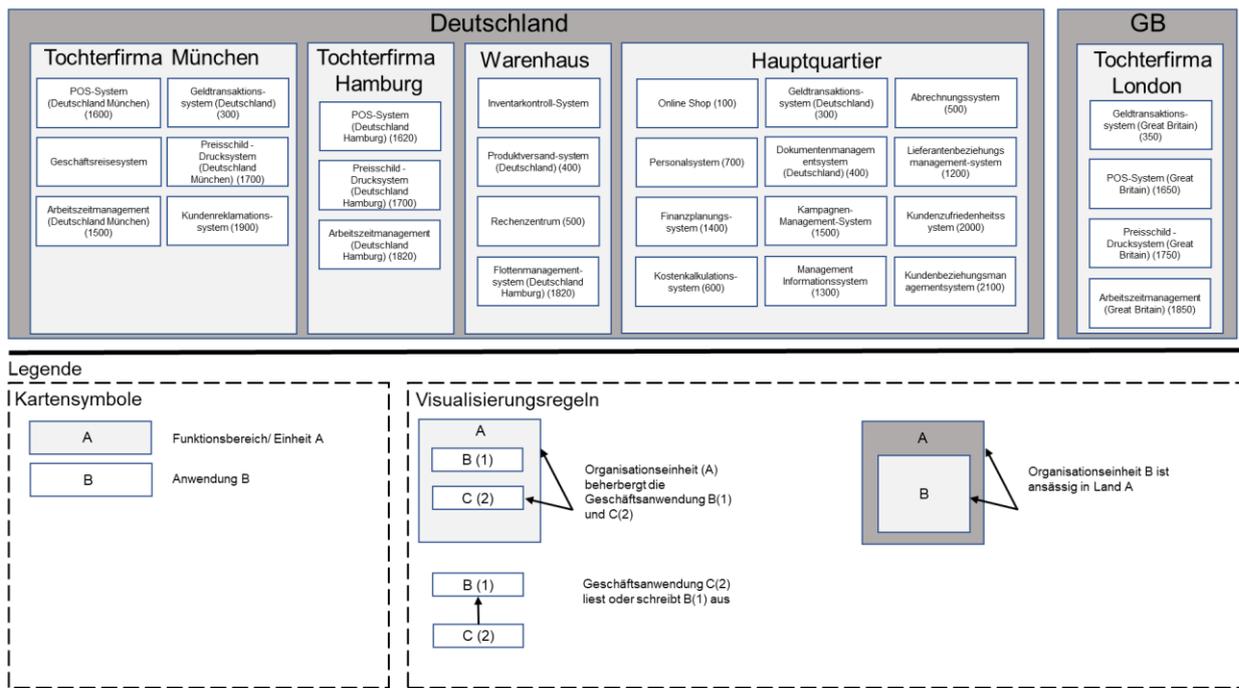


Abbildung 7: Clusterkarte (eigene Darstellung nach Buckl et al. 2008)

Vor allem durch die Ein- und Ausblendung verschiedener Layer werden Zusammenhänge ersichtlich und für den Benutzer transparent (vgl. Wittenburg 2007; Lankes et al. 2005). In dem Beispiel in Abbildung 7 liegt der Fokus beispielsweise auf dem Kartengrund (den Organisationseinheiten in den einzelnen Ländern) sowie der zweiten Ebene mit den relevanten Geschäftsanwendungen.

Kartesische Karte

Die Grundlage einer kartesischen Karte sind die x- und y-Koordinaten, mit denen es ermöglicht wird in einen zweidimensionalen Raum Abstufungen von zwei gewählten Merkmalen abzubilden. Eine kartesische Karte definiert lediglich die Struktur des Kartengrunds und wirkt sich daher nicht auf die Anwendungsfälle oder verfolgten Interessen aus. Zwei bedeutende Beispiele für kartesische Karten sind Prozessunterstützungskarten und Intervallkarten (vgl. Matthes 2008b).

Die Prozessunterstützungskarte bildet durch die x-Achse, als Referenz für die Abfolge einzelner Prozessschritte, die Wertschöpfungskette des Unternehmens ab. Folglich können so Potentiale zur vertikalen bzw. horizontalen Integration in Unternehmensarchitekturen ausgemacht werden. Durch das Wesen der Prozessorientierung erhält diese Karte im Rahmen von organisationseinheitsübergreifenden Prozessen innerhalb von Unternehmen eine Relevanz. Dies gilt vor allem dann, wenn es darum geht, geschäftliche Prozesse möglichst effizient umzustrukturieren. Für die erfolgreiche Umsetzung ist eine Visualisierung von Prozessen und Anwendungen nötig. Da in Unternehmen eine Vielzahl von Prozessen existieren, die sich für die Abbildung mittels einer Softwarekarte eignen, muss jedoch ein Prozess ausgewählt werden, der

für die Verortung der Unternehmenseinheiten als Basis dient. Die Prozesswahl kann sich an den zu erwartenden Kartenzweck anlehnen. Prozessunterstützungskarten sollen dabei helfen Optimierungspotentiale und Redundanzen offenzulegen. Denn oftmals finden in Unternehmen gleiche Prozessschritte mit unterschiedlichen Anwendungen statt, die aber funktional identisch sind. (vgl. Wittenburg 2007; Lankes et al. 2005)

Die y-Achse bietet sich an für die Abbildung von Merkmalen wie:

- Organisationseinheiten oder Standorte, wo eine Nutzung von Anwendungssystemen stattfindet
- Zeit, als Maßgabe für den Zeitraum der Benutzung eines Anwendungssystems
- Typ des Anwendungssystems wie z. B. technische, operative oder administrative Prozesse

Der Prozessunterstützungskarte in Abbildung 8 ist beispielhaft zu entnehmen wie sich entlang der Wertschöpfungskette (Anschaffung, Einlagerung, Distribution) die verschiedenen Organisationseinheiten eines exemplarischen Unternehmens verschiedener Anwendungen bedienen. Demnach ist zu sehen, dass das Bestandskontrollsystem (200) im Prozess der Anschaffung über alle Standorte hinweg vom Hauptsitz des Unternehmens über die Tochtergesellschaften hinweg bis zum Lager zum Einsatz kommt.

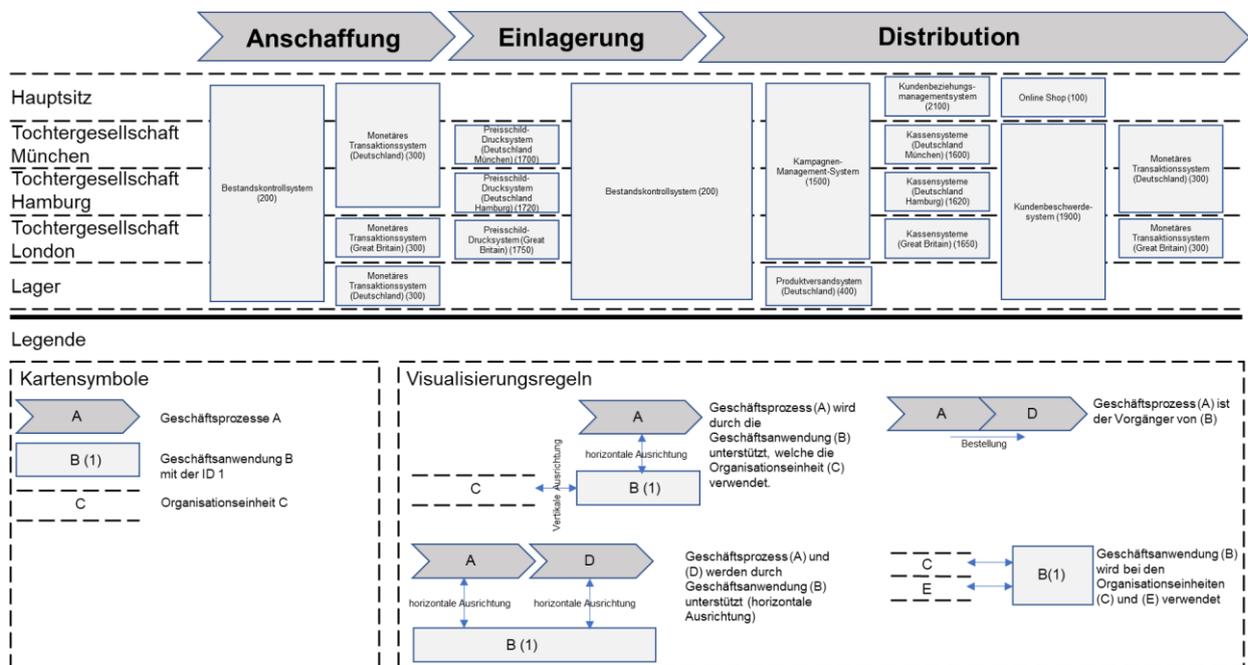


Abbildung 8: Prozessunterstützungskarte (eigene Darstellung nach Buckl et al. 2008)

Bei den Intervallkarten stehen planerische Gesichtspunkte im Fokus, welche in Abhängigkeit der Zeit abgebildet werden. Intervallkarten erinnern daher an Gantt-Charts. Durch die Einteilung der

x-Achse in Zeitintervalle ist es möglich den Statuszustand einer betrachtete Unternehmenseinheit effektiv zu erfassen. Gleichzeitig wird ersichtlich, welche weiteren Zustände folgen. Wie in Abbildung 9 ersichtlich wird, tragen die Balken die Informationen der einzelnen Zustände ab. Am Beispiel der Buchhaltungssoftware wird die Wirkweise der Intervallkarte deutlich. Über die Jahre 2021 bis 2022 bleibt die Buchhaltungssoftware im Unternehmen in Verwendung. Einzig die Versionen der eingesetzten Buchhaltungssoftware verändern sich aufgrund von Updates. Die Version v 1.5 der Software findet Ende April 2021 keine Weiterverwendung und wird durch eine 1-monatige Übergangsphase von der sich bis dahin in Entwicklung befindlichen Version v 2.0 zu Juni 2021 ersetzt. Parallel zur Einführung der Version v. 2.0 wird bereits die neue Version v 2.5 konzipiert. Zusätzliche Informationen, die über den Anwendungszustand hinaus gehen, können durch das Schichtenprinzip hinzugefügt werden (vgl. Wittenburg 2007; Lankes et al. 2005).

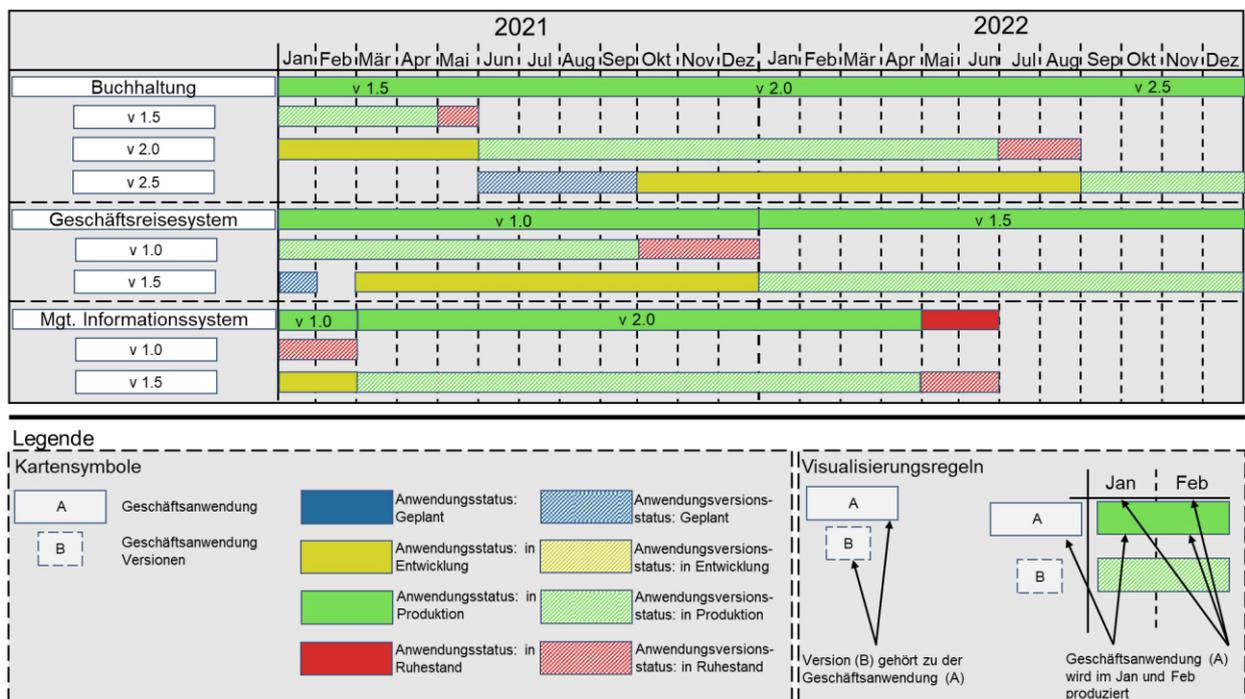


Abbildung 9: Zeitintervallkarte (eigene Darstellung nach Buckl et al. 2008)

2.2.3.2 Softwarekarten ohne Kartengrund zur Verortung

Die bisher beleuchteten Kartentypen besitzen alle einen Kartengrund. Daneben existieren auch Softwarekarten, bei denen die Anordnung von Elementen keine Wertigkeit besitzt. Die Elemente können daher von den Erstellenden frei auf dem Kartengrund arrangiert werden oder nach Graphlayout-Algorithmen vorgenommen werden. Da bei diesen sogenannten Graphlayoutkarten keine Dimension zur Verortung existiert, wird über die Position von Elementen auch keine Information aufgrund der Positionierung mitgeteilt. Es lässt sich daher eine gewisse Ähnlichkeit zu graphischen Darstellungen wie beispielsweise UML- und E/R Diagramme oder auch Petrinetze erkennen. (vgl. Wittenburg 2007; Lankes et al. 2005)

In Abbildung 10 wird dargestellt, wie frei die Elemente, hier die eines Online-Shops, angeordnet werden können. Die Reihenfolge der Anordnung erfolgt beliebig und ohne Wertung oder strukturiertem Vorgehen. Die Verbindungen der einzelnen Elemente mit dem Online-Shop stehen für den stattfindenden Informationsfluss. Dieser kann uni- oder bidirektional sein.

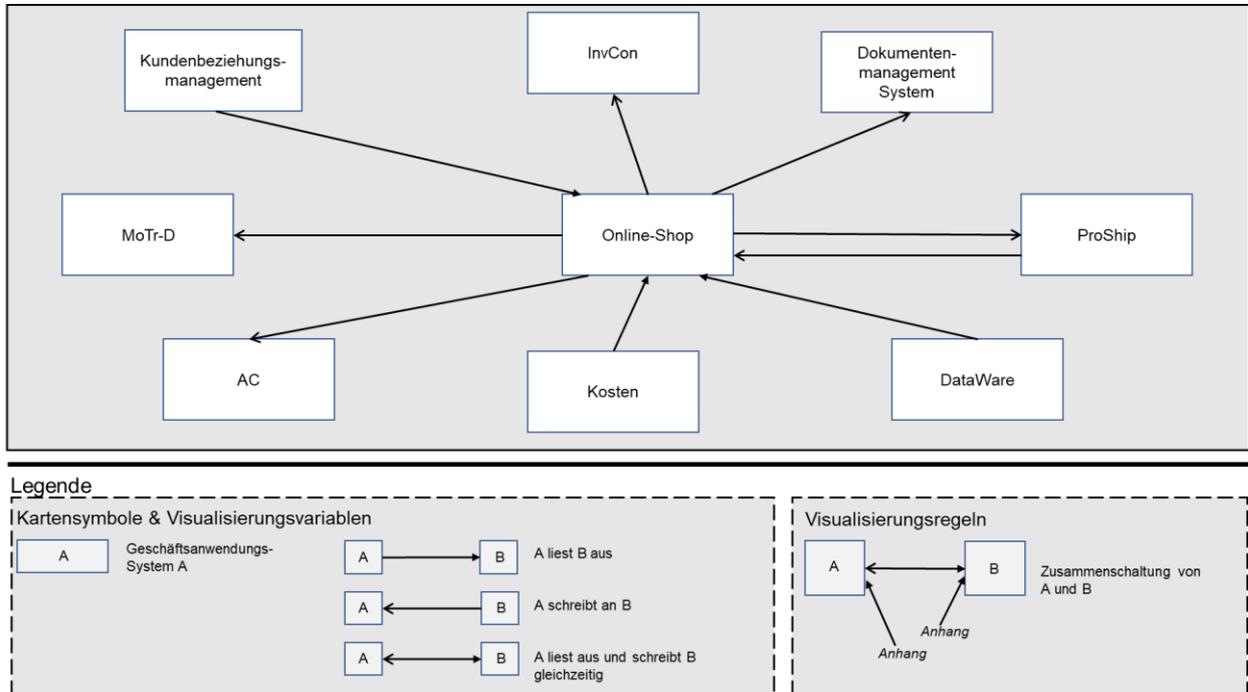


Abbildung 10: Softwarekarte ohne Verortung (Graphlayoutkarte) (eigene Darstellung nach Buckl et al. 2008)

Vor- und Nachteile der vorgestellten Softwarekarten

Durch Auswertung relevanter Literatur wird nachfolgend eine Übersicht der Vor- und Nachteile aller bisher betrachteten Softwarekarten in Tabelle 2 abgebildet (vgl. Ernst et al. 2006a; Buckl et al. 2009; Roth et al. 2014).

Tabelle 2: Übersicht der Vor- und Nachteile von Softwarekartentypen

Clusterkarten	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überschneidungen sind gut sichtbar. • Eignet sich, um logische- und Organisationseinheiten herauszustellen. Zusätzlich lassen sich Zusammenhänge und Konformität von zum Beispiel lokalen Standorten und Business Applikationen in Clusterkarten visuell darstellen. • Clusterkarten sind in der Praxis sehr weit verbreitet. Laut der Umfrage von Roth et al. (2014) in Bezug auf die Nutzung von Tools zur Darstellung der Unternehmensarchitektur verwendeten 82 von 109 Teilnehmern Clusterkarten. <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es gibt kein einheitliches Bearbeitungsschema und somit können sich Clusterkarten drastisch unterscheiden.
----------------------	--

<p>Prozessunterstützungskarten</p>	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dadurch das die Kartensymbole immer am Rand der Karten liegen müssen, spannen sie eine x- und y-Achsensystem auf, welche eine schnelle strukturierte Übersicht über das Modell ermöglicht. • Falls die Werte linear geordnet sind, bietet sich das Konzept der geordneten Achse an. • „Prozessunterstützungskarten sind besonders hilfreich, um Potentiale für vertikale und horizontale Integrationen in gewachsenen Anwendungslandschaften zu identifizieren.“ (Matthes 2008b) • Die Prozessunterstützungskarte kann zusätzlich ein nützliches Tool für eine „Gap Analysis“ von den verschiedenen Zuständen der Prozesse sein. <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es kann zu teilweisen oder völligen Überlappungen der Prozesse auf der x- und y-Achse kommen. • Das Koordinatensystem hat nicht den üblichen Aufbau, da die horizontale x-Achse am oberen Rand der Karte angesetzt ist. Darüber hinaus sind die Werte der Achsen normalerweise kontinuierlich, wobei die Werte der Prozesskarte eher einen diskreten Ursprung haben.
<p>Zeitintervallkarten</p>	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eignet sich sehr gut, um Prozesse in Abhängigkeit der Zeit darzustellen. • Mit unterschiedlichen Farben ist es möglich, verschiedene Zustände aufzuzeigen. • Zeitintervallkarten sind in der Praxis sehr weit verbreitet. Nach Roth et al. (2014) nutzen 77 von 109 Teilnehmende Zeitintervallkarten. <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eignet sich „nur“ für ein Zeitintervall und ist somit nur punktuell einsetzbar.
<p>Graphlayoutkarten</p>	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Erstellung der Graphlayoutkarten erfolgt automatisch und führt zu einer übersichtlichen Kartendarstellung. <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Problematisch ist die Tatsache, dass viele dieser Algorithmen nach einer kleinen Modelländerung Karten erzeugen, die von Menschen als sehr verschieden von der ursprünglichen Karte wahrgenommen werden können.“ (Matthes 2008b) • Es gibt keine klaren Positionierungsregeln, daher kann es zu verschiedenen Darstellungen kommen.

Auswahl Softwarekartentyp

Oft sind UAM-Ansätze für KMU nicht realisierbar, z. B. weil sie nicht über die notwendigen finanziellen und personellen Ressourcen und Erfahrungen für diese Ansätze verfügen. Neue, umfangreiche Projekte zur Anpassung und strategischen Ausrichtung des Systems im laufenden Betrieb und zum Aufbau von neuem Wissen sind meist nicht zu bewältigen (vgl. Lange et al. 2014). Um die Integration einzelner IT-Teilsysteme in ein abgestimmtes Gesamtsystem zu unterstützen, wird ein einfaches und kostengünstiges Vorgehensmodell benötigt, an dem sich die KMU orientieren können und welches als Leitfaden genutzt werden kann.

Wie in Abschnitt 2.1 gezeigt wird, sind Terminals durch eine Vielzahl von Kundenbeziehungen, Dienstleistungen und organisatorischen Schnittstellen gekennzeichnet, was zu heterogenen IT-Strukturen führt. Für die Softwarekartographie von intermodalen Terminals empfiehlt es sich, Funktionsbereiche (genauer in Abschnitt 2.3.1 dargestellt) als Grundkarte heranzuziehen. Dies ermöglicht eine anpassbare Darstellung der einzelnen Funktionsbereiche sowie das Hinzufügen oder Entfernen von zusätzlichen Bereichen (z. B. zusätzlicher, individueller Dienstleistungen verschiedener Terminals).

Im Zuge der ersten projektbegleitenden Ausschusssitzung wurden die teilnehmenden Unternehmen nach der Passfähigkeit verschiedener Softwarekartentypen zur Darstellung von Anwendungslandschaften auf KMU-Terminals befragt. Zur Auswahl standen die bereits ausführlich beschriebenen Softwarekarten:

- Clusterkarte
- Prozessunterstützungskarte
- Zeitintervallkarte
- Graphlayoutkarte

Das Ergebnis der Umfrage ist in Abbildung 11 dargestellt. Die Hälfte aller Stimmen sprach sich für Clusterkarten aus, 37 % votierten für die Prozessunterstützungskarten. Dabei erhielt die Graphlayoutkarte mit 13 % kaum Zuspruch, während die Zeitintervallkarte gar keine Zustimmung erlangen konnte.

Das Ergebnis korreliert nicht mit der Feststellung von Roth et al. (2014). In ihrer Umfrage zu verwendeten Tools zur Visualisierung der Unternehmensarchitektur erhielten sie ein anderes Stimmungsbild. Dort fanden die Clusterkarte und die Zeitintervallkarte den größten Zuspruch. Für die Clusterkarte wurde sich von den teilnehmenden Unternehmen in der Ausschusssitzung ausgesprochen, da die zusammenhängenden Teilbereiche und die „Baustein-Darstellung“ als positive Aspekte wahrgenommen wurden.

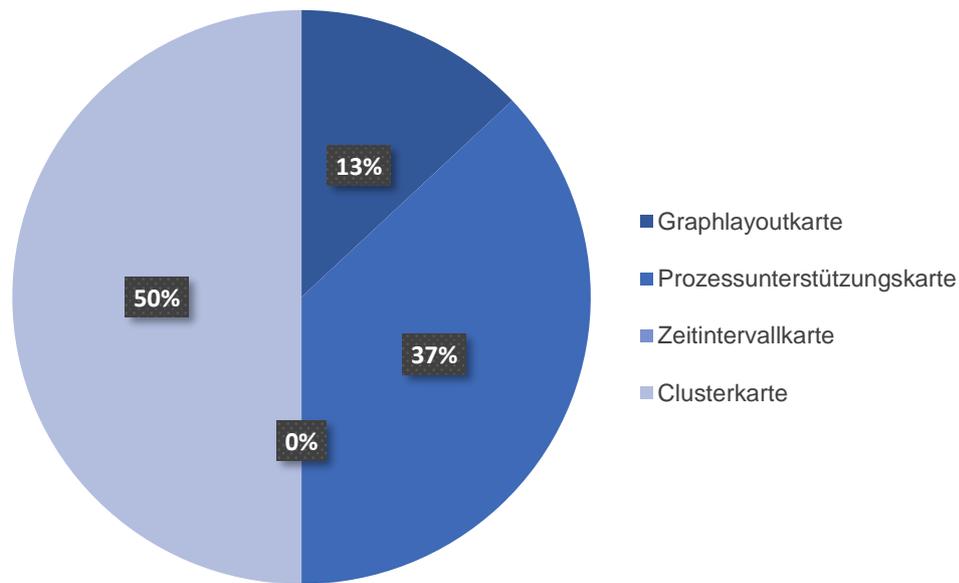


Abbildung 11: Abstimmungsergebnis Auswahl Softwarekartentyp (eigene Darstellung)

Für die Auswahl des Typs Clusterkarte spricht, dass so die verschiedenen Teilbereiche bzw. Organisationseinheiten von KMU erfasst und in den Vordergrund gestellt werden können. Im Abschnitt 2.1.2 wurde bereits die Modellierungsmethode Swimlane vorgestellt, mit welcher die terminalspezifischen Prozesse aufgenommen wurden. Diese übernimmt insofern die Funktion der alternativen Prozessunterstützungskarten, da sie Redundanzen aufzeigt.

Zur Veranschaulichung von Informationen greifen verschiedene Visualisierungsprogramme auf die Methode der Kartografie zurück. Matthes 2008a; Matthes et al. 2014; Lankes et al. 2005 geben u. a. einen Überblick über verschiedene Tools. Die Erhebung berücksichtigt sowohl die spezifische Funktionalität (z. B. Erstellung von Visualisierungen der Anwendungslandschaft oder Benutzerfreundlichkeit) als auch die spezifische UAM-Unterstützung, z. B. Landschafts- oder Anwendungsarchitekturmanagement.

Es wird dabei aufgezeigt, ob diese Werkzeuge die Erstellung bestimmter Arten von Softwarelandkarten, wie z. B. Clusterkarten, Prozessunterstützungskarten oder Zeitintervallkarten, unterstützen. Die folgende Tabelle 3 listet einige exemplarische Werkzeuge auf und klassifiziert sie hinsichtlich ihrer Fähigkeiten, Visualisierungen zu verschiedenen Typen von Softwarelandkarten zu erstellen (vgl. Matthes 2008a; Matthes et al. 2014; Lankes et al. 2005).

Tabelle 3: Klassifikation von Softwaretools

	Cluster	Prozessunterstützung	Intervall
Beschreibung	Verwendet logische Einheiten wie z. B. Organisationseinheiten, Funktionsbereiche oder geografische Standorte; gruppiert Anwendungssysteme in diese Einheiten.	Zeigt, welche Geschäftsprozesse (linear geordnete Abfolge von Prozessen) von welchen Anwendungen unterstützt werden.	Darstellung der Zeitspannen (als Balken) von z. B. Projekten oder Lebenszyklusphasen von Anwendungen.
Exemplarische Tools (und Anbieter)	Architect (BiZZdesign); LeanIX (LeanIX GmbH); MEGA Modeling Suite (MEGA International SA); Iteraplan (iteratec)	Architect (BiZZdesign); MEGA Modeling Suite (MEGA International SA); PowerDesigner (SAP Sybase)	LeanIX (LeanIX GmbH); MEGA Modeling Suite (MEGA International SA)

Je nach Anwendungsfall eignen sich verschiedene Tools zur Softwarekartographie. Hinsichtlich der Bedürfnisse von KMU Umschlagterminals nach kostengünstigen und einfach zu bedienenden Anwendungen, empfiehlt sich hier angelehnt an die Prozessaufnahme ein Tool wie Microsoft Visio oder Lucidchart. Abgeleitet von den identifizierten Quellen zur Softwarekartographie folgen für dieses Vorhaben folgende Visualisierungsregeln und Gestaltungselemente (vergleiche Abbildung 7: Clusterkarte (eigene Darstellung nach), die von dem Tool mindestens abbildbar sein müssen:

- Funktionsbereiche (Rechtecke mit Beschriftung und farbigem Hintergrund),
- Systeme (Rechtecke mit Beschriftung und weißem Hintergrund),
- Verbindungen (Linien).

Im folgenden AP wurden die hier aufbereiteten Informationen und getroffenen Entscheidungen verwendet, um eine Clusterkarte für Umschlagterminals zu erstellen und das entsprechende Vorgehensmodell für die Erstellung von Ist- und Ziellandschaften aufzustellen.

2.3 AP 3: Vorgehensmodell zur Erstellung von Ist- und Ziel-Landschaften

In AP3 werden Softwarekarten für IT- und Prozesslandschaften erstellt, um mögliche Schwachstellen und Verbesserungsbedarfe zu ermitteln. Die Karten bilden die Basis für die Diskussions- und Analysegrundlage der Ist-Situation (siehe Abschnitt 2.3.1). Fortführend ist die Zielarchitektur mit den speziellen Bedürfnissen von KMU unter Berücksichtigung ihres individuellen Handlungsbedarfes zu entwickeln. Zur Bestimmung dieses Bedarfes können Reifegradmodelle herangezogen werden (siehe Abschnitt 2.3.2). Darüber hinaus wird in Abschnitt 2.3.3 dargestellt, welche Möglichkeiten bestehen, um Umschlagprozesse IT-seitig besser unterstützen zu können. Hierzu wird auch auf Herausforderungen bei der Systemintegration und Informationserfassung eingegangen.

Für die Ist-Analyse wurde ein Vorgehensmodell als ein Teil des Referenzprozessmodells entwickelt. Darauf aufbauend wurden die notwendigen Schritte zur Transformation der Ist-Landschaft zur Ziel-Landschaft ermittelt. Wichtig ist hierbei die Priorisierung der Handlungsschritte, bei denen es sich um Anpassungen des bestehenden Systems, Weiterentwicklungen und Neuinvestitionen handeln kann. Auch hierfür wurde ein Vorgehensmodell zur Anforderungsermittlung und Priorisierung der Transformationsschritte als Teil des Referenzprozessmodells entwickelt. In Abschnitt 2.3.4 werden die drei Vorgehensmodelle (Erstellung von Ist- sowie Ziel-Landschaften sowie Transformationsschritte) jeweils dargestellt und zusammengeführt. Diese Modelle legen somit den Rahmen für das Referenzprozessmodell zur IT-System-Integration fest.

2.3.1 Softwarekarten als Analysegrundlage

Binnen-Containerterminals bieten wie beschrieben das betriebliche Umfeld, den Raum sowie die Ausrüstung für den Umschlag von Transporteinheiten zwischen den verbundenen Verkehrsträgern. Außerdem können die Terminals sehr unterschiedliche Dienstleistungen anbieten, die vom reinen Umschlag zwischen zwei oder drei Verkehrsträgern (daher bi- oder trimodale Terminals) bis hin zu verschiedenen Mehrwertdiensten (z. B. Lagerung, Leerdepots, Wartung und Reparatur) reichen (vgl. Ballis und Golias 2002). Darüber hinaus haben Terminals auch eine Pufferfunktion, d. h. sie können Güter für kurze Zeiträume auf ihrem Gelände abstellen, was die Flexibilität der Verkehrsnetze fördert. Außerdem können mehrere Unternehmen an einem Terminal beteiligt oder Nutzer von Schnittstellen sein.

Diese Heterogenität in den Prozessen von Terminals konnten durch die Vor-Ort Besuche bestätigt werden. Weiterhin führten Schwientek et al. (2018) eine Schreibtischrecherche basierend auf Websites relevanter Logistikknoten sowie Studien und Berichten durch und

besuchten intermodale Terminals, wobei auch sie signifikante Unterschiede zwischen den Funktionalitäten sowie der Komplexität feststellten.

Trotzdem sind prinzipielle Ähnlichkeiten bei dem Layout von intermodalen Terminals festzustellen. So liegen allgemein verschiedene Funktionsbereiche vor, die sich hauptsächlich in die Zwischenabstellfläche (Yard-Bereich) sowie die land- und wasserseitigen Schnittstellen (einschließlich des Ein- und Ausfahrtsbereichs, bzw. Input/ Output-Bereichs) für jeden der zugehörigen Verkehrsträger unterteilen lassen (vgl. Hervás-Peralta et al. 2019). Abbildung 12 zeigt eine generische Darstellung dieser verschiedenen Funktionsbereiche.

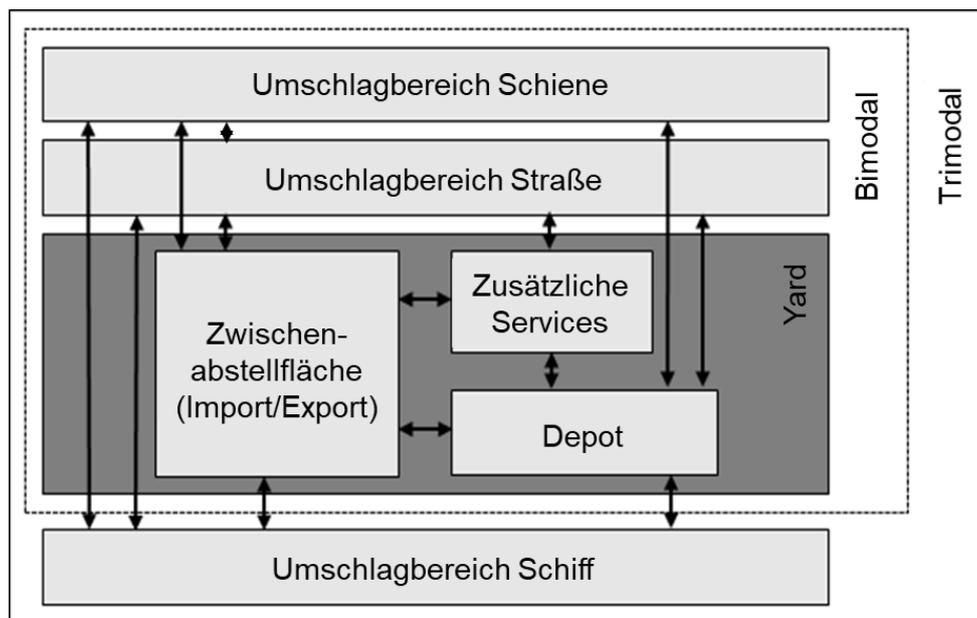


Abbildung 12: Funktionsbereiche innerhalb eines Binnen-Containerterminals (eigene Darstellung in Anlehnung an Böse 2007; Kaffka 2013)

Angelehnt daran konnten möglichst allgemeingültige Cluster für KV-Umschlagterminals definiert werden, welche sich an den Funktions- bzw. Kernbereichen orientieren. Basierend auf den Softwarekartentyp der Clusterkarte war es damit möglich, Anwendungssysteme entsprechend zu verorten. So zeigt Abbildung 13 als Zwischenergebnis eine generische Clusterkarte beispielhafter IT-Systeme und Geschäftsprozesse bei einem trimodalen Umschlagterminal. Je nachdem welche Verkehrsträger angebunden sind und welche spezifischen Dienstleistungen von den Terminals angeboten werden, sind die Bereiche/ Elemente sowie die zugehörigen Systeme zu reduzieren oder zu erweitern. Der Detaillierungsgrad der Darstellung kann ebenfalls nach Bedarf angepasst werden. Die identifizierten Funktionsbereiche sind als Rechtecke mit Beschriftung und farbigem Hintergrund dargestellt, beispielhafte Systeme als Rechtecke mit Beschriftung und weißem Hintergrund.

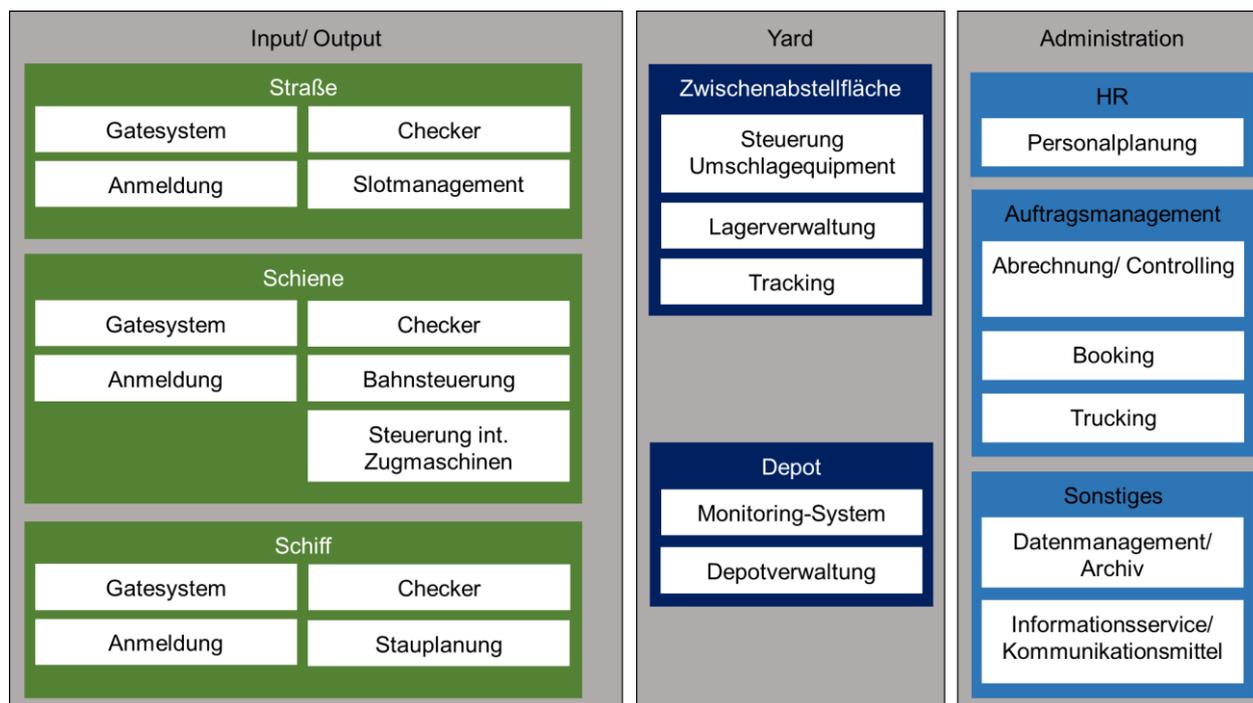


Abbildung 13: Generische Clusterkarte (Kartengrund) für Umschlagterminals (eigene Darstellung)

Mittels der Erweiterung der Verbindungen zwischen den Clustern und Systemen sind mögliche Schwachstellen und Verbesserungsbedarfe hervorzuheben. Zudem können weitere Informationen (wie genutzte Soft- sowie Hardware sowie relevante Kennzahlen) verortet werden.

2.3.2 Reifegradmodelle

Zur Beurteilung, wie digitalisiert das eigene Unternehmen arbeitet, existieren verschiedene Leitfäden, Handlungsempfehlungen und Reifegradmodelle oder „Readiness Checks“. Diese wurden entwickelt, da besonders KMU Probleme mit der Durchführung von Digitalisierungsprojekten haben (vgl. Bischoff et al. 2015; Leineweber et al. 2018). Im Folgenden werden Reifegradmodelle und die Anforderungen an sie beschrieben und einige bekanntere Reifegradmodelle aufgezählt. Anschließend wird der fünfphasige Prozess für die Einführung von Digitalisierungskonzepten nach Matt et al. (2018) vorgestellt. Abschließend werden verschiedene Handlungsempfehlungen zur Digitalisierung von KMU nach Lindner und Leyh (2019) aufgezeigt.

Reifegradmodelle zeigen den Weg zu effektiven und effizienten Prozessen und Unternehmensstrukturen für individuelle Unternehmen auf. Dazu liefern sie eine standardisierte Beschreibung des IST-Zustandes und leiten daraus Handlungsoptionen zum nächst höheren Reifegrad ab (vgl. Knackstedt et al. 2009; Leineweber et al. 2018). Nach Nyhuis (2008) kann bei Reifegradmodellen zwischen Beschreibungs-, Erklärungs-, Prognose und Entscheidungsmodellen unterschieden werden. Beschreibungsmodelle stellen lediglich das Phänomen dar ohne die Ursache-Wirkungsbeziehung zu erläutern. Erklärungsmodelle liefern Erläuterungen der gesichteten Prozesse und bilden die Grundlage für Hypothesen über die Problemherkunft.

Prognosemodelle versuchen eine Vorhersage der Entwicklung des Systems unter Annahmen vorzunehmen, um anschließend durch Optimierungsmodelle die beste Lösung für das eigene Problem zu finden. Entscheidungsmodelle leiten die Handlungsoptionen aus Erklärungs- und Prognosemodellen auf praktisch umsetzbare Handlungen ab (Nyhuis 2008). Zusammenfassend können Reifegradmodelle als Werkzeuge im Rahmen des digitalen Transformationsprozess beschrieben werden (vgl. Leineweber et al. 2018).

Nach Müller et al. (2018) müssen Reifegradmodelle fünf Anforderungen erfüllen. Zunächst müssen sie die Komplexität aller Digitalisierungsdimensionen eines Unternehmens berücksichtigen und dabei die Lösungsoptionen technologieorientiert visuell darstellen können. Dabei sollte der Fokus auf den Mitarbeiter im Arbeits- und Produktionsprozess liegen. Am Ende des Reifegradmodells sollten die Ergebnisse im Vergleich zu Mitwettbewerbern mit Fokus auf die eigenen Stärken und Schwächen aufgezeigt werden. Tabelle 4 zeigt in Anlehnung an Leineweber et al. (2018), Müller et al. (2018) und Matt et al. (2018) eine Aufzählung von Reifegradmodelle verschiedener Institutionen. Diese Reifegradmodelle unterscheiden sich in ihrem Schwerpunkt, Detailgrad und Umfang. Daraus wird deutlich, dass die Wahl eines Reifegradmodells in Abhängigkeit von der Zielsetzung des jeweiligen Unternehmens getroffen werden muss.

Tabelle 4: Auflistung verschiedener Reifegradmodell (in Anlehnung an Leineweber et al. 2018, Müller et al. 2018 und Matt et al. 2018)

Reifegradmodell	Institution
Werkzeugkasten Industrie 4.0	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)
Leitfaden Industrie 4.0	Industrie- und Handelskammer (IHK) München und Oberbayern
Quick Check	Kompetenzzentrum NRW
Industrie 4.0-Readiness-Modell	Impuls-Stiftung des VDMA
Industrie 4.0-Reifegrad-Test	Connected Production
Industrie 4.0-Readiness	H&D International Group
Reifegradmodell Industrie 4.0	Oberösterreichische (OÖ) Wirtschaftsagentur GmbH, FH OÖ
Industry 4.0 – Digital Operations Self-Assessment	PriceWaterhouseCoopers (PWC)
Benchmarking Readiness I4.0	Fraunhofer ISI
I4.0 Maturity Model	Fraunhofer Austria, Technische Universität Wien
The Digital Maturity Model	Forrester Research
The Digital Maturity Check	Ernst & Young (EY)
Achieving Digital Maturity	Deloitte
Digitalization Index	Telekom-techconsult
Digital Maturity Assessment Test	Ericsson
Industrie 4.0 Maturity Index	ACATECH

Schätzungsweise 90 % der digitalen Fußabdrücke sind in den letzten fünf Jahren erzeugt worden (vgl. Karki 2020). Aus diesem Grund muss untersucht werden, wie und in welchem Umfang Daten genutzt und verarbeitet werden. Während manche Unternehmen grade erst mit der Verarbeitung von Daten beginnen, verfügen andere Organisation über die Ressourcen und Fähigkeiten neue Geschäftsbereiche auf Datenbasis zu erschließen (vgl. Palmer 2021). Aus diesem Grund ist das Daten-Reifegrad-Modell (engl.: Data Maturity Model) entwickelt worden (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Daten-Reifegrad-Modell (nach SafeGraph (2021))

	Entdecker	Anwender	Vorreiter	Initiatoren
Geschäftsstrategie	Daten werden ausschließlich für Berichte genutzt	Dateneinblicke werden als Grundlage für Geschäftsentscheidungen genutzt	Die wettbewerbsfähige Geschäftsstrategie basiert auf Daten	Daten sind die Grundlage einer kontinuierlichen Weiterentwicklung der Unternehmensstrategie
Daten	Die Organisation verwendet ausschließlich interne Daten	Die Organisation verwendet Datenvermittler um eigene Daten zu bereichern und zu erweitern	Daten von Dritten werden als Unterscheidungsmerkmal genutzt	Die Organisation sucht dauerhaft nach neuen Datensätzen aus nicht offensichtlichen Datenquellen
Kultur	Die Nutzung von Daten und Analysen wird dem Einzelnen überlassen	Daten sind Teil der Ergebnismessung, aber nicht der Planung	Entscheidungsträger werden mit den Ergebnissen der Datenanalyse in die Lage versetzt, die Geschäftsergebnis zu maximieren	Die Organisation hat KI/ML-Algorithmen kreiert, die die Geschäftsziele anpassen und verbessern
Architektur	Dem Geschäft fehlt eine einheitliche und kohärente Datenarchitektur	Ein Art Architektur existiert, welche Datenströme automatisiert und analysiert	Die Architektur ermöglicht allen Mitgliedern der Organisation datengetriebenes arbeiten	Die Architektur ist auf Geschwindigkeit, Marktverteilung und große Datenmengen ausgelegt
Datenverwaltung	Datenverwaltung zumeist manuell und inkonsistent	Prozesse wurden eingerichtet, um die Datenqualität innerhalb des Unternehmens zu schützen	Es herrscht allgemeines Vertrauen in die Daten und die daraus resultierenden Ergebnisse	Datenverwaltung ist integriert in alle Geschäftsprozesse
Einkauf und Inbetriebnahme	Keinerlei Datensätze wurden bisher in die Organisation aufgenommen	Die einzelnen Teams sind für die Beschaffung und das Bereitstellen ihrer eigenen Daten verantwortlich	Es gibt einen festen Prozess für die Datenbeschaffung, aber die Bereitstellung ist unregelmäßig	Das Unternehmen verfügt über ein Datenbeschaffungsteam, das neue Daten beschafft und bereitstellt.

Dieses Modell klassifiziert Unternehmen und Organisation entsprechend ihrer Fähigkeiten (Reife) mit Daten umzugehen. Der Daten-Reifegrad entspricht dabei dem Umfang, in dem ein Unternehmen oder eine Organisation die ihm zur Verfügung stehenden Daten verwendet, beziehungsweise misst die Fortschrittlichkeit der Datenanalyse (vgl. Palmer 2021; Sisense 2021).

Um die Unterschiede in der Datennutzung verschiedener Unternehmen deutlich zu machen, sind verschiedene Daten-Reifegrade-Modelle erstellt worden, die sich in ihrer Struktur stark ähneln. Im Folgenden das Daten-Reifegrad-Modell nach SafeGraph (2021) beschrieben, welches Unternehmen und Organisationen in die 4 Stufen

- Entdecker,
- Vorreiter,
- Vorreiter, und
- Initiatoren klassifiziert.

Diese Kategorien unterscheiden sich in ihrer Geschäftsstrategie, den verwendeten Daten, der Datennutzungskultur, der Datenarchitektur, der Datenverwaltung, und dem Einkauf und der Bereitstellung von Daten (vgl. SafeGraph 2021).

In die Klasse der **Entdecker** (engl.: Explorer) werden Unternehmen einsortiert, die über keine Datenstrategie verfügen oder z. Z. ihre Datenstrategie ausarbeiten. Die Daten der Organisationen werden von einzelnen Mitgliedern für Berichte genutzt, sind uneinheitlich und werden manuell abgelegt. Es werden nur interne Daten verwendet. (vgl. Palmer 2021; SafeGraph 2021)

Der zweiten Klasse **Anwender** (engl.: User) werden Unternehmen und Organisationen zugewiesen, die Daten als Basis für Geschäftsentscheidungen nutzen und sich deshalb bewusst sind, dass eine ausreichende Datenqualität wichtig für den Unternehmenserfolg ist. Neben einer Architektur zur Speicherung der Daten existieren Prozesse zur Sicherung der Datenqualität. Die Beschaffung der Daten ist den einzelnen Teams überlassen. (vgl. Palmer 2021; SafeGraph 2021)

Als **Vorreiter** (engl.: Leader) gelten solche Unternehmen oder Organisationen, die ihre Geschäftsentscheidungen auf Basis von hochqualitativen Daten treffen und darüber hinaus einen Wettbewerbsvorteil aus der Verarbeitung und Auswertung von Daten ziehen. Ab dieser Kategorie werden interne sowie externe Daten genutzt. Durch die Systemarchitektur und Datenverwaltung herrscht großes Vertrauen in die Daten und daraus resultierenden Ergebnisse, sodass jedes Mitglied der Organisation datengetrieben arbeiten kann. (vgl. Palmer 2021; SafeGraph 2021)

Die höchste Stufe des Daten-Reifegrad-Modells beschreibt die **Initiatoren** (engl.: Innovator). **Initiatoren** erstellen neben Analysen und Beobachtungen Algorithmen, um prädiktiv zu agieren und daraus einen Wettbewerbsvorteil gegenüber ihren Konkurrenten zu erhalten. Die Verarbeitung und Nutzung von Daten ist zentraler Bestandteil aller Geschäftsprozesse. Aus diesem Grund ist die Systemarchitektur auf eine hohe Geschwindigkeit und große Datenvolumen ausgelegt. Für die Datenbeschaffung ist eine eigene Abteilung eingerichtet worden. (vgl. Palmer 2021; SafeGraph 2021)

2.3.3 Herausforderung Systemintegration und Informationserfassung

In der IT spielt die Integration der verschiedenen, in einer Organisation eingesetzten Hard- und Softwarekomponenten eine sehr wichtige Rolle. Denn für gewöhnlich gibt es nicht das eine Produkt, mit dem alle Herausforderungen in einem Unternehmen auf einen Schlag gelöst werden können. Bereits 1978 betonte Doug McIlroy die Bedeutung von Aufgabenteilung: „Lasse jedes Programm eine Sache gut machen. Für eine neue Aufgabe ist es besser, ein neues Programm zu entwerfen, als dass das alte Programm um immer mehr Features erweitert wird“ (frei übersetzt nach McIlroy et al. (1978), S. 1902). Mit diesem Ansatz werden die Programmierer der einzelnen Anwendungen entlastet und stattdessen wird die Komplexität hin zur Orchestrierung der verschiedenen Programme verlagert. Die hierfür benötigten Qualifikationen und Fertigkeiten sind spezifisch genug, um ein eigenes, seit Jahrzehnten bewährtes Berufsbild zu definieren – das des Fachinformatikers Systemintegration (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2021). Somit sind die Herausforderungen der Betreiber von Umschlagterminals nicht neu. Aufgrund der Anzahl der Digitalisierungsprojekte, die in den letzten Jahren stetig zugenommen hat, steigt aber der Aufwand bei der Integration, damit die Projekte ihren erhofften Nutzen bringen.

Im Rahmen dieses Projekts hat sich an verschiedenen Umschlagterminals während der Erhebung der Ist-Prozesse (siehe Abschnitt 2.1.3) gezeigt, dass es häufig Insel-Lösungen gibt, die (noch) nicht gut mit den übrigen eingesetzten Software-Lösungen integriert sind. Wiederholt kam es dazu, dass Mitarbeiter Informationen händisch von einer Software in eine andere übertragen haben. Ebenfalls findet unternehmensübergreifende Kommunikation zum Teil auf Basis von unstrukturierten Mails statt, die keine einfache Automatisierung ermöglichen. Die so übertragenden relevanten Informationen werden dann ebenfalls händisch in die IT-Systeme eingepflegt. Weiterhin werden auf manchen Terminals die Umschlagprozesse zunächst mit Stift und Papier festgehalten und erst später, wenn überhaupt, händisch in die IT-Systeme eingepflegt.

Der gewünschte Soll-Prozess hat keine Brüche mehr – alle Teilsysteme, die das Umschlagen von Ladeeinheiten erfassen und steuern, sind ineinander integriert und das Erfassen von Informationen wird den Mitarbeitern soweit wie möglich abgenommen oder zumindest durch eine angemessene Unterstützung vereinfacht. Für die Integration der Anwendungen kommen klassische Ansätze der IT-Systemintegration zum Einsatz. Bei der Erfassung der Daten zu einer Ladeeinheit kann heutzutage viel besser mit Technologien unterstützt werden, z. B. durch die Integration von Sensoren (wie z. B. Distanzmesser, Lichtschranken, GPS-Empfänger) oder Kamerasystemen mit integrierter Bilderkennung zur Identifizierung von Nummernschildern, Waggonnummern oder Schäden. Durch die Ablösung von Papier und Stift – wenn die Mitarbeiter direkt die Informationen über ein Tablet in das System eintragen – erspart dies die spätere Übertragung vom Papier in das System als separaten Arbeitsschritt und zusätzliche Fehlerquelle.

Zusammenfassend gesagt bedingen sich Digitalisierungsprojekte für eine hausinterne Systemintegration und die für eine unternehmensübergreifende Kommunikation. Denn sobald mehr Informationen von zuverlässiger Qualität digital vorliegen, vereinfachen diese weitere Projekte. Dabei ist die Bedeutung des Reifegrads von Daten nicht zu unterschätzen. Hier lässt sich grob zwischen unstrukturierten Daten (z. B. die Texte in Mails), strukturierten aber nicht standardisierten Daten (z. B. Excel-Tabelle mit Freitext-Anmerkungen) und strukturierten standardisierten Daten (z. B. SQL-Tabelle mit numerischen Werten) unterscheiden. Der letzte Reifegrad ist der Schlüssel für eine zuverlässig funktionierende Teilautomatisierung von Geschäftsprozessen und damit tatsächlich spürbare Arbeitserleichterung für die Mitarbeiter vor Ort (vgl. auch Abschnitt 2.3.2).

2.3.3.1 Digitale Erfassung von Ladeeinheiten

Der Umschlag von Ladeeinheiten ist das Kerngeschäft einer Umschlaganlage. Ab dem Augenblick, wo die Ladeeinheit auf das Gelände kommt, ist der Betreiber der Anlage verantwortlich für den Zustand der Ladeeinheit und sollte ihren Aufenthaltsort auf dem eigenen Gelände kennen. Um dieser Sorgfaltspflicht nachzukommen, werden die Ladeeinheiten am Gate (sprich dem Truck-Gate, Rail-Gate oder River-Gate) einmal auf ihren Zustand hin geprüft, um gegebenenfalls unberechtigte Schadensersatzforderungen bei defekter Anlieferung abwehren zu können. Ebenfalls spielt der Informationsstand zu einer Ladeeinheit über die Zeit eine Rolle. Für die Binnenschiffe und Züge werden bereits vor Ankunft die geladenen Ladeeinheiten bekanntgegeben und auch die auf der Umschlaganlage zu ladenden Ladeeinheiten stehen fest. Damit ist für diese Ladeeinheiten meistens bereits vor der Anlieferung auch bekannt, wie sie den Terminal wieder verlassen werden. Bei einer straßenseitigen Abholung besteht eine größere Unsicherheit. Ob die Fuhrunternehmen für die Lkw Zeitfenster buchen müssen, um diese Unsicherheit zu reduzieren, ist vom Betreiber abhängig. Um die digitale Erfassung der Ladeeinheiten zu unterstützen, existieren je nach Gate unterschiedliche technische Lösungen, die sich in das existierende System integrieren lassen.

Digitale Erfassung am Truck-Gate

Am Truck-Gate kommen die Lkw an, die entweder eine Ladeeinheit abgeben oder aufnehmen möchten. Bei einer gelungenen Tourenplanung werden, falls möglich, auch beide Aktivitäten miteinander verknüpft. Ein Lkw kann anhand des Nummernschild identifiziert werden, um die für dieses Fahrzeug relevanten Informationen aus dem System aufzurufen. So kann bei anstehender Aufnahme einer Ladeeinheit dem Fahrer am Gate die zugeteilte Übergabeposition mitgeteilt werden, welche die Portalkranbewegungen minimiert. Falls eine Ladeeinheit abgegeben wird, ist das Truck-Gate der prädestinierte Ort, um die Ladeeinheit auf Schäden zu checken und zu dokumentieren, um später unberechtigte Schadensersatzforderungen abwehren zu können.

Erkennung von Lkw-Nummernschildern und Ladeeinheiten über OCR

Über OCR können Nummernschilder von Lkw ebenso wie die geladenen Ladeeinheiten automatisiert eingelesen werden. Hier ist die weniger digitale und ggf. fehleranfälliger Alternative, dass die Mitarbeiter dies händisch tun. Ebenfalls gab es hier in der Vergangenheit Ansätze zum Self-Check-In – dieser benötigt allerdings eigene Hardware und je nach Umsetzung können hier Sprachbarrieren Probleme bereiten. Über das automatisierte und dadurch beschleunigte Identifizieren der Lkw können auch die zu dem Lkw gehörigen Informationen schneller abgerufen werden. Gleiches gilt für die Ladeeinheit. Von daher ist eine Grundvoraussetzung für die Sinnhaftigkeit des OCR-Gates, dass es Systeme gibt, in die es integriert werden kann. Hier seien insbesondere vier Optionen zur Integration hervorgehoben:

1. Kransteuerung: Eine passende Übergabeposition für die Abgabe oder Aufnahme der Ladeeinheit kann dem Lkw-Fahrer am Gate bereits automatisiert mitgeteilt werden. Damit werden die Fahrwege des Portalkrans minimiert und die Durchlaufzeit des Lkw erhöht.
2. Archivierung des Zustands der Ladeeinheit: Eine automatisierte Zuordnung der Ladeeinheit zum so erfassten Lkw führt dazu, dass der Prozess des Checkens am Gate schneller und zuverlässiger abgeschlossen werden kann.
3. Zulaufsteuerung: Über ein Zeitfensterbuchungsverfahren wird überprüft, ob der erfasste Lkw für den aktuellen Zeitpunkt eine valide Buchung für die gegebene Ladeeinheit hat oder ob er abgelehnt werden sollte, um Staus auf der Anlage zu vermeiden. Dies kann z. B. über eine Fahrer-App realisiert sein.
4. Protokollieren der Besuche: An manchen Terminals hat sich bereits ein Vertrauensverhältnis zwischen dem Betreiber und den Fuhrunternehmern etabliert, sodass die Schranke und der manuelle Check-Prozess entfallen. Dennoch sollte im Nachhinein nachvollziehbar sein, wer wann mit welcher Ladeeinheit aufs Terminal gefahren und es wann wieder mit welcher Ladeeinheit verlassen hat.

Ebenfalls lässt sich die automatische Schrifterkennung dafür nutzen, um die Bezeichner der Ladeeinheiten einzulesen, wie z. B. der BIC-Codes der Seecontainer. Die aktuell auf dem Markt verfügbaren Produkte (z. B. Camco Technologies (2021)) erreichen bislang eine Zuverlässigkeit, mit der die Mitarbeiterschaft ihren Aufgaben sinnvoll unterstützt werden kann. Es gilt zu beachten, dass die Genauigkeit je nach Anbieter variiert (z. B. Allread mit >90 % oder Camco mit >98 %), wobei eine Vergleichbarkeit der von den Herstellern veröffentlichten Ergebnisse nicht gewährleistet ist. Eine immer richtig liegende automatische Erkennung von Nummernschildern und Ladeeinheiten-Bezeichnern ist aufgrund der hohen Anzahl und Vielseitigkeit an Störfaktoren derzeit noch nicht absehbar. Je nach betriebsinternen Anforderungen können entweder Mitarbeiter den automatisiert erfassten Bezeichner am Gate manuell nachkontrollieren oder eine Überprüfung findet an einer nachgelagerten Stelle auf dem KV-Terminal statt.

Digital unterstützte Erkennung von Schäden an der Ladeeinheit

Beim Checken der Ladeeinheit am Truck-Gate wird sichergestellt, dass sich diese in einem einwandfreien Zustand befindet. Traditionell gibt es hierfür betriebseigene Formulare, die vor allem mit Checkboxen arbeiten. Im ersten Schritt bietet sich an, die Papierdokumente durch eine Tablet-Anwendung zu ersetzen, in der die Formulare digital ausgefüllt werden können. So werden die Informationen direkt in dem IT-System erfasst und ein späteres manuelles Übertragen der Informationen vom Papier in das IT-System entfällt. Zusätzlich können digitale Bilder den Dokumenten mit wenig Aufwand angehängt werden. Eine Weiterentwicklung ist eine automatisierte KI-basierte Schadenserkenkung. Diese ist zurzeit noch Forschungsgegenstand (siehe z. B. Projekt COOKIE vom Fraunhofer CML (2021) oder Wang et al. (2021)).

Digitale Erfassung am Rail-Gate

Stand heute laufen auf den meisten Umschlagterminals Mitarbeiter die einfahrenden Waggon ab und überprüfen jeden Waggon hinsichtlich der transportierten Ladeeinheit. Im besten Fall kommen genau die erwarteten Ladeeinheiten auf dem angekündigten Waggon an. Damit kann sowohl das Ent- als auch das Beladen des Zugs bereits im Voraus so geplant werden, dass die Fahrwege des Portalkrans sowie ggf. terminalinterne Transporte und somit Umschlagzeiten minimiert werden. Der Datenbestand kann dabei entweder mit einem Klemmbrett auf einem Ausdruck oder über ein mit dem IT-System gekoppeltes Tablet erfasst werden. Im ersten Fall werden für gewöhnlich die Informationen in einem nachgelagerten Schritt digitalisiert.

Auf dem Markt existieren hierfür verschiedene Lösungen. Das CAMCO Technologies „Rail OCR Portal“ ermöglicht eine vollautomatisierte Bilderfassung von drei Seiten sowie die Echtzeiterfassung von Gefahrgut, Waggonnummer und Containerlabels. Darüber hinaus werden die Ladeeinheiten auf Beschädigungen gescannt und das Videomaterial für einen möglichen Schadensfall im eigens konzipierten Softwareprogramm gespeichert. Die Systemlösung von ABB mit „Rail OCR“ und das NUMBERCheck-Videotor von ASE besitzen laut der Unternehmen vergleichbare Applikationen. Die OCR Portale von ASE und CAMCO ermöglichen einen Datenaustausch mit einem TOS. Zusätzlich kann das ASE System auf alle relevanten zentralen Zugdatenbanken zugreifen und die Informationen über eine XML Schnittstelle im System einfügen.

Die digitale Erfassung der Waggon, der ankommenden Ladeeinheiten sowie deren Zustand erlaubt es, Teile des Check-Prozesses zu automatisieren und mithilfe des Videomaterials der Rechenschaftspflicht nachzukommen. Somit kann diese Lösung nach erfolgreicher Einführung das Personal entlasten, die notwendige Aufenthaltsdauer des Zugs auf dem Terminal reduzieren und Schadensforderungen abwenden.

Digitale Erfassung am River-Gate

Heutzutage überprüfen auf den meisten Terminals die Kranfahrer oder Reach Stacker-Fahrer gemeinsam mit dem Checker die Ladeeinheiten. Im besten Fall kommen genau die erwarteten Ladeeinheiten (meist Seecontainer) auf der designierten Position (Bay, Reihe und Tier) mit dem Binnenschiff an. Damit kann sowohl das Ent- als auch das Beladen des Binnenschiffs bereits im Voraus so geplant werden, dass die Verfahrwege des Portalkrans sowie ggf. terminalinterne Transporte und somit Umschlagzeiten minimiert werden.

Auf dem Markt existieren hier verschiedene Lösungen. Die finnische Firma VISY hat mit ihrem „CRANE OCR“ eine umfassende Kranlösung zur Identifikation von Containern und dem Feststellen von ihrem Zustand geschaffen. Das System basiert auf einer eigens konzipierten KI-gesteuerten Erkennungssoftware, die laut Herstellerangaben in alle gängigen TOS Softwarelösungen eingepflegt werden kann. Vergleichbare Kran OCR Lösungen gibt es auch von ABB unter dem Namen „Crane OCR“ oder von CERTUS mit „Accurate Crane OCR“. Zusätzlich gleichen die Kameras die Wagennummer der Traktoren mit dem TOS ab und ermöglichen so eine automatisierte Container-Verladung und -Verfolgung.

Bei der Erfassung der Ladeeinheiten auf dem Schiff gilt es zu bedenken, dass aufgrund der Stapelung von Seecontainern die unteren Lagen nicht mit Kameras erfasst werden können. Deswegen kann diese Lösung, anders als eine digitale Erfassung am Truck- oder Rail-Gate kein umfassendes Lagebild erstellen. Ebenfalls sind hier bereits mehrere Personen mit dem Laden und Löschen beschäftigt, wodurch die relative Zeitersparnis bei einer Teilautomatisierung sinkt. Ein Argument für eine digitalisierte Informationserfassung ist, dass so Fehlverladungen vermieden werden können. Mit einer weiteren Prüfinstanz wird so verhindert, dass Container mit einem anderen Zielhafen aus Versehen gelöscht werden oder zu ladende Container so positioniert werden, dass für das Binnenschiff bei darauffolgenden Terminalanläufen unnötigen Umstapler entstehen. Weiterhin wird die Dokumentation der Umschlagprozesse verbessert.

2.3.3.2 Terminalinternes Tracking von Ladeeinheiten

Sobald eine Ladeeinheit auf das Terminalgelände kommt, kann diese entweder direkt umgeschlagen werden oder sie wird zwischenabgestellt. Im Falle einer Zwischenabstellung muss der Aufenthaltsort der Ladeeinheit erfasst werden, damit sie bei Abholung schnell zur Verfügung steht. Auf manchen Terminals wird heute die Position der Ladeeinheit mit Stift und Papier von den Mitarbeitern erfasst und diese Liste wird erst beim nächsten Besuch im Büro, z. B. am Schichtende, eingereicht und die Informationen digital erfasst.

Fahrerinitiierte Informationserfassung

Eine Möglichkeit ist es, dass die Fahrer im Umschlagequipment Informationen digital erfassen. Hier können zwei Systeme unterschieden werden: Zum einen gibt es in das Fahrzeug fest integrierte Hardware, wie z. B. ein einfacher Bildschirm und wenige Knöpfe zur Interaktion; zum anderen werden immer häufiger Tablet-Anwendungen mit Touch-Eingabe entworfen, die zwar den Industrieanforderungen nicht entsprechen, dafür aber leichtgewichtig entwickelt und aufwandsarm in die Fahrzeuge integriert werden können. In beiden Fällen werden typischerweise die nächsten Aufträge sortiert nach Priorität angezeigt und von dem Fahrer ausgewählt.

Bei dem geschilderten Vorgehen wird die Position einer Ladeeinheiten über das Equipment, welches diese Ladeeinheit zuletzt transportiert hat, implizit erfasst. In der Software zur Auftragssteuerung sind die letzten Bewegungen der Ladeeinheit hinterlegt. Solange für alle Ladeeinheiten die tatsächliche Position der im System angegebenen Position entsprechen, besteht hier kein Handlungsbedarf.

GPS-Tracking vom eigenen Equipment

Sobald aber im Prozess Fehler passieren, wie z. B., dass eine Ladeeinheit an einem falschen Ort abgestellt wird und später von Mitarbeitern auf dem Gelände gesucht werden muss, kann GPS-basiertes Tracking unterstützen. Indem beim Equipment die GPS-Position möglichst nah an der Ladeeinheit erfasst wird (z. B. am Spreader), kann jeder Ladeeinheit ein GPS-Track für den Transport zugeordnet werden. Die letzte bekannte GPS-Position entspricht dann dem aktuellen Aufenthaltsort der Ladeeinheit. Nach Einführung des GPS-Trackings lassen sich weitere Analysen über Fahrwege, Wartezeiten u. ä. erstellen, welche beispielsweise für Umbau- oder Erweiterungsmaßnahmen als Entscheidungsunterstützung dienen können. Ebenfalls kann die zuletzt bekannte GPS-Position einer Ladeeinheit als vertrauensfördernde Maßnahme mit dem Kunden geteilt werden.

2.3.3.3 Unternehmensübergreifende Kommunikation

Terminalinterne Prozesse auf Umschlagterminals sind stark von den Partnern in der Lieferkette abhängig. Die Umschlagprozesse lassen sich vor allem dann optimieren, wenn früh und umfangreich Informationen zu den intendierten Transporten sowie Verspätungen geteilt werden, die bei der operativen Planung auf dem Terminal berücksichtigt werden können. Ebenfalls möchten die Partner der Lieferkette vom Betreiber des Terminals informiert werden, wann die gewünschte(n) Ladeeinheit(en) voraussichtlich abgeholt werden können. Ein digitalisierter Austausch der Informationen schafft hier Klarheit. Bei einer gelungenen Systemintegration kann dieser auch automatisiert werden. So führt bei korrekter Umsetzung die Digitalisierung zu mehr Transparenz in der Lieferkette.

Kommunikation mit Verladern

Der Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen kann zur Verbesserung des Austausches zwischen Umschlagterminals und Verladern beitragen. Hierzu zählen beispielsweise Plattformen, die einen automatisierten Austausch zwischen Akteuren von der Planung des Transportauftrags bis hin zum Aufenthaltsort der Ladung ermöglichen. Auf dem Markt existieren unterschiedliche Unternehmen und Startups, die durch digitale Lösungen einen verbesserten Informationsfluss ermöglichen wollen. Ein Beispiel hierfür ist das Startup modility, welches sich im Sommer 2020 gegründet hat und sich der Digitalisierung des KV widmet (vgl. Eichentopf 2021). In Kooperation mit Akteuren entlang des Kombinierten Verkehrs entwickelt modility eine Austauschplattform, über welche die Auslastung von Zügen einsehbar wird und verfügbare Stellplatzkapazitäten vermarktet werden können. Hierfür können mit dem Transport beauftragte Spediteure über modility mögliche Transportoptionen anfragen, die zu den Anforderungen des Transports passen. Weiterhin lassen sich gefundene Optionen direkt über die Plattform buchen. Ein weiteres Beispiel zur besseren Kommunikation entlang intermodaler Transportketten ist rail-flow. Dies stellt den Anwendern ein intermodales Transport Management System zur Verfügung, in welchem der Fokus auf dem intermodalen Schienengüterverkehr liegt. Allen Akteuren werden die Daten automatisch und in Echtzeit übertragen.

Dies sind zwei Möglichkeiten, die Transparenz entlang intermodaler Transportketten zu erhöhen und somit die Kommunikation zwischen Verladern und Terminals zu erleichtern. Eins der Kernelemente dieser Plattformen sind die einheitlichen Web-Formulare, über die die Verlager ihre Anforderungen an den Transport festhalten. Durch das Auswählen von vorgefertigten Antwortmöglichkeiten wird die Anfrage standardisiert und erlaubt eine automatisierte Bearbeitung. Freitextfelder erfordern, sobald sie keine standardisierte Information beinhalten, die Verarbeitung durch einen Menschen und minimieren damit das Automatisierungspotential. Für Großkunden kann statt eines Web-Formulars auch eine digitale Schnittstelle von Interesse sein. In diesem Umfeld existieren neben dem UN/EDIFACT-Standard mit der für die Logistik relevanten Untermenge EDIFOR auch eine Reihe von maßgeschneiderten Implementierungen einzelner großer Logistik-Dienstleister. Hier wird von den KV-Terminals häufig erwartet, unternehmensspezifische Schnittstellen für den Informationsaustausch zu schaffen.

Kommunikation mit Fuhrunternehmen

Insbesondere auf Seehafenterminals hat sich der Einsatz von Informations- und Kommunikationssystemen als elektronische Schnittstelle zwischen Terminals und Fuhrunternehmen bewährt, um Lastspitzen zu glätten und so die logistischen Prozesse zu verbessern (u. a. Heilig und Voß (2017), Lange et al. (2017)). Zum Beispiel ermöglichen es sogenannte Information Access Services den Terminals, Fuhrunternehmen Informationen über

die aktuelle Auslastung an den Gates via Webcams visuell bereitzustellen (vgl. Huynh et al. 2011). Smart Port-Konzepte stellen relevante Echtzeit-Informationen, beispielsweise über die Verkehrslage oder Parkplatzverfügbarkeit zur Verfügung (vgl. Saxe und Baumöl 2016). Diese Informationen ermöglichen es Fuhrunternehmen, die Lkw-Ankünfte an den Terminals zu auslastungsschwachen Zeiten zu planen.

Eine weitere Möglichkeit zur Kommunikation zwischen Terminals und Fuhrunternehmen stellen sogenannte Zeitfensterbuchungssysteme dar. Diese werden zur Glättung von Belastungsspitzen verwendet. Dabei legen die Terminalbetreiber Zeitfenster fest, in denen Fuhrunternehmen Ladeeinheiten wie Container, Wechselbrücken und Trailer anliefern und abholen können. Die Fuhrunternehmen wiederum buchen dann an den Terminals ein verfügbares Zeitfenster pro Abfertigung eines Lkw. Erreicht der Lkw den Terminal vor seinem Zeitfenster, muss er bis zu dessen Beginn warten und bei Verspätung ein neues Zeitfenster mit ggf. deutlicher Wartezeit buchen (vgl. Heilig und Voß 2017). Diese Zeitfensterbuchungssysteme wurden in den 2000er Jahren erstmals in Kalifornien implementiert, um Stau vor den Terminals und im Hafen zu reduzieren und so und CO₂-Emissionen zu vermeiden. Das Unternehmen PierPass, welches 2005 von den Betreibern der Seehafenterminals in den Häfen von Los Angeles und Long Beach gegründet wurde, erhofft sich durch die Integration eines Zeitfensterbuchungssystems den Fuhrunternehmen eine verbesserte Vorhersehbarkeit und Produktivität bieten zu können, indem die Abfertigungszeiten der Lkw an den Terminals verkürzt werden (vgl. Odyssey Logistics & Technology 2015). Im Jahr 2007 untersuchten Giuliano und O'Brien erstmals die Reduzierung der hafen-bezogenen Lkw-Emissionen im Zusammenhang mit Zeitfensterbuchungssystemen in den beiden Häfen. Die Autoren stellten fest, dass in den betrachteten Häfen keine signifikante Reduzierung der Emissionen oder Verkürzung von Wartezeiten zu beobachten ist. Es ist jedoch zu beachten, dass Lkw-Anläufe, die zuvor über das Zeitfensterbuchungssystem angemeldet wurden, einen geringen Anteil an den Gesamtanläufen ausmachen haben (vgl. Giuliano und O'Brien 2007). Dies lag insbesondere an der Freiwilligkeit der Zeitfensterbuchungssysteme und ihrer individuellen Gestaltung an den verschiedenen Terminals.

Seither haben weltweit Häfen (zumeist verpflichtende) Zeitfensterbuchungssysteme eingeführt. Dabei zeigen beispielsweise Untersuchungen in den Häfen von Sydney, Vancouver und Southampton, dass durch die Einführung von Zeitfensterbuchungssystemen Verbesserungen sowohl für die Terminals als auch für die Fuhrunternehmen erzielt werden können (vgl. Davies und Principal). Insgesamt wird heutzutage der Einsatz von Zeitfensterbuchungssystemen als sehr erfolgversprechend bewertet. Bisher werden Zeitfensterbuchungssysteme bei KV-Terminals nur selten umgesetzt. Dennoch bieten diese Systeme Potential, die Kommunikation zwischen Fuhrunternehmen und Terminals auch im Hinterland zu verbessern.

Die Bedeutung einer guten Kommunikation zwischen Terminals und Fuhrunternehmen wird durch den Bedarf nach neuen, zum Teil individuellen Lösungen hervorgehoben, die am Markt entstehen. Ein Beispiel hierfür ist das Startup CONROO, welches sich als Ziel gesetzt hat, mit dem Einsatz von Technologien den Logistik-Sektor zu verbessern. Das Hauptaugenmerk von CONROO liegt auf der Optimierung der Ressourcennutzung an intermodalen Terminals, dem Erstellen einer eigenen Applikation zur besseren Einbindung der Lkw-Fahrer und der Entwicklung eines Terminmanagement-Systems, unterstützt durch den Einsatz von KI-Technologie. Mit diesen Zielen möchte CONROO dem Kunden eine optimale Auslastung seiner bereits erworbenen Ressourcen ermöglichen, Zeit und Kosten sparen, die Vorgänge im und um das Terminal herum digitalisieren und damit den ökologischen Fußabdruck minimieren. Zu den Produkten von CONROO zählt eine App, die der Kommunikation zwischen Lkw-Fahrer und Terminals dient. Über diese App können über standardisierte Formulare Containerabholungen oder Anlieferungen angemeldet werden, welche bei entsprechender Integration in die Folgesysteme automatisiert weiterverarbeitet werden können. Somit können für Fuhrunternehmen unnötige Wartezeiten vermieden werden. Das KV-Terminal kann die internen Prozesse auf den neuen Informationsstand hin anpassen. Weiterhin übermittelt die App Echtzeit-Informationen über Änderungen der Containerankunft oder Zugladezeiten an die Fuhrunternehmen, sodass Touren möglichst effizient geplant werden können. (vgl. CONROO 2021)

2.3.3.4 Optimierte Terminalsteuerung

Die transparente Lieferkette basiert auf dem automatisierten Informationsaustausch und ermöglicht es, stets aktuelle Informationen rund um die zu transportierenden Ladeeinheiten zur Verfügung zu haben. Dies stellt aber bei weitem kein Selbstzweck dar. Basierend auf der Informationslage kann eine verbesserte operative Planung erfolgen, wobei meist eine Kombination eines verbesserten Service (kürzere Standzeiten der Güterzüge, Liegezeiten der Binnenschiffe, und Durchlaufzeiten der Lkw), energieeffizienteren Umschlags (kürzere Verfahrswege der Portalkrane und weniger Einsatz von terminaleigenem Equipment für den Horizontalverkehr) oder einer höheren Kapazität des Terminals (intelligente Nutzung der Flächen) angestrebt wird. Diese Ziele wirken sich auf die Umsetzung der Systeme aus den vorherigen Abschnitten aus. So kann die Durchlaufzeit der Lkw reduziert werden, wenn die Spitzen bei den Lkw-Ankünften geglättet werden. Dabei stellt ein Zeitfensterbuchungssystem den Schlüssel dar, um den ein vorausschauendes Ankunftsmanagement zu betreiben. Basierend auf den Informationen können die Verfahrswege des Portalkrans minimiert werden. Dies spart gleichzeitig Energie und Zeit für den Umschlag von Ladeeinheiten zwischen den Verkehrsmitteln.

2.3.4 Vorgehensmodelle

Sogenannte Vorgehensmodelle dienen als Anleitung zur Realisierung von (Software-)Projekten. Aufgrund der wachsenden Komplexität, steigenden Ansprüchen an das Qualitätsmanagement aber auch Einsparungen von Unternehmensressourcen sowie zur Planungssicherheit bei der Durchführung von Projekten werden Vorgehensmodelle zunehmend genutzt. Generell umfassen sie Vorgehens- und Tätigkeitsbeschreibungen und unterstützen die ausführenden Gruppen während des Entwicklungsprozesses. Heutzutage stellen diese Modelle die Basis für Planung sowie Steuerung großer Software- und Systementwicklungen. (vgl. Scharch 2016) Sie machen die „Struktur von Projekten greifbar, vergleichbar und bewertbar und sind somit ein wesentliches Erfolgskriterium für die erfolgreiche Durchführung von Projekten. Sie bilden die Grundlage für die Projektplanung und die Projektdurchführung.“ (Broy und Kuhmann 2021)

Abbildung 14 visualisiert das häufig als Metamodell verstandene Ordnungsschema mit der zugehörigen Begriffswelt nach Fischer et al. (1998).

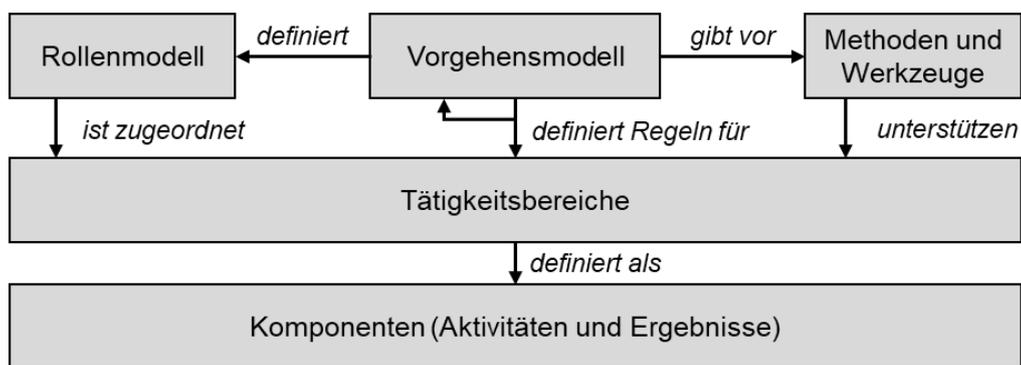


Abbildung 14: Ordnungsschema (eigene Darstellung nach Fischer et al. 1998)

Die Tätigkeitsbereiche umfassen die relevanten Submodelle (z. B. Projektmanagement, Konfigurationsmanagement, Qualitätsmanagement und Systementwicklung) für den gesamtheitlichen Systementwicklungsprozess. Der Tätigkeitsbereich Projektmanagement wird im Rahmen von Vorgehensmodellen dabei häufig als umschließende Klammer für den Prozess der Anwendungsentwicklung gesehen. (Fischer et al. 1998) Aus den Tätigkeitsbereichen lassen sich Aktivitäten bzw. Ergebnisse definieren, welche zumeist die wesentlichen Komponenten von Vorgehensmodellen darstellen. Aktivitätstypen lassen sich durch eine abstrakte Beschreibung von Arbeitsschritten definieren. Durch die Durchführung der Anleitung werden Ergebnistypen generiert bzw. modifiziert. Daher wird als Syntax für Aktivitätstypen häufig Konstrukte wie „<Ergebnistyp> erstellen“ genutzt. Dabei gibt das Vorgehensmodell die relevanten Methoden und Werkzeuge vor, die bei einzelnen Aktivitäten eingesetzt werden sollen. Zudem gibt das Modell spezifische Rollen vor (z. B. Projektleiter → Projektmanagement).

Besonders für KMU kann es herausfordernd sein Personal freizustellen, welches sich auf relevante Tätigkeitsbereiche konzentrieren und entsprechende Rollen einnehmen kann. Je nach Projekttyp (z. B. Eigenentwicklung oder Standardsoftware-Einführung) ist darüber hinaus die Spezialisierung eines generischen Vorgehensmodells notwendig (siehe Abbildung 15).



Abbildung 15: Spezialisierung und Konkretisierung von Vorgehensmodellen (eigene Darstellung nach Fischer et al. 1998)

Die Abhängigkeiten der Aktivitätstypen bzw. Aktivitäten untereinander (z. B. zeitlich begründet) wurde bereits im Zuge der AP Erstellung des Projektes beachtet. Das Referenzprozessmodell bedient sich in vereinfachter Form dieser Phasen-Struktur zur Unterstützung der Projektdurchführung, welche es ermöglicht, Aufgaben, wie die Erstellung von Ist-Landschaften, systematisch und wiederholbar zu lösen. Die Konzeption eines generischen Vorgehensmodells zur Erstellung von Ist- und Ziel-Landschaften bei Binnenterminals geschieht angelehnt an diese Ansätze aus der Software- und Systementwicklung.

2.3.4.1 Erstellung der Vorgehensmodelle

Zur Erstellung der Vorgehensmodelle wird zunächst auf ein grundlegendes Vorgehensmodell zur Einführung digitaler Technologien eingegangen, anschließend folgt ein Vorgehensmodell zur Erstellung der Ist-Landschaft zur Ziel-Landschaft sowie zur Anforderungsermittlung und Priorisierung der Transformationsschritte für KMU-Umschlagterminals.

Vorgehensmodell zur Einführung digitaler Technologien

Bevor Prozesse digitalisiert werden, müssen sie optimiert werden. Ansonsten werden durch ziellose Investitionen in neue Technologien Ineffizienzen digitalisiert und aus der Chance der Digitalisierung wird ein hochpreisiges Risiko, welches die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens gefährden kann. Andererseits kann durch eine zielgerichtete Einführung von neuen, digitalen Technologien die Leistung des Unternehmens in verschiedensten Bereichen entscheidend verbessert werden (vgl. Borell 2016; Müller et al. 2018). Um dieses Risiko zu minimieren, wird im Folgenden ein fünfstufiges exemplarisches Vorgehensmodell nach Matt et al. (2018) vorgestellt (siehe 2.1.5). In Abbildung 16 zeigt dieses Modell graphisch.

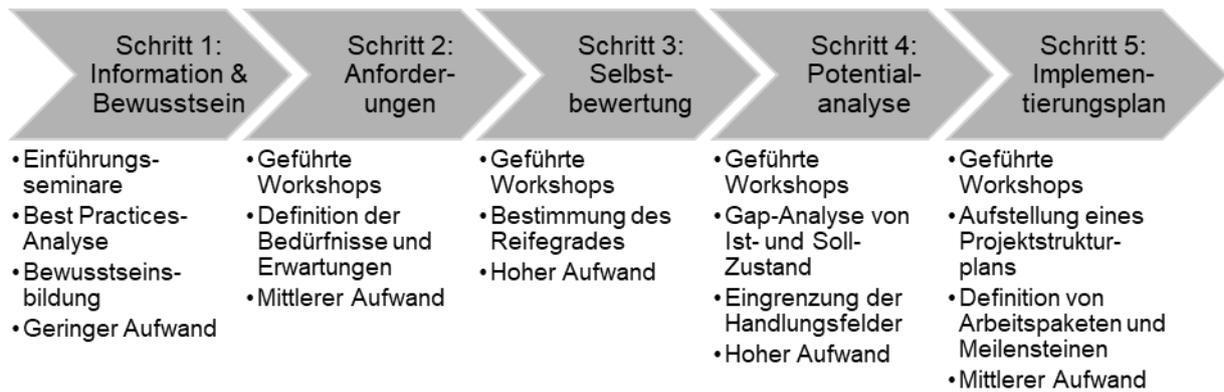


Abbildung 16: Fünfstufiges Modell zur Einführung digitaler Technologien (nach Matt et al. 2018)

Die Stichpunkte unterhalb der einzelnen Schritte entsprechen laut Matt et al. (2018):

- Oberster Stichpunkt: Methodik
- Mittler(e) Stichpunkt(e): Zielsetzung des Schritts
- Unterster Stichpunkt: Einschätzung des Aufwandes

In Schritt 1 werden Information gesammelt und ein Bewusstsein für die Relevanz von Digitalisierung geschaffen. Dazu sollen in Einführungsseminaren Informationsdefizite abgebaut und mit Blick auf Best Practices Potentiale für sich selbst identifiziert werden. Obwohl die Informationsbeschaffung zeitaufwändig sein kann, wird diesem Schritt ein vergleichsweise geringer Aufwand zugeschrieben. (vgl. Matt et al. 2018)

Im zweiten Schritt werden die eigenen Anforderungen an die Digitalisierung der unternehmensinternen Prozesse definiert. Dazu werden in Workshops die Wünsche, Bedürfnisse und Erwartungen besprochen und möglichst konkret festgehalten. Diese definieren in den weiteren Schritten die Rahmenbedingungen der Umsetzung. (vgl. Matt et al. 2018)

Um den Reifegrad des Unternehmens einschätzen zu können, muss als dritter Schritt eine objektive Selbsteinschätzung vorgenommen werden. Dafür muss geprüft werden, welche Technologien bereits wie im Unternehmen eingesetzt werden und wie der ideale Zielzustand aussehen soll. Dazu eignen sich die in Tabelle 4 genannten Tools. (vgl. Matt et al. 2018)

Als Viertes werden in Workshops die Lücke zwischen jetzigem und gewünschtem Digitalisierungsstand und die Themenfelder, welche bei der Implementierung berücksichtigt werden sollen, determiniert. Dies hilft bei der Abschätzung des Realisierungsaufwandes. (vgl. Matt et al. 2018)

Abschließend wird aus den Ergebnissen der vorherigen Workshops ein Projektstrukturplan entwickelt. Dieser verfügt über einen Zeitplan, eine Auflistung von detaillierten Aufgabenpaketen und Meilensteinen. Der Zeitplan und die Meilensteine müssen während der Umsetzung der Maßnahmen regelmäßig überprüft werden, sodass man nicht vom Weg abkommt (vgl. Matt et al. 2018). Wie verschiedene Handlungsoptionen aussehen können wird im Folgenden beschrieben.

Vorgehensmodell des Referenzprozessmodells

Nachfolgend beschreiben die Vorgehensmodelle abstrahierend die Erstellung der Ist- und Ziel-Landschaften sowie die Anforderungsermittlung und Priorisierung der Transformationsschritte.

Vorgehensmodell Ist-Landschaften

Das Modell zu den Ist-Landschaften teilt sich in zwei Phasen:

- I. Erhebungsphase
- II. Auswertungsphase

Diese Phasen können jeweils in mehrere Teilschritte unterteilt werden, wobei im Sinne von Vorgehensmodellen die Betrachtung für jeden Schritt folgende Punkte umfasst (angelehnt an Gronau (o. A.)):

- Problemstellung (Frage) und Zielsetzung (Ergebnis) formulieren
- Zu betrachtende Aspekte bestimmen
- Methoden und Werkzeuge festlegen
- Rollen zuteilen (Ansprechpartner im Unternehmen bestimmen)

In der Erhebungsphase erfolgt die detaillierte Betrachtung der aktuellen Prozesse. Das Vorgehensmodell umfasst zunächst eine allgemeine Unternehmensbeschreibung (1. Schritt), jedoch steht im Fokus die Prozessaufnahme (2. Schritt) und die technologische Erhebung (3. Schritt). Für das methodische Vorgehen sei an dieser Stelle an Abschnitt 2.1.2 zum Thema Prozessaufnahmen (Methode: Swimlane) verwiesen. Die Prozessmodellierung dient der strukturierten Erfassung des aktuellen Ist-Zustands und der späteren Analyse und Bewertung der Prozesse insbesondere durch die Identifikation von Schwachstellen.

Die Auswertungsphase beginnt mit der Zusammenführung der erhobenen Daten (4. Schritt). Hier eignet sich die Darstellung als Clusterkarte (Methode: Softwarekartographie) zur anschließenden Ermittlung von Optimierungspotentialen. Diese Phase nutzt die bisherigen Ergebnisse wie Prozessdiagramme und Anwendungslandschaften, um beispielsweise mit der Führungsebene, IT-Beauftragten und Administratoren eine Übersicht von Optimierungspotentialen zu erstellen.

Vorgehensmodell Ziel-Landschaften

Abschnitt 2.3.3 hat eine Vielzahl an Möglichkeiten dargestellt, um Umschlagprozesse IT-seitig besser unterstützen zu können, wobei auch auf Herausforderungen bei der Systemintegration und Informationserfassung eingegangen wurde.

Insbesondere bei den KMU Umschlagterminals ist die Verwendung oder Empfehlung einer generischen Ziel-Landschaft nicht empfehlenswert, da Maßnahmen individuell vor dem Hintergrund vorherrschender Rahmenbedingungen und Prozesse und sich daraus ergebener Potenziale zu bewerten sind. Ein entscheidendes Bewertungskriterium ist hierbei, in wie weit einzelne Maßnahmen zur Erreichung der individuellen Zielvision beitragen können. Dabei können bei der Generierung von Ziel-Landschaften Vorgehensmodelle den Entscheidungsprozess strukturieren und die Auswahl einer geeigneten Lösung erleichtern. Abbildung 17 visualisiert ein mögliches Vorgehen zur Aufstellung einer Zielarchitektur.

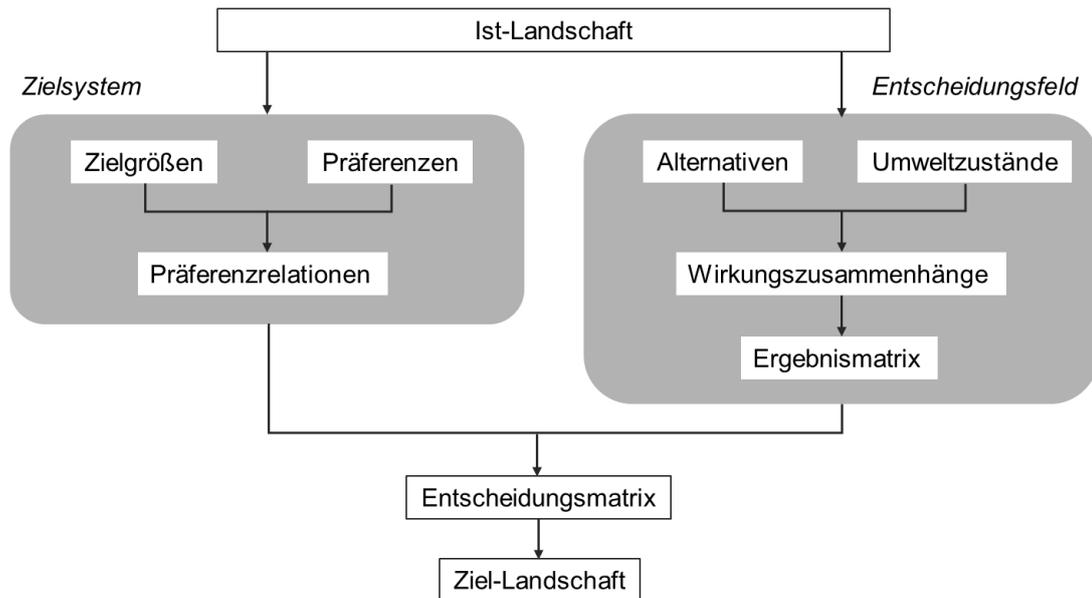


Abbildung 17: Entscheidungsmodell zur Erstellung einer Ziel-Landschaft (eigene Darstellung nach Steinhilper et al. 2011)

Das Entscheidungsmodell besteht dabei aus zwei Ästen, dem Zielsystem und dem Entscheidungsfeld. Dabei untergliedert sich das Zielsystem in Zielgrößen und Präferenzen, aus denen sich die Präferenzrelationen erstellen lassen. Präferenzrelationen geben an, welche Ergebnisse in Bezug auf Ziele zu bevorzugen sind. Hierbei lassen sich unterschiedliche Präferenzrelationen bestimmen:

- Höhenpräferenz: Sie gibt das Ausmaß des Zielwertes an.
- Artenpräferenz: Sie gibt eine Hierarchie bei mehreren (konfliktären) Zielen vor.
- Zeitpräferenz: Sie ermisst die zeitlichen Abhängigkeiten von Ergebnissen.
- Risiko- / Unsicherheitspräferenz: Sie gibt an, wie der Anwender dem Risiko bzgl. der Ergebnisse gegenübersteht.

Das Entscheidungsfeld umfasst die für die Abbildung eines Entscheidungsproblems relevanten Größen wie Alternativen und Umweltzustände. Aus ihnen lassen sich Wirkungszusammenhänge

ableiten, die die Erstellung einer Ergebnismatrix ermöglichen. Dabei visualisiert diese Matrix die aus der Kombination von Alternativen und Umweltzuständen resultierenden Ergebnisse. Zusätzlich können die Ergebnisse in der Matrix nach Zielen und / oder Zeiten unterteilt werden. In diesem Fall wird von einer disaggregierten Ergebnismatrix gesprochen. (vgl. Steinhilper et al. 2011)

Nach der Festlegung der zum betrachteten KMU passenden Anforderungen und Präferenzen können beispielsweise die in Abschnitt 2.3.3 genannten sowie weitere Digitalisierungslösungen im Zuge einer Marktuntersuchung hinsichtlich der Eignung geprüft werden. Zur Auswahl geeigneter Lösungen werden die Teilergebnisse der beiden Äste des Entscheidungsmodells in einer Entscheidungsmatrix abgebildet (siehe Abbildung 17). Die Entscheidungsmatrix ist eine zweidimensionale, tabellarische Darstellung möglicher Alternativen. Somit wird der Nutzwert der unterschiedlichen Alternativen festgestellt, der es dem Anwender ermöglicht, rationale und strukturierte Entscheidungen zu treffen. Die Auswahl geeigneter Digitalisierungslösungen beschreiben nun die spezifischen Ziel-Landschaften.

Vorgehensmodell Priorisierung

Im Sinne der Anforderungsermittlung und Priorisierung von Transformationsschritten ist zu beachten, wie die Handlungsschritte (bei denen es sich um Anpassungen des bestehenden Systems, Weiterentwicklungen und Neuinvestitionen handeln kann) gewichtet werden sollten. Zur Gewichtung können verschiedene Methoden angewendet werden. Nachfolgend wird die MoSCoW-Methode (auch MoSCoW-Priorisierung oder MoSCoW-Analyse) beschrieben, welche bei der Priorisierung der Umsetzung von Anforderungen anhand der Relevanz sowie Auswirkungen unterstützt. Der Begriff MoSCoW selbst ist ein Akronym, das sich aus dem Anfangsbuchstaben jeder der vier Priorisierungskategorien („Must have“, „Should have“, „Could have“ und „Won't have (this time)“) zusammensetzt. Die MoSCoW-Methode wurde von Dai Clegg von Oracle UK Consulting im Jahr 1994 entwickelt und stellt eine Priorisierungstechnik dar, die im Management, in der Geschäftsanalyse, im Projektmanagement und in der Softwareentwicklung eingesetzt wird. Sie dient zur Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses aller Beteiligten über die Bedeutung der einzelnen Anforderungen. (vgl. Goldbeck et al. 2019)

Kuhn (2009) weist darauf hin, dass als Basis eine Anforderungskatalog-Vorlage genutzt werden kann, die aus vier Haupteinträgen besteht:

- **Anforderungs-ID** - Zur Verfolgung der Anforderung durch die verschiedenen Phasen (wie Entwurf-, Entwicklungs- und Implementierung).

- **Quelle** - Geschäftsbereich oder Person, welche die Anforderung angefordert hat (dies ist hilfreich, wenn die Zeit vergeht und Fragen über die Relevanz oder Interpretation einer Anforderung entstehen).
- **Eigentümer** - Sind für die korrekte Dokumentation der Anforderung und die spätere Freigabe verantwortlich.
- **Priorität** - Priorisiert die Anforderungen beispielsweise um nach relevanten Eigenschaften wie Kosten, Entwicklungszeit, Amortisation, Risiko etc. abzuwägen.

Die MoSCoW-Analyse bietet eine einfache Möglichkeit für Benutzer, ihre Anforderungen zu priorisieren (vgl. Kuhn 2009).

„**Must have**“-Anforderungen sind dabei als essentielle Schlüsselanforderung anzusehen. Diese sind zwingend erforderlich und nicht verhandelbar. Das Vernachlässigen von „Must have“-Anforderungen führt unabwendbar zum Fehlschlagen des Projekts. Die Umsetzungen der niedrigen gewichteten Anforderungen sollten zudem stets die Erfüllung von höher gewichteten Anforderungen nicht beeinträchtigen.

„**Should have**“-Anforderungen verfügen auch über eine hohe Relevanz, sind jedoch nicht direkt erfolgskritisch, heißt, auch ohne diese Funktionen kann der Betrieb/ die Leistung einen Wert generieren.

„**Could have**“-Anforderungen zeichnen sich durch eine geringe Relevanz aus. Diese Anforderung wäre zwar nützlich, wenn sie nicht zu viel kosten oder zu viel Zeit für die Entwicklung in Anspruch nehmen, aber sie sind nicht von zentraler Bedeutung. Sie können aber einen Mehrwert generieren, sofern noch Restkapazitäten nach den „Must have“- und „Should have“-Anforderungen bestehen.

„**Won't have**“-Anforderungen (auch „Won't have (this time)“) verfügen über die geringste Priorität. Obgleich diese Anforderungen fachlich oder technisch relevant sein können, so sind sie nicht zeitkritisch und können in der Zukunft, wo sie höher priorisiert werden können, angegangen werden. Diese letzte Kategorie hilft, damit Anforderungen nicht in Vergessenheit gelangen oder bei aktuellen Umsetzungen bereits Maßnahmen eingeleitet werden können, die in Zukunft helfen.

2.4 AP 4: Vorgehensmodell zur Transformation von Ist- in Ziel-Landschaft über die Definition von Soll-Landschaften

Um von der Ist-Landschaft zur Ziel-Landschaft zu gelangen, müssen mehrere Soll-Landschaften als Meilensteine bei der Anpassung definiert werden. Der Einsatz von Meilensteinen in den Soll-Landschaften ermöglicht es, strukturierter von der Ist-Landschaft zur Ziel-Landschaft zu gelangen. Diese dienen als Zwischenschritte bei der Erreichung der Ziel-Landschaft und stellen gleichzeitig die Zeitpunkte dar, an denen das weitere Vorgehen und die Planung erneut reflektiert und ggf. an sich geänderte Rahmenbedingungen angepasst werden kann.

Es werden zunächst Best-Practices vorgestellt (siehe Abschnitt 2.4.1). Die Erweiterung des Vorgehensmodelles um die Priorisierung der ausgewählten Handlungsempfehlungen umfasst die Bündelung von gemeinsam innerhalb eines Zeitraumes durchzuführenden Maßnahmen, welche in ein Projektportfoliomanagement überführt werden kann (siehe Abschnitt 2.4.3).

2.4.1 Best-Practices

Hölzle et al. (2020) verdeutlichen in ihrem Report zum „Digitalcheck Mittelstand“, dass zwar Geschäftsmodelle überprüft und Investitionen getätigt werden, jedoch selten auf Basis „eindeutiger strategischer Überlegungen gehandelt“ wird. Der Einbezug von Beispielen anderer Unternehmen kann jedoch wichtige Impulse hervorbringen. Hölzle et al. (2020) haben zudem gezeigt, dass Start-Ups als Innovationstreiber unterschätzt werden.

Reifegrade bei der digitalen Transformation fallen in der Branche sehr unterschiedlich aus, besonders im Vergleich mit größeren Unternehmen oder Vorreitern in der Branche wie u. a. die Contargo GmbH & Co. KG. In der neuen Umgebung „Contargo Open Logistics Apps“ (kurz: COLA) wird die Systemvision verfolgt, welche in den kommenden Jahren ein schrittweises Zusammenführen unterschiedlicher operativer Systeme in einem einheitlichen System vorsieht. Dabei sieht das Vorgehen vor zuerst flankierende Systeme zu wechseln und danach die Kernanwendungen. Gleichzeitig ist geplant auf operative Anforderungen zu reagieren und so bei Bedarf Module mit höherer Priorität zu behandeln. (vgl. Contargo GmbH & Co. KG)

Der trimodale Terminal WIENCONT in Wien, Österreich, ist einer der Vorreiter im Bereich des innovativen Technologieeinsatzes. Dort werden vielfältige Digitalisierungslösungen verwendet, um die Umschlagzeiten zu senken und die Zuverlässigkeit der Prozesse zu erhöhen. So werden OCR-Gates bei den Einfahrten und Ausfahrten, weitere Kameras auf dem Terminal, bspw. an den Übergabepositionen, und Self-Check-In Stationen eingesetzt. Die so gewonnenen Informationen werden an die Umschlaggeräte (Reach Stacker und Portalkrane) übertragen und so Redundanzen und fehlende Informationen vermieden und die Prozesse deutlich verschlankt (vgl. WIENCONT Container Terminal GmbH 2019, 2021)

Um die Digitalisierung partizipativ und im Sinne der Beschäftigten zu gestalten, hat WIENCONT bei dem Projekt „Talk about IT!“ im Rahmen des Digitalisierungsfonds der AK Wien teilgenommen. Die Projektidee wurde im Rahmen der Dialogreihe der AK Wien und der ÖBB namens „Digitalisierung gestalten“ entwickelt und wird von L&R Sozialforschung in einer Kooperation mit dem AIT (Austrian Institute of Technology) umgesetzt. Die sich beteiligenden Unternehmen sind neben WIENCONT die Technische Universität Wien und die ÖBB Holding. Weiterhin handelt es sich bei WIENCONT laut eigener Aussage um den ersten CO₂-neutralen trimodalen Terminal Europas. Der Strom kommt aus Wasserkraft und eigener Windkraft. Der hauseigene Treibstoffverbrauch wird durch Investitionen in Klimaschutzprojekte kompensiert. (vgl. L&R Sozialforschung OG 2021)

2.4.2 Strategie und Meilensteine im Transformationsprozess

Eine häufig verwendete Anpassungsstrategie ist die bereits angesprochene Einführung von terminalübergreifenden IT-Systemen, sogenannten TOS, die im Idealfall alle administrativen und operativen Aufgaben des Terminals in einem System bündeln. Mittels Schnittstellen verbundenen Unternehmen kann Zugang zu Teilen des Systems zum Datenaustausch gewährt werden. Allerdings ist die Anschaffung von kompletten TOS häufig nicht wirtschaftlich für KMU, vor allem, da häufig schon Teilsysteme auf den Umschlagterminals eingesetzt werden und eine Migration im laufenden Betrieb zusätzliche Herausforderungen mit sich bringt.

Deshalb verwenden KMU oftmals für die unterschiedlichen Aufgaben bereits einzelne IT-Systeme, wie z. B. Lagerverwaltungssysteme oder Steuerungssysteme für Umschlagequipment. Dabei sind die Entwicklung sowie Einführung von Teilsystemen häufig nicht durch eine einheitliche Strategie geprägt, sondern durch sich kurzfristig ergebene Erfordernisse, welche schnelle und vermeintlich kostengünstigere Interimslösungen hervorbringen. Datenkonsistenz und Übertragbarkeit zwischen den verschiedenen Systemen sind nur selten gegeben, was zu erhöhten Kosten und Zeitaufwendungen führt.

Wie in Abbildung 18 dargestellt können die Strategien bei der Digitalisierung in Eigenentwicklungen und Fremdbezug („Make or Buy“) unterteilt werden und um definierte Meilensteine als relevante Entscheidungspunkte erweitert werden.

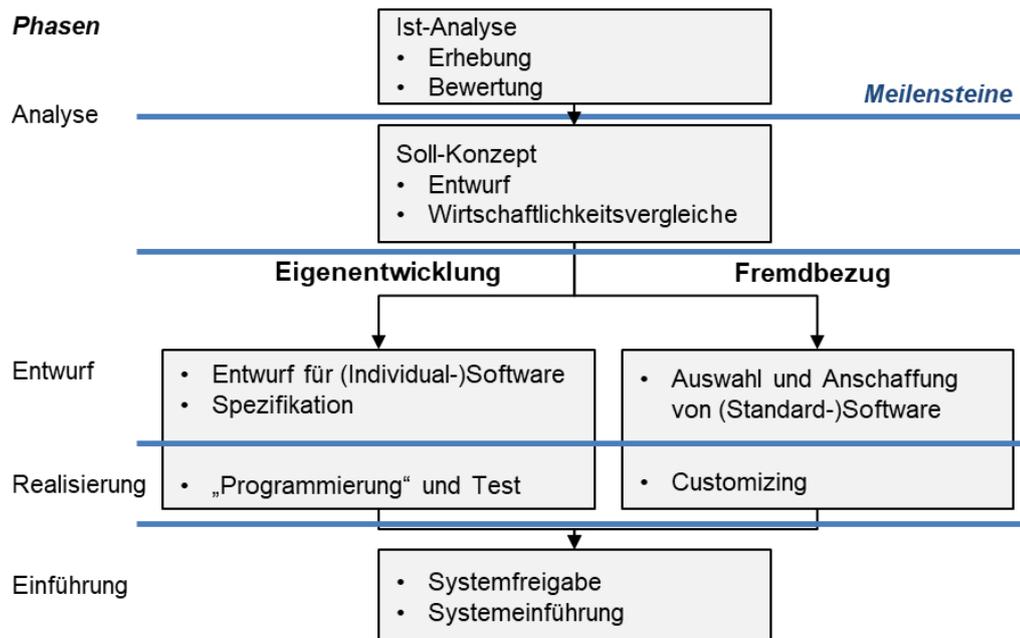


Abbildung 18: Meilensteine im phasenweisen Transformationsprozess (eigene Darstellung nach Breithner 2012 i. A. a. Stahlknecht und Hasenkamp 2005)

Phasenweise ist es so möglich die Einhaltung von Vorgaben (z. B. zum Budget), den Entwicklungsaufwand aber auch den Bedarf an kurzfristig einzuleitenden Maßnahmen zu prüfen.

Den erfolgreichen Einsatz von Standardsoftware ermöglichen umfassende Vorgehensmodelle zur Einführung dieser Software (hier und im Folgenden nach Gronau 2020). Standardsoftware kann dabei umfassende Systeme wie TOS meinen, oder auch (Teil-)Systeme zum Dokumentenmanagement, zur Planung, Disposition und Administration.

Vorgehensmodelle sind auch hier als Phasenkonzepten durch sequenzielle Schritte (Aufgaben) zu verstehen, zum Beispiel angelehnt an Gronau (2010):

- Projektorganisation prüfen (u. a. Einbindung Softwarehersteller)
- Feinspezifikation (auch „Workshop-Phase“, Erarbeitung der Detaillösungen für abzubildende Geschäftsprozesse)
- Prototyp-Phase (System wird bei dem Anwender installiert, Tests vorgenommenen)
- Probetrieb (mit Echtdateien)
- Produktivbetrieb (alle Mitarbeitenden sind beteiligt)

Die Einführung der Standardsoftware ist abhängig von der Reichweite, Größe und Komplexität sowie Rahmenbedingungen, welche durch existierende (Alt-)Systeme entstehen. Nach Krcmar (2015b) lassen sich bei der Umstellung vier Konzeptionen unterscheiden. Bei der Stichtagsumstellung erfolgt eine totale Umstellung von vorherigem Zustand (Alt-System oder kein System) auf eine neue Anwendung zu einem Zeitpunkt. Bei der Parallelisierung hingegen erfolgt

eine übergangsweise gleichzeitige Nutzung von alten und neuen Systemen. Die teilweise Einführung umfasst allmähliche Ausweitungen durch Stichtagsumstellungen bzw. Parallelisierung für einzelne Teile der neuen Anwendung. Bei einer Versionsumstellung erfolgt in der Regel die Umstellung auf eine höhere Version einer Software.

Anpassung einer standardisierten Software an die individuellen Anforderungen des Anwenders sind häufig notwendig und beeinflussen stark die Dauer und Kosten der Softwareeinführung. Mithilfe von Customizing (vgl. Lanninger und Wendt 2012) sind vorliegenden Strukturen und Prozesse einzubeziehen, um einen gewünschten Soll-Zustand zu generieren (umfassen Einstellungen wie Sprache, Abbildung betrieblicher Organisations-, Funktions- und Datenstrukturen, ggf. sogar Prozesse).

Bei dem Customizing, welches entweder vom Nutzer selbst oder auch durch Beratungs- oder Softwareunternehmen durchgeführt werden kann, werden zwei idealtypische Vorgehensweisen differenziert. Bei der Konfiguration oder Modularisierung wird Standardsoftware durch die Wahl erforderter Module sowie der Definition von Beziehungen zwischen diesen Modulen erstellt. Bei der Parametrisierung hingegen wird umfangreiche Software durch das Setzen von Parametern auf den vom Nutzer benötigten Funktionsumfang begrenzt. In der Praxis werden häufig Mischformen dieser beiden Vorgehensweisen eingesetzt. Andere Begriffsverständigungen von Customizing umfassen zusätzlich z. B. die Erweiterungsprogrammierung. (vgl. Lanninger und Wendt 2012)

TOS werden als Standardsoftware angeboten und benötigen Customizing oder gar zusätzliche Erweiterungen. Als Beispiel kann hier die Integration von intelligenter Kransteuerungen genannt werden. Sofern die betrieblichen Prozesse auf den Terminals nicht ausreichend abgebildet werden können, so müssen entweder die betrieblichen Prozesse an die der Standardsoftware angepasst werden, oder gar Wettbewerbsnachteile in Kauf genommen werden.

2.4.3 Projektportfoliomanagement

Das Projektportfoliomanagement ist im UAM für die Qualität und Genauigkeit der Ergebnisse des Strategie- und Zielmanagements verantwortlich. Es soll anhand festgelegter wirtschaftlich und strategisch sachgerechter Anforderungen eine Auswahl an Projekten priorisieren und somit die Erstellung ein optimales Projektportfolios ermöglichen (vgl. Tiemeyer 2008; Wittenburg 2007). Dies ist notwendig, da alle Projekte die gleichen (knappen) Ressourcen benötigen (vgl. von Ahsen et al. 2013). Durch diese Methodik kann geprüft werden, ob bestimmte Projekte der Unternehmensstrategie entsprechen (vgl. Krcmar 2015a; Krcmar und Buresch 2000).

Somit müssen alle neuen Projekte analysiert und entsprechend des Analyseergebnisses eventuell das Projektportfolio angepasst werden. Dieser Prozess sollte kontinuierlich mit allen

Interessensgruppen kommuniziert werden, um die Steuerung aller Projekte zu gewährleisten (Tiemeyer 2008). Ziel des Projektportfoliomanagements ist die Maximierung des Portfoliowertes und somit der Geschäftserfolg und Rentabilität, ein ausgeglichenes Risiko, ein Gleichgewicht zwischen lang- und kurzfristigen Projekten eine Ausrichtung des Portfolios auf die Unternehmens- und IT-Strategie (vgl. Cooper et al. 2001; Krcmar 2015a; von Ahsen et al. 2013).

Im Laufe der Zeit hat sich das Projektportfoliomanagement weiterentwickelt. Zunächst ist es ein Werkzeug zur Selektion von Projekten gewesen, welches die Kriterien Risiko, Nutzen, Wirtschaftlichkeit und Risikobereitschaft berücksichtigt. Moderne Projektportfoliomanagement-Ansätze berücksichtigen ebenfalls die permanente Planung, Priorisierung, übergreifende Steuerung und Überwachung aller Projekte des Portfolios. Somit ist gewährleistet, dass das Portfolio stets ausgeglichen ist (vgl. Hanschke 2013; von Ahsen et al. 2013).

2.5 AP 5: Flexibilisierung der Vorgehensmodelle zur Reaktion auf äußerliche Anforderungen

Wie beschrieben unterliegen insbesondere die KMU einem großen Druck durch die Umwelt, dem sie sich häufig anzupassen haben. Hier ist beispielhaft die Nutzung der Software von Geschäftspartnern oder spezielle Kundenanforderung anzuführen, welche mit dem bisherigen System nicht abzubilden war. Dementsprechend ist es wichtig, die erstellten Vorgehensmodelle so anzupassen, dass diese die Einflüsse von außen in regelmäßigen Intervallen berücksichtigen und in das weitere Vorgehen mit einbeziehen. Die Vorgehensmodelle müssen so flexibel gestaltet werden, dass die Ziel-Landschaft jederzeit die bestmögliche Alternative zur Optimierung der IT-Landschaft unter Berücksichtigung der aktuellen Unternehmensstrategie darstellt. Fortfahrend muss die Soll-Landschaften entsprechend an die veränderte Ziel-Landschaft angepasst werden, da die an sie gestellten Anforderungen als Teilnehmer internationaler Lieferketten einer permanenten Änderung unterliegen. Die Digitalisierung von Unternehmensprozessen und damit auch die fortschreitende Optimierung der IT-Landschaft ist von elementarer Bedeutung um auf Einflüsse flexibel und schnell reagieren zu können und somit wettbewerbsfähig zu bleiben.

2.5.1 Bestimmung äußerlicher Anforderungen

Im Rahmen einer Studie der BVL (vgl. Kersten et al. 2017) erfolgte die Auseinandersetzung mit der aktuellen Situation und den zukünftigen Anforderungen, die an Unternehmen in der Logistik bestehen. Die Studie ist appelliert zur digitalen Transformation, welche mit dem Erfordernis eines konsequenten und aktiven Wandels einhergeht. Die äußerlichen Anforderungen sind generell durch Unternehmen nur sehr schwer zu beeinflussen. Von daher muss ein Weg gefunden werden, sich diesen anzupassen.

Diese äußerlichen Anforderungen an Unternehmen stellen sich wie folgt dar:

- Kostendruck
- Individualisierung
- Komplexität
- Nachfrageschwankungen
- Personalmangel
- Nachhaltigkeit
- Staatliche Regulierung/ Compliance
- Risiken/Unterbrechungen
- Verändertes Käuferverhalten

Der gestiegene Druck von Kunden und anderen Stakeholdern, beispielsweise zur Kostensenkung und Einhaltung strengerer Emissionsvorschriften, haben jedoch in den letzten Jahren zu

weitreichenden Veränderungen in den Strukturen, Prozessen und vor allem in den Sichtweisen der Logistikunternehmen geführt, von denen viele auch mit der Digitalisierung zusammenhängen. Laut der Studie waren Kostendruck, Individualisierung und Komplexität die bedeutendsten Anforderungen, die von außen an die Unternehmen bestehen.

Die Herausforderungen wurden jüngst durch die COVID-19-Pandemie an die Logistik verschärft. Die Krise hat verdeutlicht wie vulnerabel internationale Lieferketten sind. Schnelle et al. (2021) haben mittels einer Querschnittsstudie ein Stimmungsabbild der Logistikbranche im Raum Hamburg zu den Auswirkungen der COVID-19-Pandemie gezeichnet. Dabei wurde die Frage aufgestellt ob die Pandemie ein Katalysator für die Digitalisierung und Transparenz sein kann. Obwohl in der Studie der Fokus auf Transparenz, Resilienz und Reaktionsfähigkeit von Lieferketten liegt, sind Analogien auf Unternehmensebene als Teil dieser Lieferketten anzunehmen.

Schnelle et al. (2021) stellen fünf verschiedene Bereiche heraus auf die sich die Corona-Krise ausgewirkt haben:

- Bedeutungsgewinn der Flexibilität zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit
- Identifikation von Resilienz als Erfolgsfaktor für Wertschöpfungsketten
- Beschleunigung der Digitalisierung und Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle
- Regionalisierung der Produktion
- Veränderung der Arbeitsorganisation durch Flexibilisierung

Die Autoren halten fest, dass ein wichtiger zukunftsweisender Punkt um eine Resilienz (die Widerstandsfähigkeit gegenüber Risiken und Unterbrechungen in der Lieferkette) auszubilden, unter anderem durch eine engere Zusammenarbeit in der Lieferkette in Kombination mit einer fortschreitenden Digitalisierung gesehen werden. Es wird herausgestellt das die Digitalisierung als die Maßnahme anzusehen ist, die erst die notwendige Transparenz schafft um besser auf Störungen eingehen zu können und somit resilienter zu werden. Eine wichtige Voraussetzung für Transparenz ist sowohl eine angemessene technische Infrastruktur als auch die Bereitschaft Daten auszutauschen. Bezüglich der Infrastruktur sieht die Realität in vielen Unternehmen immer noch so aus, dass gewünschte Daten nicht vorhanden, Schnittstellen nicht definiert sind oder die Datenqualität unzureichend ist. Bestätigt wird das durch die BVL-Studie (vgl. Kersten et al. 2017). Ein sehr großer Teil der Studienteilnehmer halten eine transparente Supply Chain für relevant bzw. sehr relevant für den Unternehmenserfolg.

Gleichwohl muss neben den technischen Voraussetzungen Vertrauen zwischen den einzelnen Partnern der Umschlagterminals vorherrschen. Weiterhin festzuhalten ist, dass sich die Flexibilisierung hier mit zwei Nennungen hervorhebt. Flexibilität, welche auch als Reaktionsfähigkeit gesehen werden kann, bedingt jedoch eine ausreichende und gute Datenlage

über bestehende Prozesse zum einen im Unternehmen und zum anderen mit den Partnern. Bezugnehmend auf die Studie der BVL sahen bereits drei Viertel der Studienteilnehmer in der Zeit vor der Corona-Krise bedeutende Chancen in der digitalen Transformation. Gleichzeitig bestand jedoch eine abwartende Haltung gegenüber der Digitalisierung in den eigenen Unternehmen aufgrund eines wahrgenommenen Mangels an erprobten Lösungen. Unter den befragten Unternehmen wiesen ein Drittel auf die erhöhten Risiken die mit einer Digitalisierung einhergehen hin. Gründe, die für Unsicherheit bei den Unternehmen sorgten, waren die notwendigen Sachinvestitionen in die IT-Systeminfrastruktur. Generell sind notwendige Anpassungen die bestehenden IT-Systeme in Unternehmen und insbesondere in KMU schwer darzustellen, weil bestehende Systeme angebunden werden müssen, Produktivsysteme nur schwer zu ersetzen sind oder die IT-Systemlandschaft sich sehr unterschiedlich entwickelt hat. Die Notwendigkeit in der Weiterentwicklung von Bestehendem stellt vor allem gegenüber Unternehmen, die ohne die ohne Historie ihr Geschäft aufnehmen ein Nachteil dar. Durch die digitale Transformation, also die Digitalisierung von Prozessen und die feste Integration von IT sind notwendig um Kundenanforderungen zu entsprechen. Gleichzeitig ist der Mangel an Personal ein ernst zu nehmendes Problem. Gleichwohl wurde die Notwendigkeit ausgemacht, die Qualifizierung der Mitarbeiter im Umgang mit neuen Abläufen, Denkweisen und Geschäftsmodellen zu forcieren. Konkret wurde die Förderung von Softskills genannt. Dazu zählen vor allem die Weiterqualifizierung im Umgang mit IT-Technologien aber auch die Förderung einer Kultur des Ausprobierens und Lernens. Für das Unternehmen als Ganzes muss dies bedeuten, dass die digitale Transformation fester Bestandteil der unternehmerischen Identität wird.

Anforderungen für Umschlagterminals

In dem vorherigen Abschnitt wurde eine Bestimmung der äußerlichen Anforderungen der Logistikbranche im Allgemeinen vorgenommen. Dabei wurden bereits Analogien zu KMU beleuchtet. Durch die Führung mehrerer Interviews konnten zudem spezifische äußerliche Anforderungen bzw. Herausforderungen detaillierter herausgearbeitet werden. Nachfolgend soll eine Darlegung des branchenspezifischen Stimmungsbilds dazu erfolgen.

Aufgrund der Pandemie konnte eine massive Störung der Lieferketten beobachtet werden. In Folge kam es durch veränderte Warenströme zu einem veränderten Tagesgeschäft in den Umschlagbetrieben. Die Geschäftsprozesse müssen für einen langfristigen Erfolg möglichst Störungen standhalten können und resilient sein. Doch die langfristige Corona-Krise hat Schwächen offengelegt und noch nie dagewesene Herausforderungen an das Krisenmanagement von Unternehmen gestellt. Eine mangelnde Widerstandsfähigkeit führt in letzter Konsequenz zu finanziellen Verlusten und einem Kontrollverlust über die Betriebsabläufe.

Ein Warten und die Aussicht auf eine Rückkehr zu dem alten Normal sind bisher in dem Denken der Unternehmen stark vertreten gewesen. In vielen Fällen ist jedoch die Akzeptanz der Corona-Krise und der neuen Normalzustände die einzige Chance den Fortbestand des Unternehmenserfolgs zu gewährleisten. Verallgemeinert kann festgehalten werden, dass sich die Corona-Krise beschleunigend auf die Digitalisierung des Betriebsgeschehens in den befragten Unternehmen auswirkte. Ausstehende Projekte zur Digitalisierung von Prozessen, z. B. zur Kontaktvermeidung zwischen Beteiligten, wurden im Zuge der anhaltenden pandemischen Lage angegangen. Beispielhaft seien hier Self-Check-Ins bzw. Selbstbedienungsterminals anstatt von herkömmlichen Schaltern zur Anmeldung von Lkw genannt. Des Weiteren wurde aus den Interviews ersichtlich, dass mit der Möglichkeit einer verbesserten Datenübertragung innerhalb der Unternehmen Betriebspersonal entlastet und mit anderen Aufgaben vertraut werden konnte. Um der Coronavirus-Ausbreitung entgegenzuwirken erfolgte in einigen Unternehmen die Trennung von Schichten oder Funktionsgruppen („Isolation der Bereiche bzw. Gruppen“). Von besonderer Relevanz ist hierbei die Integration einer digitalisierten Personaleinsatzplanung. Durch das Wissen über die innerbetrieblich stattfindenden Prozesse konnten kritische Bereiche voneinander getrennt werden, um weniger vulnerabel zu sein bzw. überhaupt funktionsfähig zu bleiben.

Generell ist ein erhöhter Bedarf in der Qualifizierung und Weiterbildung des Personals hinsichtlich des Umgangs mit Daten oder mit neuer Soft- sowie Hardware festgestellt worden. Als ein Beispiel können hier Checker-Prozesse auf dem Terminal mittels mobiler Endgeräte genannt werden. Bei der Absicht des Einsatzes von Business Analytics Methoden muss ferner die Datenqualität als Grundlage für Auswertungen ausreichend sein. Bei falschen Einträgen bzw. nicht erfolgter Einträge in Datenbanken können statistische Methoden nicht herangezogen werden.

Doch nicht nur innerhalb der Umschlagunternehmen besteht die Notwendigkeit einer fortschreitenden Digitalisierung, sondern auch zwischen den einzelnen Partnern in den Lieferketten. Im Zuge der Schaffung neuer Schnittstellen mit Partnern und neuen Plattformen wird in Zukunft auch die Harmonisierung und Standardisierung relevanter, um Transparenz und bessere Reaktions- sowie Anpassungsfähigkeiten zu ermöglichen. Um serviceorientiert dem Kunden mit dem aktuellen und künftigen Bedarf an z. B. Daten zu verstehen und bedienen können, muss die Bereitschaft bestehen, sich ständig selbst zu hinterfragen und zu optimieren. Diesbezüglich sind Detailanfragen zu relevanten Vorgängen (z. B. Tracking der Ladeeinheiten auf dem Terminal) zu nennen oder die Mitteilung zu Verspätungen aufgrund von Kranausfällen. Problematisch sind hier die Anforderungen, die sich durch die Verschiedenartigkeit der IT-Systeme der Partner heraus ergeben. Vor allem größere Kunden haben Ansprüche an die Datenverfügbarkeit und Datenqualität, um dadurch auch die eigenen Prozesse zu verbessern. Die Anpassung und Digitalisierung ist hier Voraussetzung um weiterhin im Wettbewerb zu stehen.

Die Zukunftssicherheit der Unternehmen ist eng verbunden mit deren Reaktionsfähigkeit. Von daher ist wichtig sich auf strategischer Ebene mit potentiellen Zukunftstechnologien auseinanderzusetzen und diese in die Überlegungen zur Lösung aktueller Problemlagen mit einfließen zu lassen. Eine weitere Anforderung ist die kapazitive Anpassung der bestehenden Netzanbindung, um zukünftige Datenübertragungsmengen zu gewährleisten.

Bei der Beschaffung eines neuen Krans bietet der Kranhersteller in der Regel auch gleichzeitig die Schnittstelle zum terminaleigenen System als Serviceleistung mit an. Unter Berücksichtigung potentieller Zukunftstechnologien (wie alternativer Antriebe) werden intelligente Ladesteuerungen auf den Terminals an Relevanz gewinnen. Generell wird das Thema der erneuerbaren Energien und deren Einsatz in den KV-Umschlagsbetrieben mehr an Dynamik gewinnen. Darauf müssen die Unternehmen vorbereitet sein und ihre IT-Infrastruktur dementsprechend offen ausgestalten, um möglichst barrierefrei Adaptionen vorzunehmen, beispielsweise für eine intelligente Energiesteuerung. Zur Veranschaulichung seien hier exemplarisch die batterieelektrisch angetriebenen Automated Guided Vehicles (AGV) genannt, die von der Hamburger Hafen und Logistik AG am Containerterminal Altenwerder eingesetzt werden (vgl. HHLA 2021). Wenn der Terminalbetrieb es erlaubt können die AGV die Netzfrequenz des Stromnetzes zu stabilisieren, indem sie entweder überschüssige Energie aus dem Stromnetz aufnehmen oder Energie als Primärregelleistung zurückgeben.

Das Forschungsprojekt "Digitalisierung intermodaler Lieferketten – KV 4.0" im Rahmen der Forschungsinitiative Modernitätsfond (mFUND) zeigt auf, wo die Entwicklung zukünftig hingehen kann. Im Rahmen des Projekts erfolgte die durchgängige Digitalisierung intermodaler Lieferketten. Das Projekt bedient letztlich die Kundenforderungen nach mehr Transparenz in den Lieferketten und stellt gleichzeitig an die partizipierenden Unternehmen die Anforderungen nach Standardisierung und Kooperation, um Informationsflüsse zwischen den Spediteuren, KV-Operateuren, Eisenbahnverkehrsunternehmen und Infrastrukturbetreibern zu verbessern. Durch die Schaffung einer eigenen Schnittstelle mithilfe des EDIGES-Formats können die IT-Systeme an alle Akteure der intermodalen Transportkette an eine Datendrehscheibe angebunden werden. Aufgrund einer Verbesserung der Datenqualität durch automatische Datenaustauschprozesse ist keine manuelle Dateneingabe mehr erforderlich. Ziel des Projekts ist es alle Transportinformationen wie Fahrplan- und Buchungsdaten bis hin zu Terminal- und Zugstatusmeldungen zu teilen. So lassen sich anhand von Echtzeitdaten Aussagen zur Kapazitätsauslastung herleiten. Dieses Beispiel zeigt, dass das Teilen und Verknüpfen von Daten und Informationen verschiedenster Akteure in einer Lieferkette zu mehr Transparenz und Resilienz gegenüber Unwägbarkeiten führt. (vgl. Kombiverkehr 2021; BMVI 2021)

Aus den Interviews konnte ebenfalls entnommen werden, dass sich Terminals mit der Beendigung des technischen Supports ihres TOS auseinandersetzen müssen. Damit werden sie vor die Entscheidung gestellt entweder auf Software eines anderen Anbieters zurückzugreifen oder in Eigenregie ein individuelles TOS zu entwickeln. Für die Entwicklung eines eigenen TOS mag die Unabhängigkeit gegenüber Dritten sprechen, jedoch bedarf es dafür großen Entwicklungsaufwand, den KMU aufgrund mangelnder Personalkapazität und Knowhows oft nicht in der Lage sind zu leisten.

Die Contargo GmbH & Co. KG sah sich ebenfalls aufgrund eines stetigen Wachstums des eigenen Netzwerks vor der Herausforderung eine neue IT-Infrastruktur zu implementieren. Die getätigte Ausschreibung blieb jedoch erfolglos, da die konkreten Anforderungen an die Softwarelandschaft nicht erfüllt werden konnten. Der Entschluss zur Eigenentwicklung ermöglicht Contargo sich fortwährend auf ändernde Rahmenbedingungen agil einzustellen. Gleichzeitig bietet die Verfügbarkeit über den Quellcode langfristige Investitionssicherheit und vermeidet Situationen wie sie Interviewpartner gezeichnet hatten, dass Entscheidungen in sehr kurzen Zeitfenstern zu strategisch wertvollen Aspekten getroffen werden müssen. (vgl. Contargo GmbH & Co. KG 2021).

Ein weiterer Schwerpunkt bei der Entwicklung eines eigenen TOS bestand in der Reduzierung von Komplexität in der Hardware Ausstattung. Es wurde hier auf Standard-Hardwarekomponenten zurückgegriffen, die bei Ausfall schnell zu ersetzen sind. Gleichzeitig erfolgte der Austausch von Standard-PCs an den Self-Check-In-Kiosken hinzu Raspberry Pis. Diese Minicomputer sind bereits vorkonfiguriert und können im Bedarfsfall ohne Notwendigkeit eines Technikers getauscht werden. Ein weiteres Element in der Hardwarebeschaffung unter der Maßgabe einer maximalen Resilienz ist die Auswahl von Komponenten, die auf absehbare Zeit noch lange produziert würden. (vgl. Contargo GmbH & Co. KG 2021)

2.5.2 Handlungsempfehlungen zur Flexibilisierung der Vorgehensmodelle

Aufgrund der in Kapitel 2.5.1 geschilderten äußeren Anforderungen, wie beispielweise durch die Corona-Pandemie eindrucksvoll deutlich geworden ist, ergibt sich die Notwendigkeit der Flexibilisierung der Vorgehensmodelle und dementsprechend der kontinuierlichen Anpassung der IT- und Geschäftsprozesse. Um dies zu ermöglichen, können die Methoden und Werkzeuge aus verschiedenen Wissenschaften verwendet und mit dem Vorgehensmodell kombiniert werden. Im Folgenden werden die vielversprechendsten Ansätze vorgestellt und auf den konkreten Anwendungsfall von KMU im Bereich des KV bezogen. Dabei gilt prinzipiell, dass die Frameworks und Vorgehensmodelle desto flexibler durch KMU eingesetzt werden können, je domänenspezifischer sie gestaltet sind (vgl. Küller et al. 2012). Dementsprechend bietet das in

diesem Vorhaben erstellte Framework für KMU im KV eine sehr gute Grundlage für die Flexibilisierung. Wichtig ist hier noch, dass die Methoden und Tools möglichst einfach und leicht anzuwenden gestaltet sind (vgl. Küller et al. 2012).

Die fortlaufende Anpassung an neue Anforderungen der Umgebung und die flexible Reaktion auf Störeinflüsse sind zentrale Eigenschaften bei der agilen Softwareentwicklung. Diese hat sich im letzten Jahrzehnt immer weiter durchgesetzt und wird nun von Softwareunternehmen unterschiedler Größe und Ausrichtung eingesetzt. O'Sheedy und Sankaran (2013) haben in ihrer Studie das Thema agiles Projektmanagement untersucht, was die Grundlagen des traditionellen Projektmanagements mit modernen agilen Entwicklungswerkzeugen und -techniken verbindet. Ziel dieser Untersuchung war es, herauszufinden, ob die in der Softwareentwicklung bereits verwendeten Konzepte auch in einem anderen Bereich, nämlich dem des Projektmanagements, eingesetzt werden können. Als Grundlage für die Projektmanagementprozesse und -verfahren wurde das PMBOK gewählt und agile Komponenten, vor allem aus Scrum und Extreme Programming, zu einem Stil verschmolzen, der auf die Forschungsfragen angewendet wurde. Am Ende der Studie wurde ein endgültiges Framework für das agile Projektmanagement erstellt, das aus vier Phasen besteht: Initiierungsphase (Auseinandersetzung mit den Zielen), Planungsphase (Konzentration auf das Projekt-Backlog), Ausführungs- und Kontrollphase (Betrachtung iterativer Projektzyklen) und Abschlussphase (Arbeit an den Projektergebnissen).

Dieses Framework wurde über einen Zeitraum von mehreren Monaten bei KMU im IT-Umfeld getestet, indem es für die Verwaltung mehrerer Projekte eingesetzt wurde. In dieser Zeit hat sich gezeigt, dass das Framework für das Management von IT-Projekten von Nutzen ist. Einer der Vorteile bestand darin, dass es die Einführung von Projektänderungen Projektanforderungen zu erleichtern, selbst in fortgeschrittenen Phasen der Implementierung. Außerdem bot es eine Reihe von Prozessen für die Verwaltung von Projekten in einem KMU-Umfeld, die flexibel und unbürokratisch war, aber dennoch angemessene angemessenen Verfahren zur Steuerung und Kontrolle der Projekte. (vgl. O'Sheedy und Sankaran 2013)

Aufgrund der sehr hohen Ähnlichkeit der Anwendungsfälle von O'Sheedy und Sankaran (2013), welche IT-Projekte im KMU-Umfeld betrachtet haben, zu den in diesem Projekt fokussierten Unternehmen und Fragestellungen, kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse zu großen Teilen übertragbar sind.

Zur Nutzung des Frameworks haben O'Sheedy und Sankaran (2013) weiterhin einige Vorschläge entwickelt. Folgende Punkte können davon auch für die Prozesse und IT-Strukturen von KV-Terminals angewendet werden:

- Die Unterstützung der Geschäftsinhaber, insbesondere in einem KMU-Umfeld, ist erforderlich

- Agilität ist kein Allheilmittel und muss als Werkzeug in einem geeigneten Umfeld eingesetzt werden.
- Das Framework bzw. das Vorgehensmodell muss an die Unternehmensstruktur und -kultur angepasst werden, um möglichst effizient zu arbeiten.
- Kleine Teams arbeiten am besten in einer agilen Umgebung, obwohl Teams für größere Projekte durch Hinzufügen zusätzlicher Teams skaliert werden können

Zusätzlich zur agilen Anwendung des Frameworks kann es hilfreich sein, in regelmäßigen Abständen und bei wichtigen Veränderungen im Unternehmensumfeld die strategische Ausrichtung des Unternehmens und damit die operativen Prozesse sowie den notwendigen Handlungsbedarf zu überprüfen. Eine dafür geeignete Methode ist die SWOT-Analyse. Sie ist wohl eines der bekanntesten Management-Tools. Sie kann grundsätzlich immer dann eingesetzt werden, wenn Stärken und Schwächen einer organisationalen Einheit im Verhältnis zum relevanten Umfeld analysiert und beurteilt werden sollen. Beispiele solcher Einheiten wären etwa ein Unternehmen, eine Business Unit, ein Profit Center, das Marketing, die Produktion oder das Human Resource Management. Dabei stellt sich die Frage, welche Möglichkeiten der untersuchten Einheit zur Verfügung stehen, um Chancen des Umfelds mittel- bis langfristig zu nutzen und Risiken erfolgreich zu managen. Gegebenenfalls muss auch diskutiert werden, wie die eigenen strategischen Voraussetzungen gestärkt werden können. Aus den gewonnenen Einsichten werden dann strategische Optionen abgeleitet und allenfalls operativer Handlungsbedarf festgestellt. (vgl. Künzli 2012)

Eine andere geeignete Methode zur Flexibilisierung des Vorgehensmodells ist das Self-Assessment. Göbel et al. (2013) definieren eine Assessment-Methode als eine Methode zum Vergleich der aktuellen Prozesse einer Organisation mit einem definierten Satz von "Best Practice"-Prozessen. Beispiele für allgemeine Assessment-Methoden sind CMMI, IDEAL oder Bootstrap. Eine Self-Assessment-Methode wird intern in einem Unternehmen eingesetzt und sollte nicht zu Marketingzwecken oder zum Benchmarking mit externen Unternehmen verwendet werden. Bewertungen können stattdessen intern von der IT-Service-Organisation selbst als Ausgangspunkt für die Selbstverbesserung, für Benchmarking- und Bewertungsaktivitäten sowie für die Steuerung der Verbesserungsbemühungen einer Organisation verwendet werden. Das Ziel ihrer Untersuchung bestand darin, eine agile Self-Assessment-Methode für das IT Service-Management (ITSM) bei KMU zu entwickeln. Die Methode hat zum Ziel, Praktiker im ITSM-Bereich und in KMU zu unterstützen und anzuleiten. Die agile Methode für die ITSM-Selbstbewertung besteht aus vier Schritten. Die Schritte der Methode wurden durch den PDCA-Zyklus (Plan Do Check Act) inspiriert. Im ersten Schritt wird das Self-Assessment vorbereitet. Dabei werden insbesondere die Zuständigkeiten an die Mitarbeiter verteilt und der oder die

Bereiche, die betrachtet werden sollen, ausgewählt. Weiterhin muss entschieden werden, um die Methode von einem einzigen Team oder von mehreren Teams durchgeführt werden soll. Mehrere Teams erhöhen die Gültigkeit der Bewertung aber auch die Komplexität. Im zweiten Schritt wird das eigentliche Self-Assessment durchgeführt, dessen Ergebnisse analysiert und über die durchzusetzenden Ziele entschieden. Im dritten Schritt werden die Schritte zur Erreichung der beschlossenen Ziele umgesetzt und im vierten Schritt werden deren Auswirkungen bewertet. Basierend auf dieser Bewertung wird der Zyklus erneut durchlaufen, solange bis die gewünschten Effekte erreicht worden sind oder eine weitere Verbesserung nicht wahrscheinlich scheint.

Eine weitere Möglichkeit für KV-Terminals, sich flexibel an geänderte Umgebungsanforderungen anzupassen, liegt häufig in einem hohen Digitalisierungsgrad. Insbesondere durch modulare und anpassbare Systeme, gut geeignete Schnittstellen zu verbundenen Unternehmen und eine hohe Datentransparenz können sich ändernde Anforderungen gut in die eigenen Prozesse und IT-Strukturen übernommen werden.

2.6 AP 6: Integration des Gesamt-Referenzprozessmodells

In AP 6 erfolgte die Zusammenführung der verschiedenen Vorgehensmodelle zu einem Gesamt-Referenzprozessmodell. Zunächst wird auf das Zusammenwirken der einzelnen Vorgehensmodelle in einem integrierten Referenzprozessmodell eingegangen, anschließend auf die Anwendung.

2.6.1 Zusammenwirken der Vorgehensmodelle

Um die Schaffung eines abgestimmten IT-Gesamtsystems zu unterstützen, bedarf es eines einfachen und kostenarmen Vorgehensmodells. An diesem Modell können sich KMU orientieren, um erforderliche Schritte in vertretbarer Zeit eigenständig durchzuführen. Das Referenzprozessmodell umfasst dafür insgesamt fünf Teilmodelle. In Abbildung 19 sind diese fünf Bestandteile dargestellt, wobei exemplarisch identifizierte Werkzeuge und Methoden aus den einzelnen AP abgebildet sind. Aus dieser Zusammenführung wird der generische Charakter deutlich.

Als Basis des Modells ist zunächst die Erhebungsphase der unternehmenseigenen Prozesse hervorzuheben. Es wird dazu die Verwendung eines Tools zur Prozessvisualisierung sowie eine Modellierungsmethode nahegelegt, die jeweils einfach in der Handhabung sind. Diese Aufbereitung der Geschäftsprozesse ist wesentlich, um die zugehörigen Anwendungslandschaften im Sinne der Softwarekartographie zu verorten. Clusterkarten unterstützen bei der Auswertung der Ist-Landschaften und können je nach Bedarf der Terminals durch die Ein- und Ausblendung verschiedener Cluster an die terminalspezifischen Funktionsbereiche sowie mittels Schichten an den angestrebten Informationsgehalt angepasst werden. Dieses Vorgehen unterstützt bei der folgenden Definition einer Ziel-Landschaft. Dies geschieht unter Beachtung von terminalspezifischen Belangen und unter Zuhilfenahme unterschiedlicher Reifegradmodelle zum Thema Digitalisierung. So ist der unternehmensspezifische Handlungsbedarf festzustellen, zu kategorisieren und eine potentielle Ziel-Landschaft zu erstellen. Best-Practice Beispiele zeigen Zielvisionen auf und verdeutlichen notwendige Transformationsschritte. Passende Priorisierungen bei der Erstellung der Ziel-Landschaft, aber auch die Unterteilung in Übergangsschritte bzw. Soll-Landschaften, welche entweder über Eigenentwicklungen oder Fremdbezug generiert werden können, sind wichtiger Bestandteil der Modelle.

Diese Ziel- sowie Soll-Landschaften sind dabei kontinuierlich zu überprüfen, um bedarfsgerechte Aktualisierungen zu identifizieren. Nicht zuletzt hat die Corona-Pandemie eindrucksvoll gezeigt, wie notwendig die Flexibilisierung von Vorgehensmodellen ist. Durch Anpassungen in der Organisation, insbesondere durch das Bestimmen und Vergeben von neuen Rollen, werden neue

Potentiale für das IT-Management geschaffen und auch die Reaktionsfähigkeit des Unternehmens erhöht.

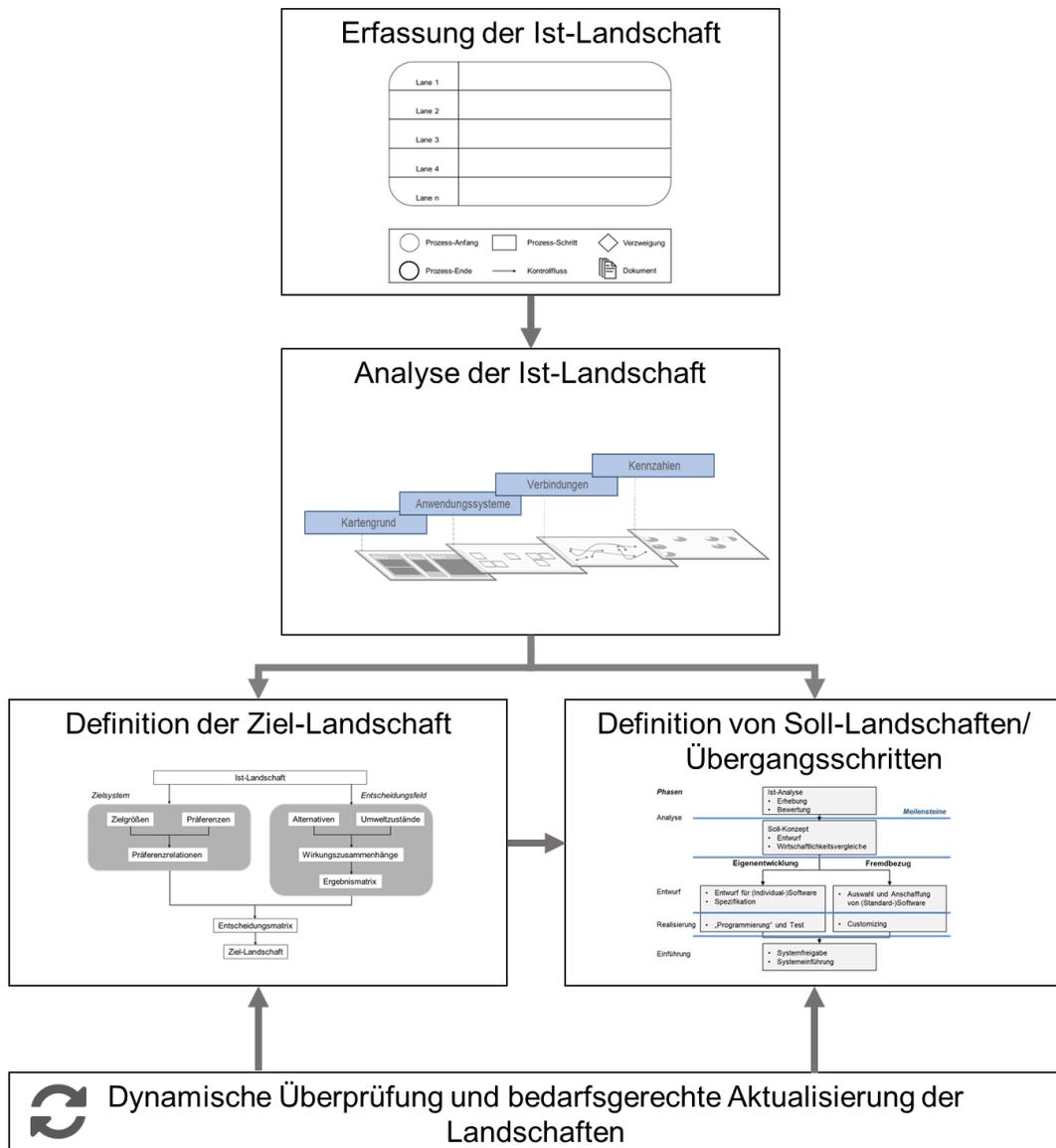


Abbildung 19: Zusammenwirken der einzelnen Vorgehensmodelle der Arbeitspakete in einem integrierten Referenzprozessmodell (eigene Darstellung)

2.6.2 Anwendung des Gesamt-Referenzprozessmodells

Nutzen wird durch die Anwendung des Modells generiert, indem die KMU die Geschäfts- und IT-Prozesse selbstständig dokumentieren und Schwachstellen und Engpässe identifizieren. Die Anwendung des Modells lässt zudem eine erhöhte Agilität, Flexibilität sowie strategische Beherrschbarkeit der Anwendungslandschaft von KMU erwarten. Zukünftig gilt es das Referenzprozessmodell und die Vorgehensweise bei seiner Anwendung weiter zu optimieren. Zusätzliche Informationen zur Umsetzbarkeit sind dafür von der Forschungsstelle zu sammeln.

Für KMU folgen abhängig vom individuellen Ausgangszustand der IT-Landschaft und von den definierten Zielen unterschiedliche Kosten und Dauern bei der Umsetzung. Bei der Anwendung des Modells entstehen neben Kosten für etwaigen Neuinvestitionen für IT-Systeme vor allem auch Kosten für die KMU durch die aufgewendete Arbeitszeit. Das volle Potential des Referenzprozessmodells kann nur ausgenutzt werden, wenn die jeweiligen Unternehmen, die durch das Modell vordefinierten Positionen schaffen und besetzen, um jeweilige Zuständigkeiten genau zuordnen zu können.

Zudem kann davon ausgegangen werden, dass die Umsetzungsdauer im laufenden Betrieb höher ausfallen wird als bei der Erstellung eines unabhängigen und zukünftigen Systems. Im laufenden Betrieb ist eine modulare Anpassung von Systemen zweckmäßig, um die Funktionalität des Gesamtsystems sicherzustellen. Die Anwendung des Referenzprozessmodells zielt auf die Integration von bereits bestehenden (Teil-)Systemen ab. Für geplante, zukünftige Umgebungen kann die IT-Landschaft mithilfe des Modells ausführlich geplant und getestet sowie einzelne Systeme einander angepasst werden.

3 Fortschreibung des Plans zum Ergebnistransfer

Im Folgenden werden die Maßnahmen zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft als tabellarische Übersichten dargestellt. Tabelle 6 zeigt die im Zuge der Projektlaufzeit realisierten Transfermaßnahmen. Zusätzlich sind ebenfalls in Abschnitt 3.2 die veröffentlichten bzw. zur Veröffentlichung eingereichte Arbeiten angegeben sowie auch die im Zuge des Projektes durchgeführten studentischen Arbeiten. In Tabelle 7 werden darüber hinaus die geplanten bzw. in der Umsetzung befindlichen Maßnahmen beschrieben.

3.1 Einschätzungen zur Realisierbarkeit des Transferkonzepts

Ein Vergleich der mit dem Projektantrag vorgelegten Maßnahmen zum Ergebnistransfer zeigt, dass ein Teil der geplanten Maßnahmen bereits umgesetzt worden ist. Aufgrund der während des Berichtszeitraumes herrschenden aktuellen Beschränkungen im Zusammenhang mit der Covid-19-Pandemie war die Planung und Umsetzung geplanter Vor-Ort-Termine bzw. Maßnahmen in Präsenz erschwert bis nicht durchführbar, sodass die Durchführung der Termine der Situation angepasst werden musste. Dabei wurden als Ersatz dienende Telefonate und interaktiv gestaltete Online-Meetings genutzt, um auch bei fernmündlicher Teilnahme den Anforderungen zu entsprechen.

Für die auch aus oben genannten Gründen noch „offenen“ bzw. nicht abgeschlossenen Transfermaßnahmen sind keine einschlägigen Gründe bekannt, die der angedachten Realisierung im Wege stehen könnten.

3.2 Realisierte und geplante Maßnahmen zum Ergebnistransfer

Transfermaßnahmen während der Projektlaufzeit:

Tabelle 6: Realisierte Transfermaßnahmen

Maßnahme	Ziel	Ort/Rahmen	Datum/ Zeitraum	Fortschreibung
A Projektbegleitender Ausschuss (PA)	Information der PA-Mitglieder und Diskussion der Untersuchungsergebnisse.	A1 Vorstellung des Projektes und der geplanten Aufgaben, im Anschluss Diskussion.	Beginn der Projektlaufzeit	Durchführung PA (digitale Sitzung) im Juli 2020.
		A2 Zwischenpräsentation der Ergebnisse.	Mitte der Projektlaufzeit	Durchführung PA (digitale Sitzung) im August 2021.
		A3 Abschlusspräsentation, Diskussion der Ergebnisse und Absprache weiterer Transfermaßnahmen.	Ende der Projektlaufzeit	

B Besuchte Veranstaltungen	Gezielte Ansprache potenziell interessierter Unternehmen auch außerhalb des PA bei Veranstaltungen. Die Forschungs- ergebnisse werden fortlaufend diskutiert (auch projektextern).	B1 Austausch über die Ergebnisse bei Veranstaltungen für Umschlag- terminals und den Kombinierten Verkehr.	verschiedene	Ein Austausch erfolgte beim 5. TerminalTag 2019 der SGKV. Ein Austausch erfolgte beim 6. TerminalTag 2021 der SGKV. Vortrag und Austausch bei der Hamburg International Conference of Logistics (HICL) 2020.
C Internetdarstellung	Veröffentlichung aktueller Ergebnisse und Neuigkeiten online.	C1 Veröffentlichung auf der institutseigenen Homepage unter www.tu- harburg.de/mls C2 Veröffentlichung auf den Homepages des PA.	fortlaufend	Eine Internet- darstellung wurde auf der aktuellen institutseigenen Homepage unter www.tuhh.de/mls realisiert.
D Wissenschaftliche Publikationen	Veröffentlichung von (Teil)- Ergebnissen des Forschungs- projektes als Beitrag in Fach- zeitschriften oder sonstigen gedruckten Veröffentlichungen.	D1 Einreichung von Artikeln bei Fachzeitschriften für Logistik. D2 Einreichung von Artikeln für Konferenzbände.	Mitte bis Ende der Projektlaufzeit	Einreichung und Veröffentlichung eines Artikels zu „Modelling the IT and Business Process Landscapes at Inland Intermodal Terminals“ bei der Hamburg International Conference of Logistics (HICL) 2020. https://tore.tuhh.de/ handle/11420/8049
E Fachtagungen	Veröffentlichung von (Teil)- Ergebnissen des Forschungs- projektes bei Fachtagungen.	E1 Vorträge im Rahmen von einzelnen Veranstaltungen der 36 regionalen Logistikinitiativen in Deutschland und Tagungen der regionalen Industrie- und Handelskammern sowie der	Mitte bis Ende der Projektlaufzeit	geplant

		Berufsverbände und -vereinigungen.		
F Gremienarbeit	Mitarbeiter der Forschungsstelle sind Mitglieder in verschiedenen Gremien, die mehrmals pro Jahr tagen, so dass Ergebnisse bereits während der Laufzeit präsentiert und kritisch diskutiert werden können.	<p>F1 FILOG e.V., Prof. Jahn ist Vorsitzender des Beirats der Forschungsgemeinschaft Innovative Logistik e.V.</p> <p>F2 DEMAKO e.V., Prof. Jahn ist Vorsitzender des Vorstandes des Deutschen Maritimen Kommunikationsverbands e.V.</p> <p>F3 FSP LuM, Prof. Jahn ist Sprecher des Forschungsschwerpunktes Logistik und Mobilität der TU Hamburg</p> <p>F4 DGON e.V., Prof. Jahn ist Leiter der Schiffahrtskommission der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation e.V.</p> <p>F5 STG e.V., Prof. Jahn ist Vorstandsberater in der Schiffbau-technischen Gesellschaft e.V.</p>	Mitte bis Ende der Projektlaufzeit	<p>Prof. Jahn hat bei regelmäßigen Treffen von verschiedenen Gremien von dem Projekt berichtet und sich mit Experten aus Wissenschaft und Praxis dazu ausgetauscht.</p> <p>In Q1 2022 ist eine Veröffentlichung im hochschulinternen Newsletter zu erfolgreichen Drittmittelprojekten geplant.</p>
G Akademische Lehre	Übernahme der Ergebnisse in die akademische Lehre.	<p>G1 Aufnahme in die Vorlesungsreihen „Transport- und Umschlagtechnik“, „Maritimer Transport“ und „Hafenlogistik“ der TU Hamburg</p> <p>G2 Mitarbeit studentischer Hilfskräfte</p> <p>G3 Anfertigung von Studien-/Projekt-/Abschlussarbeiten</p>	<p>Mitte bis Ende der Projektlaufzeit</p> <p>kontinuierlich</p> <p>kontinuierlich</p>	<p>Die Aufnahme in die Vorlesung „Transport- und Umschlagtechnik“ ist erfolgt.</p> <p>Mitarbeit durch studentische Hilfskräfte seit Dezember 2019. Es wurden insgesamt vier Arbeiten betreut.</p>

H	Vorbereitung von Normungs- und Standardisierungsprozessen.	H1 Mitarbeit bei Gremien zur Festlegung von Richtlinien, wie z. B. Verein Deutscher Ingenieure (VDI) oder Gesellschaft für Informatik (GI)	Mitte bis Ende der Projektlaufzeit	geplant
----------	--	---	------------------------------------	---------

Geplante spezifische Transfermaßnahmen nach Abschluss des Vorhabens:

Tabelle 7: Geplante bzw. in der Umsetzung befindliche Transfermaßnahmen

Maßnahme	Ziel	Ort/Rahmen	Datum/ Zeitraum	Fortschreibung
I Pressemitteilungen	Eine umfassende Verbreitung der Ergebnisse an verschiedene Fachmedien.	I1 Aufnahme in den Newsletter des angeschlossenen Fraunhofer CML I2 Versand der Pressemitteilung u. a. an Fachzeitschriften für Betreiber von Umschlagterminals	nach Projektende	2022
J Vereine/Verbände	Eine umfassende textliche Aufarbeitung der Ergebnisse zur nationalen Verbreitung.	J1 Versand einer textlichen Aufarbeitung an Vereine / Verbände	nach Projektende	2022
K KMU-Beratung	Begleitung von Anwendungsfällen der Ergebnisse bei KMU.	K1 Transfer der Ergebnisse in die betriebliche Praxis der Umschlagterminals	nach Projektende	2022
L Akademische Lehre	Übernahme der Ergebnisse in die akademische Lehre.	L1 Übernahme der Ergebnisse in die Vorlesungsreihen „Transport- und Umschlagtechnik“, „Maritimer Transport“ und „Hafenlogistik“ der TU Hamburg	nach Projektende	2022
M Forschungsbericht online	Ergebnistransfer in die Wirtschaft.	M1 Bereitstellung des Abschlussberichts frei zugänglich auf der Institutswebseite unter www.tu-hamburg.de/mls	nach Projektende	2022

Veröffentlichte Arbeiten

Grafelmann, Michaela; Zlotos, Constantin; Lange, Ann-Kathrin und Jahn, Carlos (2020). Modelling the IT and Business Process Landscapes at Inland Intermodal Terminals. *HICL 2020*. 159-179. [[Abstract](#)] [[doi](#)] [[BibTex](#)]

Durchgeführte studentische Arbeiten

- Masterarbeit
 - Entwicklung einer Architektur für IT- und Geschäftsprozesse von Umschlagterminals, vorgelegt von Constantin Zlotos, Dezember 2020

- Bachelorarbeiten
 - Entwicklung eines Klassifikationsschemas für die Literatur zum Unternehmensarchitekturmanagement bei logistischen Knoten, vorgelegt von Nils Otto, Februar 2020
 - Entwicklung einer generischen Darstellung der operativen und administrativen Unternehmensprozesse an Umschlagterminals, vorgelegt von Victoria Wika, Mai 2020

- Projektarbeit
 - Methoden und Modelle zur Beschreibung und Gestaltung von Anwendungslandschaften von Umschlagterminals, vorgelegt von Veronica Evers, Johannes Freimuth und Nicolai Ruschmeyer, Mai 2020

4 Angaben zu den aus der Zuwendung finanzierten Ausgaben

Zur Durchführung des Vorhabens hat die Forschungsstelle über die Projektlaufzeit insgesamt 48 Personenmonate wissenschaftlich-technisches Personal anteilig in den einzelnen AP eingesetzt. Dieses wurde zeitweise durch studentische Hilfskräfte in einzelnen AP unterstützt. Geräte wurden nicht beschafft. Leistungen Dritter wurden nicht in Anspruch genommen.

Literaturverzeichnis

- Aarabi, M.; Saman, M.; Wong, K.; Beheshti, H.; Hemdi, A. (2011): The Effect of Enterprise Architecture for Enterprise Resource Planning in Small and Medium Enterprises: a Review and Research Direction. In: *International Conference on Industrial Engineering and Service Science (IESS)* 2011.
- Abel-Koch, Jennifer; Al Obaidi, Leath; El Kasmi, Sabrina; Fernández Acevendo, Miqueö; Morin, Laetitia; Topczewska, Anna (2019): Going Digital. The Challenges Facing European SMEs. Hg. v. Bank Gospodarstwa Krajowego, Bpifrance, British Business Bank, Instituto de Crédito Oficial und KfW Bankengruppe.
- Ballis, Athanasios; Golias, John (2002): Comparative evaluation of existing and innovative rail-road freight transport terminals. In: *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 36 (7), S. 593–611.
- Bernaert, Maxime; Poels, Geert; Snoeck, Monique; Backer, Manu de (2014): Enterprise Architecture for Small and Medium-Sized Enterprises: A Starting Point for Bringing EA to SMEs, Based on Adoption Models. In: *Information Systems for Small and Medium-sized Enterprises*: Springer, Berlin, Heidelberg, S. 67–96. Online verfügbar unter https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-38244-4_4.
- Bernaert, Maxime; Poels, Geert; Snoeck, Monique; Backer, Manu de (2016): CHOOSE: Towards a metamodel for enterprise architecture in small and medium-sized enterprises. In: *Inf Syst Front* 18 (4), S. 781–818. DOI: 10.1007/s10796-015-9559-0.
- Binner, Hartmut F. (2002): Prozessorientierte TQM-Umsetzung. 2., verb. und aktualisierte Aufl. München, Wien: Hanser (Hanser Lehrbuch).
- Birkner, Guido (2019): Die Digitalisierung in KMU soll klein anfangen. In: *F.A.Z.-Personal-journal*, 12.06.2019. Online verfügbar unter <https://www.faz-personaljournal.de/ausgabe/03-2019/die-digitalisierung-in-kmu-soll-klein-anfangen-1206/>, zuletzt geprüft am 21.06.2021.
- Bischoff, Jürgen; Taphorn, Christoph; Hegmanns, Tobias; Prasse, Christian; Braun, Stefan; Guth, Michael (2015): Erschließen der der Potenziale der Anwendung von "Industrie 4.0" im Mittelstand. Studie beauftragt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Unter Mitarbeit von Manfred Fellbaum, Alexander Goloverov, Denise Wolter, Nomo Braun, Stefan Ludwig, Michael Henke et al. Hg. v. agiplan GmbH. Fraunhofer IML; ZENIT GmbH. Mülheim an der Ruhr.
- BMVI (2021): Digitalisierung intermodaler Lieferketten durch die Entwicklung einer gemeinsamen Datendrehscheibe zur informationstechnischen Abbildung der gesamten physischen Transportkette – KV 4.0. Online verfügbar unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/DG/mfund-projekte/kv4.html>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.
- Borell, Nicki (2016): Das Industrie 4.0 Arbeitsbuch. Sind Digitalisierung, Industrie 4.0 und Disruption unterschiedliche Dinge?! Hamburg: tredition.
- Böse, Jürgen W. (2007): Planungsinstrumente zur Realisierung von Prozeßinnovationen mit Beispielen aus der Verkehrslogistik: Zugl.: Hamburg, Univ., Diss, 2006. Aachen: Shaker (Schriften zur quantitativen Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik).

- Breitner (2012): Vorgehensmodell. Online verfügbar unter <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/is-management/Systementwicklung/Vorgehensmodell>, zuletzt aktualisiert am 2012, zuletzt geprüft am 10.12.2021.
- Brockhaus, Carsten Philipp; Bischoff, Thore Sören; Haverkamp, Katarzyna; Proeger, Till; Thonipara, Anita (2020): Digitalisierung von kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland - ein Forschungsüberblick. Unter Mitarbeit von Ifh Göttingen.
- Broy, Manfred; Kuhrmann, Marco (2021): Einführung in die Softwaretechnik. 1. Aufl. 2021. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg (Xpert.press).
- Buckl; Ernst; Lankes; Matthes (2008): Enterprise Architecture Management Pattern Catalog. Technischer Bericht TB0601. Hg. v. Technische Universität München, Institut für Informatik, Lehrstuhl für Informatik 19. München. Online verfügbar unter <https://www.matthes.in.tum.de/file/11v2c1tl6ism3/Sebis-Public-Website/Publications/EAMPatternCatalogV1.0.pdf>.
- Buckl; Ernst; Matthes; Ramacher; Schweda (2009): Using Enterprise Architecture Management Patterns to Complement TOGAF. In: 2009 13th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference. EDOC 2009 ; Auckland, New Zealand, 01 - 04 September 2009. 2009 IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC). Auckland, New Zealand, 9/1/2009 - 9/4/2009. IEEE Communications Society; Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE Computer Society. Piscataway, NJ: IEEE, S. 34–41.
- Buckl, S.; Ernst, A. M.; Lankes, J.; Matthes, F.; Schweda, C. M.; Wittenburg, A. (2007): Generating visualizations of enterprise architectures using model transformations. In: *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures-An International Journal* 2 (2).
- Buhl, Reiner; Schwientek, Anne (2016): Terminal operating systems 2016. An international market review of current software applications for terminal operators. Hg. v. Carlos Jahn. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. Online verfügbar unter <http://www.bookshop.fraunhofer.de/buch/terminal-operating-systems-2016/246038>.
- Bundesagentur für Arbeit (2021): BERUFENET. Berufsinformationen einfach finden. Fachinformatiker/in - Systemintegration, zuletzt aktualisiert am 07.12.2021, zuletzt geprüft am 07.12.2021.
- Bundesverband öffentlicher Binnenhäfen e.V. (2016): Mitglieder. Online verfügbar unter <http://www.binnenhaefen.de/der-verband/mitglieder/>, zuletzt geprüft am 10.12.2021.
- Camco Technologies (2021): GEN3 OCR camera portal with integrated controller and PoE cameras. Online verfügbar unter <https://www.camco.be/products/ocr-camera-portal/>.
- CONROO (2021): conroo – unlock potential. Online verfügbar unter <https://conroo.com/>, zuletzt aktualisiert am 09.12.2021, zuletzt geprüft am 09.12.2021.
- Contargo GmbH & Co. KG: NACHHALTIGKEITSBERICHT 2018. Online verfügbar unter <https://www.contargo.net/assets/pdf/infodownload/publications/NHB-2018-DE-interaktiv.pdf>, zuletzt geprüft am 10.12.2021.
- Contargo GmbH & Co. KG (2021): Digitalisierung bei Contargo. Online verfügbar unter <https://contargo.pageflow.io/it#165455>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.

- Cooper; G., Robert; Edgett, Scott; J., Scott; Kleinschmidt, Elko; J., Elko (2001): Portfolio Management for New Products. In:., Bd. 14, S. 382.
- DAKOSY Datenkommunikationssystem AG (2021): Port Community System - DAKOSY Datenkommunikationssystem AG. Online verfügbar unter <https://www.dakosy.de/en/solutions/cargo-communications/port-community-system>, zuletzt aktualisiert am 20.09.2021, zuletzt geprüft am 20.09.2021.
- Davies; Principal: Container terminal reservation systems. In:.. Online verfügbar unter <https://www.dtci.ca/wp-content/uploads/2011/10/container-reservation-systems-web.pdf>.
- Deutsche GVZ-Gesellschaft mbH (DGG) (2016): GVZ-Standorte. Online verfügbar unter <https://www.gvz-org.de/de/g%C3%BCterverkehrscentren/gvz-standorte/>, zuletzt geprüft am 10.12.2021.
- Douaioui, Kaoutar; Fri, Mouhsene; Mabrouki, Charif; Semma, El Alami (2018): Smart port: Design and perspectives. In: 2018 4th International Conference on Logistics Operations Management (GOL). 2018 4th International Conference on Logistics Operations Management (GOL). Le Havre, 10.04.2018 - 12.04.2018: IEEE, S. 1–6.
- Eichentopf, Hendrik-Emmanuel (2021): Ein digitaler Schub für den KV. SGKV TerminalTag 2021. Online verfügbar unter https://sgkv.de/wp-content/uploads/2021/11/Modility_04_11_2021.pdf.
- Ernst, Alexander M.; Lankes, Josef; Schweda, Christian M.; Wittenburg, Andre (2006a): Tool Support for Enterprise Architecture Management - Strengths and Weaknesses. In: 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2006. EDOC '06 ; [16 - 20] Oct. 2006, [Hong Kong, China ; proceedings. 2006 10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference. Hong Kong, 10/16/2006 - 10/20/2006. IEEE Computer Society. Los Alamitos, Calif.: IEEE Computer Society, S. 13–22.
- Ernst, E. M.; Lankes, J.; Schweda C. M.; Wittenburg, A. (2006b): A.: Using Model Transformation for Generating Visualizations from Repository Contents - An Application to Software Cartography. In: *technische Universität München, Institut für Informatik, Lehrstuhl für Informatik 19, Technischer Bericht TB0601*, S. 17.
- Fischer, Thomas; Biskup, Hubert; Müller-Luschnat, Günther (1998): Begriffliche Grundlagen für Vorgehensmodelle. In: *Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung: Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden*, S. 13–31. Online verfügbar unter https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-663-05994-3_1.
- Fraunhofer CML (2021): COOKIE - COntainerdienstleistungen Optimiert durch Künstliche IntelligENZ. Online verfügbar unter <https://www.cml.fraunhofer.de/de/forschungsprojekte1/COOKIE.html>, zuletzt geprüft am 10.12.2021.
- Gadatsch, Andreas (2017): Grundkurs Geschäftsprozess-Management. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Gimenez, Pablo; Llop, Miguel (2020): Interoperability of IoT platforms in the port sector.
- Giuliano, Genevieve; O'Brien, Thomas (2007): Reducing port-related truck emissions: The terminal gate appointment system at the Ports of Los Angeles and Long Beach. In:

- Transportation Research Part D: Transport and Environment* 12 (7), S. 460–473. DOI: 10.1016/j.trd.2007.06.004.
- Göbel; Cronholm; Seigerroth (2013): Towards an agile method for ITSM self-assessment: A Design Science Research Approach. In: *Proceedings of the International Conference on Management, Leadership and Governance (ICMLG2013)*, S. 135–142.
- Goldbeck; Simperler; Konchakova; Höche (2019): A GUIDE TO FIND THE RIGHT BUSINESS MODEL FOR MATERIALS MODELLING SOFTWARE: Zenodo. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/alexandra-simperler/publication/335453110_a_guide_to_find_the_right_business_model_for_materials_modelling_software.
- Gronau (2020): Vorgehensmodelle zur Einführung von Standardsoftware. Online verfügbar unter <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/is-management/Einsatz-von-Standardanwendungssoftware/Vorgehensmodelle-zur-Einfuehrung-von-Standardsoftware/index.html/?searchterm=anwendungssysteme>, zuletzt aktualisiert am 2020, zuletzt geprüft am 10.12.2021.
- Gronau, Norbert (o. A.): Architekturen betrieblicher Anwendungssysteme. Aufnahme und Visualisierung von IT-Landschaften.
- Gronau, Norbert (2010): Enterprise resource planning. Architektur, Funktionen und Management von ERP-Systemen. 2., erw. Aufl. München: Oldenbourg (Lehrbücher Wirtschaftsinformatik).
- Hanschke, Inge (2013): Strategisches Management der IT-Landschaft. Ein praktischer Leitfaden für das Enterprise Architecture Management. 3., aktualisierte und erw. Aufl. München: Hanser (Hanser eLibrary). Online verfügbar unter <http://www.hanser-elibrary.com/doi/book/10.3139/9783446435858>.
- Heilig, Leonard; Voß, Stefan (2017): Information systems in seaports: a categorization and overview. In: *Inf Technol Manag* 18 (3), S. 179–201. DOI: 10.1007/s10799-016-0269-1.
- Hervás-Peralta, Miguel; Poveda-Reyes, Sara; Molero, Gemma Dolores; Santarremigia, Francisco Enrique; Pastor-Ferrando, Juan-Pascual (2019): Improving the Performance of Dry and Maritime Ports by Increasing Knowledge about the Most Relevant Functionalities of the Terminal Operating System (TOS). In: *Sustainability* 11 (6), S. 1648.
- HHLA (2021): Strom statt Diesel. Batteriestrom soll künftig die gesamte Flotte automatisierter Containertransporter (AGV) auf dem Terminal Altenwerder antreiben. Online verfügbar unter <https://hlla.de/unternehmen/innovation/forschung-und-foerderung/batterie-agv>, zuletzt geprüft am 14.12.2021.
- Hölzle, Katharina; Kullik, Oliver; Gergeleit, Wiebke; Gerhardt, Fabian; Petzolt, Sophie (2020): Strategie und digitale Transformation. Wie systematisch gehen KMU die digitale Transformation an? Digitalcheck Mittelstand - Reifegradmessung von KMU in der Dimension Strategie. Hg. v. Mittelstand-Digital.
- Hoppenstedt Firmendatenbank (2016), zuletzt geprüft am 14.12.2016.
- Huynh, Nathan; Harder, Frank; Smith, Daniel; Sharif, Omor; Pham, Quyen (2011): Truck Delays at Seaports. In: *Transportation Research Record* 2222 (1), S. 54–62. DOI: 10.3141/2222-07.

- Kaffka, Jan (2013): Kombiniertes Verkehr. In: Verkehrs- und Transportlogistik: Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, S. 253–274.
- Karki, Dhruva (2020): Can you guess how much data is generated every day? In: *Takeo.AI*, 09.11.2020. Online verfügbar unter <https://www.takeo.ai/can-you-guess-how-much-data-is-generated-every-day/>, zuletzt geprüft am 08.12.2021.
- Kersten, Wolfgang; Seiter, Mischa; See, Birgit von; Hackius, Niels; Maurer, Timo (2017): Chancen der digitalen Transformation. Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management. Hamburg: DVV Media Group GmbH.
- Knackstedt, Ralf; Pöppelbuß, Jens; Becker, Jörg (2009): Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen. In: Hans Robert Hansen, Dimitris Karagiannis und Hans-Georg Fill (Hg.): *Business services. Konzepte, Technologien, Anwendungen*. 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, Wien, 25. - 27. Februar 2009. Wien: Österreichische Computer Gesellschaft (246), 535-544, zuletzt geprüft am 11.12.2021.
- Kombiverkehr (2021): AUF DEM WEG ZUR DIGITALEN LIEFERKETTE IM INTERMODALEN VERKEHR. Online verfügbar unter https://www.kombiverkehr.de/de/home/digitalisierungsprojekt_kv_4.0/, zuletzt geprüft am 14.12.2021.
- Krcmar, Helmut (2015a): *Informationsmanagement*. 6., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler. Online verfügbar unter <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-45863-1.pdf>, zuletzt geprüft am 15.12.2021.
- Krcmar, Helmut (Hg.) (2015b): *Informationsmanagement*. 6., überarbeitete Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Gabler.
- Krcmar, Helmut; Buresch, Alexander (2000): IV-Controlling — Ein Rahmenkonzept. In: Helmut Krcmar, Alexander Buresch und Michael Reb (Hg.): *IV-Controlling auf dem Prüfstand. Konzept - Benchmarking - Erfahrungsberichte*. Wiesbaden: Gabler Verlag (Springer eBook Collection Business and Economics), S. 1–19.
- Kuhn (2009): Decrypting the MoSCoW analysis. Online verfügbar unter <http://www.itsmsolutions.com/newsletters/dityvol5iss44.pdf>.
- Küller; Vogt; Hertweck; Grabowski (2012): IT Service Management for Small and Medium-Sized Enterprises: A Domain Specific Approach. In: *Journal of Innovation Management in Small and Medium Enterprises* 2012, S. 17. DOI: 10.5171/2012.475633.
- Künzli (2012): SWOT-Analyse (Zeitschrift Führung+ Organisation 81.02 (2012): 126-129). Online verfügbar unter http://www.clc-consulting.ch/fileadmin/content/swot_analyse_benjamin_kuenzli.pdf.
- L&R Sozialforschung OG (2021): Digitalisierung partizipativ gestalten. Gendergerecht und divers. Online verfügbar unter <https://digitalisierungpartizipativ.at/>.
- Lange, Ann-Kathrin; Schwientek, Anne; Jahn, Carlos (2017): Reducing truck congestion at ports – classification and trends. Unter Mitarbeit von TUHH Universitätsbibliothek.
- Lange, Ann-Katrin; Pirovano, Giovanni; Pozzi, Rosella; Rossi, Tommaso (2014): Development of a Container Terminal Simulation Ontology. In: *SNE Simulation Notes Europe* 24 (2), S. 79–86.

- Lankes, Joscf; Matthes, Florian; Wittenburg, André (2005): Softwarekartographie: Systematische Darstellung von Anwendungslandschaften. In: Otto K. Ferstl (Hg.): Wirtschaftsinformatik 2005. EEconomy, eGovernment, eSociety ; mit 118 Tabellen ; [... 7. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2005 (WI2005), die vom 23. - 25. Februar 2005 an der Universität Bamberg stattfindet. Heidelberg: Physica-Verlag, S. 1443–1462.
- Lanninger; Wendt (2012): Customizing von Standardsoftware. Online verfügbar unter <https://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/wi-enzyklopaedie/lexikon/is-management/Einsatz-von-Standardanwendungssoftware/Customizing-von-Standardsoftware>, zuletzt aktualisiert am 2012.
- Lapalme, James; Gerber, Aurona; van der Merwe, Alta; Zachman, John; Vries, Marne de; Hinkelmann, Knut (2016): Exploring the future of enterprise architecture: A Zachman perspective. In: *Computers in Industry* 79, S. 103–113. DOI: 10.1016/j.compind.2015.06.010.
- Lee, Chung-Yee; Meng, Qiang (Hg.) (2015): Handbook of ocean container transport logistics. Making global supply chains effective. Softcover reprint of the hardcover 1st edition. Cham, Heidelberg: Springer (International Series in Operations Research & Management Science, volume 220).
- Leineweber, Stefan; Wienbruch, Thom; Kuhlenkötter, Bernd (2018): Konzept zur Unterstützung der Digitalen Transformation von Kleinen und Mittelständischen Unternehmen. In: Dominik Matt (Hg.): *KMU 4.0 - digitale Transformation in kleinen und mittelständischen Unternehmen*. [1. Auflage]. Berlin: GITO (Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation), S. 20–39.
- Lindner, Dominic (2019): *KMU im digitalen Wandel. Ergebnisse empirischer Studien zu Arbeit, Führung und Organisation*. Wiesbaden: Springer Gabler (Essentials).
- Lindner, Dominic; Leyh, Christian (2019): Digitalisierung von KMU – Fragestellungen, Handlungsempfehlungen sowie Implikationen für IT-Organisation und IT-Servicemanagement. In: *HMD* 56 (2), S. 402–418. DOI: 10.1365/s40702-019-00502-z.
- Matt, Dominik T.; Unterhofer, Marco; Rauch, Erwin; Riedl, Michael; Brozzi, Riccardo (2018): *Industrie 4.0 Assessment - Bewertungsmodell zur Identifikation und Priorisierung von Industrie 4.0 Umsetzungsmaßnahmen in KMUs*. In: Dominik Matt (Hg.): *KMU 4.0 - digitale Transformation in kleinen und mittelständischen Unternehmen*. [1. Auflage]. Berlin: GITO (Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation), S. 91–112.
- Matthes, F.; Hauder, M.; Katinszky, N. (2014): *Enterprise Architecture Management Tool Survey 2014 Update: Software Engineering for Business Information Systems (sebis)*, Technische Universität München.
- Matthes, Florian (2008a): *Enterprise architecture management tool survey 2008*.
- Matthes, Florian (2008b): Softwarekartographie. In: *Informatik Spektrum* 31 (6), S. 527–536. DOI: 10.1007/s00287-008-0289-2.
- Matthes, Florian; Wittenburg, André (2004): *Softwarekarten zur Visualisierung von Anwendungslandschaften und ihren Aspekten - Eine Bestandsaufnahme*. Online verfügbar unter <https://wwwmatthes.in.tum.de/file/6an8ponfki6j/Sebis-Public->

Website/Publications/040326-MaWi-Statusbericht-Softwarekartographie.pdf, zuletzt geprüft am 13.12.2021.

McIlroy, M. D.; Pinson, E. N.; Tague, B. A. (Hg.) (1978): UNIX Time-Sharing System: Forward.

Müller, Egon; Tawalbeh, Mandy; Hopf, Hendrik (2018): Reifegradbestimmung als Vorstufe der Industrie 4.0-Strategieentwicklung. In: Dominik Matt (Hg.): KMU 4.0 - digitale Transformation in kleinen und mittelständischen Unternehmen. [1. Auflage]. Berlin: GITO (Schriftenreihe der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation), S. 70–90.

Nyhuis, Peter (2008): Entwicklungsschritte zu Theorien der Logistik. In: Peter Nyhuis (Hg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–17.

Odyssey Logistics & Technology (2015): Cargo Appointment System at Ports of Los Angeles and Long Beach - Odyssey Logistics & Technology. Online verfügbar unter <https://www.odysseylogistics.com/cargo-appointment-system/>, zuletzt aktualisiert am 10.12.2021, zuletzt geprüft am 10.12.2021.

O'Sheedy, D.; Sankaran, S. (2013): Agile Project Management for IT Projects in SMEs: A Framework of Success Factors. In: 1835-5269. Online verfügbar unter <https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/26553>.

Österle, Hubert (1995): Entwurfstechniken. 2., verb. Aufl. Berlin: Springer (Business engineering, Bd. 1).

Palmer, Korri (2021): Building a Data Maturity Model + the 4 Stages of Data Maturity. Hg. v. SafeGraph. Online verfügbar unter <https://www.safegraph.com/blog/the-four-stages-of-data-maturity>, zuletzt aktualisiert am 20.01.2021, zuletzt geprüft am 08.12.2021.

Roth, Sascha; Zec, Marin; Matthes, Florian (2014): Enterprise Architecture Visualization Tool Survey 2014. Berlin: epubli GmbH.

Ruile, Herbert V. (2018): Efficiency of multi-modal Hinterland Terminals.

SafeGraph (2021): Data Maturity Model. Hg. v. SafeGraph. Online verfügbar unter <https://resources.safegraph.com/datamaturity/data-maturity-model?lx=tPJiEs>, zuletzt aktualisiert am 07.12.2021, zuletzt geprüft am 07.12.2021.

Saxe, Sebastian; Baumöl, Ulrike (2016): Digitalisierung @ Hamburg Port Authority (HPA) - Herausforderungen, Potenziale und der Weg zur Umsetzung. In: CON 28 (4-5), S. 254–261. DOI: 10.15358/0935-0381-2016-4-5-254.

Saxe, Sebastian; Jahn, Carlos (Hg.) (2017): Digitalization of seaports - visions of the future. Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen; Fraunhofer IRB-Verlag. Stuttgart: Fraunhofer Verlag. Online verfügbar unter <http://www.bookshop.fraunhofer.de/buch/digitalization-of-seaports-visions-of-the-future/247608>.

Scharch (2016): Vorgehensmodelle in der Software-Entwicklung. In: *Arbeitspapiere WI* (Nr. 4/2016).

Schnelle, Johannes; Schöpfer, Henning; Kersten, Wolfgang (2021): Corona: Katalysator für Digitalisierung und Transparenz? : Eine Studie über die Auswirkungen der Pandemie. DOI: 10.15480/882.3805.

- Schwientek, Anne; Lange, Ann-Kathrin; Holzner, Markus; Thomsen, Margit; Jahn, Carlos (2018): Integrating layout planning and simulation for logistic nodes. In: *Hamburg International Conference of Logistics (HICL)* 2018, S. 21–39.
- Sisense (2021): Data Maturity | Sisense. Online verfügbar unter <https://www.sisense.com/glossary/data-maturity/>, zuletzt aktualisiert am 29.03.2021, zuletzt geprüft am 08.12.2021.
- Stahlknecht, Peter; Hasenkamp, Ulrich (2005): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. 11., vollst. überarb. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch). Online verfügbar unter <http://www.mylibrary.com?id=61589>.
- Steinhilper, Rolf; Köhler, Daniel C. F.; Oechsle, Oliver (2011): Wertschöpfende Produktionslogistik. Status Quo, Trends und Handlungsansätze zur Gestaltung der Produktionslogistik in KMU. Stuttgart: Fraunhofer-Verl.
- Tiemeyer, Ernst (2008): IT-Projektportfoliomanagement — Konzepte und praktische Lösungen. In: *HMD* 45 (2), S. 43–52. DOI: 10.1007/BF03341192.
- Verband deutscher Verkehrsunternehmen (2016): Mitgliedersuche. Online verfügbar unter <https://www.vdv.de/mitgliedersuche.aspx>, zuletzt geprüft am 10.12.2021.
- von Ahsen, Anette; Heesen, Marcel; Kuchenbuch, André (2013): Grundlagen der Bewertung von Innovationen im Mittelstand. In: Anette von Ahsen (Hg.): Bewertung von Innovationen im Mittelstand. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 1–38, zuletzt geprüft am 15.12.2021.
- Wang, Zixin; Gao, Jing; Zeng, Qingcheng; Sun, Yuhui (2021): Multitype Damage Detection of Container Using CNN Based on Transfer Learning. In: *Mathematical Problems in Engineering* 2021, S. 1–12. DOI: 10.1155/2021/5395494.
- WIENCONT Container Terminal GmbH (2019): We never stop giving the best. Non-stop terminal services. Online verfügbar unter <https://sgkv.de/wp-content/uploads/2020/05/wiencont.pdf>.
- WIENCONT Container Terminal GmbH (2021): Umschlag. Online verfügbar unter <https://www.wiencont.com/umschlag>.
- Wintermann, Ole; Baethge, Catherine Bettina; Boberach (2018): Zukunft der Arbeit in deutschen KMU. Werkstattbericht. Hg. v. Bertelsmann Stiftung.
- Wittenburg, André (2007): Softwarekartographie: Modelle und Methoden zur systematischen Visualisierung von Anwendungslandschaften: Doctoral dissertation, Technische Universität München. München. Online verfügbar unter <https://mediatum.ub.tum.de/doc/625378/625378.pdf>.