

DISSERTATION

Ein Beitrag zur Optimierung der Informationslogistik im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie

Vom Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik
der Technischen Universität Kaiserslautern
zur Verleihung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)
genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Diplom-Wirtschaftsingenieur

Ingo Dittrich

aus Karlsruhe

Tag der mündlichen Prüfung: 15. August 2008

Dekan: Prof. Dr.-Ing. Siegfried Ripperger

Promotionskommission:

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Christian Schindler

1. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke

2. Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. Ludwig Leurs

Vorwort

Die Informationslogistik als die richtige Information zur richtigen Zeit am richtigen Ort ist heutzutage im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie nicht ideal ausgeführt. Redundante Informationen wie auch historisch gewachsene, heute nicht mehr benötigte Informationen stehen fehlenden Informationen gegenüber. Medienbrüche führen zu Fehlern und hohem Aufwand. Auf der anderen Seite stellt das Ersatzteilwesen der Automobilindustrie aus Sicht der Information ein komplexes Umfeld dar. Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Dissertation ein Vorgehensmodell entwickelt, mit dem strukturiert ein Grobkonzept für eine optimierte Informationslogistik erstellt werden kann. Die Arbeitsschritte sind an die Konstruktionsmethodik im Maschinenbau angelehnt. Das Vorgehensmodell ist dabei nicht auf spezielle Informationstechnologien wie beispielsweise die aktuell vielfach diskutierte Radiofrequenzidentifikation (RFID) festgelegt. Das Ergebnis des Vorgehensmodells ist ein Grobkonzept, welches den Informationen in ihrem Lebenszyklus optimiert Technologie und Speicherort in Bezug zu den Prozessen zuweist. Gleichzeitig werden wichtige Eigenschaften der Technologien wie z.B. die benötigte Speichergröße definiert. Das so erarbeitete Grobkonzept stellt eine fundierte Grundlage für die anschließende Feinplanung der Informationslogistik dar.

Die vorliegende Arbeit entstand parallel zu meiner Tätigkeit bei der Robert Bosch GmbH in Karlsruhe als externe Dissertation am Lehrstuhl für Produktionsautomatisierung (pak) des Fachbereichs Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Kaiserslautern.

Besonders danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Detlef Zühlke für das mir entgegengebrachte Vertrauen, die sehr gute fachliche Betreuung und die vielen kritischen und konstruktiven Impulse. Frau Isabel Rheinheimer gebührt ein ganz herzlicher Dank für die immer sehr nette und ausführliche Hilfe bei organisatorischen Fragen.

Besonderer Dank gebührt auch Herrn Dr. Welf Schneider, der mir über die gesamte Zeit bei der Robert Bosch GmbH als Mentor immer und jederzeit für alle allgemeinen Sorgen, die bei einer Dissertation entstehen, äußerst kompetent zur Seite stand.

Ebenfalls bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Ludwig Leurs für die Übernahme des Zweitgutachtens und bei Herrn Prof. Dr.-Ing. Christian Schindler für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission sowie Beiden für das meiner Arbeit entgegen gebrachte Interesse.

Für die Unterstützung bezüglich Ermöglichung und Begleitung dieser Arbeit bei der Robert Bosch GmbH danke ich Frauke Kottsieper, Michael Kaufhold, Ralf Hirsch, Tobias Schmider sowie speziell den Herren Werner Schwentuchowski und Franz Schöffberger.

Dem Unternehmen Inform, Aachen, danke ich für die Bereitstellung der Software FuzzyTech für Forschungszwecke im Rahmen dieser Arbeit.

Dr. Jochen Baier und Dr. Alexander Rausch habe ich vor allem einen guten Start in die Spezifika des wissenschaftlichen Arbeitens zu verdanken.

Dr. Ingo Nowitzky, André Lück, Wolfgang Hartmann und Harouna Mohamadou danke ich für die sehr gute und auch für diese Arbeit sehr hilfreiche Teamarbeit bei der Robert Bosch GmbH. Dr. Thomas Harms danke ich zusätzlich für die Durchsicht des Manuskripts.

Dr. Alexander Böttcher, Dr. Eric Pohlmann, Marion und Dr. Sebastian Rissom, Simone Reinecker und Dr. Roland Weber haben mich durch ihre Bereitschaft zu zahlreichen Diskussionen unterstützt. Christian Brunsch danke ich darüber hinaus für die unermüdliche und sehr hilfreiche Versorgung mit Artikeln über RFID, ohne die ich in der Fülle der Literatur so manche wichtige Randnotiz übersehen hätte, sowie Edith Morgner für ihre Unterstützung insbesondere in den letzten Zügen dieser Arbeit.

Diese Arbeit widme ich meinen Eltern Waltraud und Horst Dittrich, die meine gesamte Ausbildung stets gefördert und durch gute Hinweise und Zuspruch auch diese Arbeit voll unterstützt haben.

Karlsruhe, im August 2008

Ingo Dittrich

Abstract

In discussions about problems and solutions of information logistics recently radio frequency identification (RFID) is more and more often focused on. Even for the European Commission RFID is a topic. Research and Development on this technology are promoted worldwide which encourages a widespread discussion of RFID in the public.

Frequently asked questions concerning information logistics are recently: Which advantages can be achieved by a company using RFID? What are possible issues for the usage of RFID? May new business fields be gained by RFID? May urgent problems like product counterfeiting and tracking be solved by RFID? It is often not asked which technology to apply but only how to use RFID.

The discussion lead to a so called hype which let other technologies fade away in the awareness of projects on information logistics. Many articles emphasized the impression that RFID is a general solution of all problems. In recent publications the discussion changes and RFID is levelled at the other technologies like 1D-/2D-code with special advantages and disadvantages (e.g. [Wöh06], [VDI06], [Wei07]). The project teams are again in charge to find the best technology for a special case.

Efficiency is more and more important for a successful company. Therefore production is to be optimized as well as the material and information flow. Especially correct information at the right place on time – the so called information logistics – is increasingly important to companies.

When optimizing information logistics it is important not to reduce the view on only one company. Only an optimized structure between the companies regarding the whole information structure in the supply chain network leads to efficient overall processes. This is a very complex task and for project members it is hard to keep an overview whether possible solutions meet all requirements and an efficient overall solution. Therefore a method is necessary to efficiently support users in this task.

Information logistics nowadays is not ideally designed in the aftermarket sector of automotive industry. On one hand information is redundant on different labels. Some information is supplied because of historical reasons without any usage. On the other hand information is missing. Media disruption leads to mistakes and high workload.

Automotive aftermarket is a complex structure. Examples are the very heterogeneous article structure, quick response to customer`s needs and also long-time storage after end of production.

On this background a procedure model is developed in this doctoral thesis. Its aim is to support a structured approach to design a rough concept for an optimized information logistics in the automotive aftermarket. Especially in the early phases of the development – here: information logistics – costs and efficiency of the solution are strongly affected. In later phases changes are more expensive and more difficult to handle. Moreover in this phase the

project team is the least limited to special solutions. Therefore this thesis concentrates on this early phase of construction. It is important not to reduce the choice of possible solutions to only one or a few technologies. This issue is necessary to overcome the disadvantage of former procedure models which often emphasize one technology. Especially in a complex surrounding it is necessary to have a clear rule-based and efficient structure of how to find and to compare solutions. The process model is based on the methodology of Mechanical Engineering.

First step is a structured collection of needs and requests for the project. It is necessary to distinguish for which part of the supply chain the information logistics is to be designed. Restrictions and requests of the parties should be listed, e.g. concerning characteristics of the information technologies, used information and further issues like cryptography.

The next step is to elaborate a process and an information model. The process model describes all processes which need, change or supply information within the system. It is described in process modules. With these modules process steps occurring several times in a process structure can be designed once which increases the efficiency of the procedure model. The information model shows an ideal information structure from the parties' point of view independent from the current situation. Source and point of use are clearly shown in the information model.

A central aspect of the model is the use of operating principles with which in Mechanical Engineering possible solutions of general tasks are shown as an abstract description or picture. They are compiled in a catalogue. A solution once found can be compiled in an abstract manner and used in different further project. This helps to prevent users from double inventing solutions. Moreover the whole solution structure of a project can easily be described by simply using the names of the single operating principles. Economical aspects of a solution structure can also easily be calculated by the use of operating principles. As a single operating principle is clearly defined by the used technologies and necessary manual steps costs of using the principle can automatically be calculated.

To support the user of the model in choosing a suitable operating principle a decision tree was designed using criteria of Technology Assessment according to [VDI3780] and important aspects of automotive aftermarket. Moreover the guideline of Toyota Production System is considered as a philosophy currently very important for the automotive industry. The calculation of an overall appraisal of all aspects is done with Fuzzy Logic. Fuzzy Logic seems to be suitable for this task as it is designed to combine qualitative and quantitative as well as contradictory issues.

To work out a final solution for the whole system a software tool is developed in this thesis. It is shown in a prototype version. It helps the user to design an optimized information logistics structure process step by process step while keeping an easy overview upon the whole system and the efficiency of the whole solution.

The result of the model is a rough concept which combines the idealized information structure with information technologies and storage level (e.g. packaging) within the process structure. In addition to this the storage size of the technologies used and further characteristics like cryptography are defined.

This rough concept is a basis for the detailed concept of information logistics. The detailed concept contains specific decisions on the suppliers of the technology and its fitting. It may be the task of further research.

The thesis is divided into seven chapters. Chapter 2 describes general issues needed for the procedure model: Information, information logistics and main characteristics of all information technologies mentioned in the thesis are defined. Some former developed procedure models are shown and evaluated. Chapter 3 completes the description of basic knowledge used here by relevant issues of automotive aftermarket and Toyota Production System. In chapter 4 the task of this thesis and the detailed method to achieve the target are described. Chapters 5 and 6 represent the central part of the thesis. The procedure model for designing an optimized structure of information logistics in automotive aftermarket is developed and a software tool is established. After the development of the procedure model in theory it was tested in a real project. This project is presented in chapter 7. Conclusions are drawn concerning the usage of the model developed. Finally a summary of the thesis and an outlook on possible further examination is done.

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Information und deren Gestaltung in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette	4
2.1	Definitionen von Daten, Information, Wissen sowie Informationslogistik.....	4
2.2	Systematik und Grundlagen der betrachteten Informationstechnologien	6
2.2.1	Systematik der Informationstechnologien allgemein; Eingrenzung auf hiesige Betrachtung	6
2.2.2	Betrachtete Informationstechnologien.....	8
2.2.3	Schnittstellen und Medienbruch	20
2.3	Vorhandene Ansätze der Informationsflussgestaltung.....	21
3	Begriffe und Eigenheiten des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie.....	24
3.1	Definition und Abgrenzung allgemeiner Begriffe.....	24
3.2	Definition und Abgrenzung relevanter Begriffe im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie.....	25
3.3	Randbedingungen des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie für die Informationslogistik	26
3.4	Überblick zu aktuellem Stand der Informationstechnologie im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie	30
3.5	Toyota-Produktions-System als aktuelle Leitlinie der Automobilindustrie.....	33
4	Problemstellung, Zielsetzung und Vorgehensweise	36
4.1	Problemstellung	36
4.2	Zielsetzung und Aufgabenstellung	37
4.3	Vorgehensweise.....	38
5	Vorgehensmodell zur Grobkonzeption einer optimierten Informationslogistik.....	41
5.1	Definition Modellanforderungen	41
5.2	Analogiebildung Konstruktionsmethodik Maschinenbau.....	44

5.3	Transfer der Prinzipien aus Informationslogistik; Überblicksdarstellung Vorgehensmodell.....	48
5.4	Allgemein: Lösungssammlung als Grundlage der Informationsflussgestaltung ..	50
5.5	Schritt a: Grundlegende Aufgabenstellung	52
5.6	Schritt b: Festlegung der zu betrachtenden Prozesse und deren Granularität	53
5.7	Schritt c: Analyse der Anforderungen und Informationsbedarf	53
	5.7.1 Erstellung eines schlanken Informationsmodells	53
	5.7.2 Matrixbetrachtung, horizontale und vertikale Passung	57
5.8	Schritt d: Kategorisierung der zu betrachtenden Produkte in Produktgruppen....	58
5.9	Schritt e: Erstellung Wirkstruktur mit unterstützender Bewertung	59
	5.9.1 Grundlegendes Vorgehen bei der Bewertung.....	60
	5.9.2 Fuzzy-Logik	64
	5.9.3 Definition und Einordnung der Bewertungskriterien.....	67
5.10	Schritt f: Erweiterungsmöglichkeit der wirtschaftlichen Bewertung mithilfe von Wirkprinzipien	76
	5.10.1 Hardware- und Softwarekosten	77
	5.10.2 Handhabungskosten.....	78
	5.10.3 Wegezeiten.....	80
5.11	Schritt g: Zusammenfassung der Kategorisierung.....	82
6	Softwarearchitektur zur Grobkonzeption einer optimalen Informationslogistik	84
6.1	Überblicksdarstellung Softwarearchitektur	84
6.2	Fuzzy-Werkzeug.....	85
6.3	Instrument zur ganzheitlichen Konzeptplanung.....	87
	6.3.1 Grundeinstellungen.....	88
	6.3.2 Arbeitsebene.....	94
	6.3.3 Ergebnisaggregation/-darstellung	100
7	Evaluierung des Vorgehensmodells anhand einer Beispielanwendung....	102
7.1	Schritt a: Definition der Aufgabenstellung.....	102
	7.1.1 Allgemein: Einschränkung betrachteter Wirkprinzipien aus	

	Lösungssammlung	102
7.2	Schritt b: Festlegung der zu betrachtenden Prozesse und deren Granularität ..	104
7.2.1	Die reale Wertschöpfungs- und Nutzungskette des betrachteten Produktes	104
7.2.2	Modellierung der Wertschöpfungs- und Nutzungskette unter Festlegung der Granularität	104
7.3	Schritt c: Analyse der Anforderungen und Informationsbedarf	106
7.4	Schritt d: Kategorisierung betrachtete Produkte in Produktgruppen	108
7.5	Schritt e: Erstellung Wirkstruktur mit unterstützender Bewertung	108
7.5.1	Allgemeines zur Anwendung des Bewertungswerkzeuges im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie	108
7.5.2	Bewertungswerkzeug - Organisation	111
7.5.3	Bewertungswerkzeug - Durchführung	114
7.5.4	Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Anwendung des Bewertungswerkzeuges im Anwendungsbeispiel	116
7.5.5	Erstellung der Wirkstruktur - Organisation	120
7.5.6	Erstellung der Wirkstruktur - Durchführung	122
7.5.7	Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Erstellung der Wirkstruktur im Anwendungsbeispiel	124
7.6	Schritt f: Wirtschaftliche Bewertung mithilfe von Wirkprinzipien.....	127
7.7	Schritt g: Zusammenfassung der Kategorien	128
7.8	Erkenntnisse und Ergebnisse zum Vorgehensmodell; Handlungsempfehlungen	128
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	131
9	Literaturverzeichnis	134
9.1	Monografien und Artikel	134
9.2	Webseiten	143
9.3	Normen und Richtlinien.....	145
10	Abkürzungsverzeichnis.....	147

Anhang A	Lösungssammlung und Bewertungsbaum	148
A.1	Lösungssammlung.....	148
A.2	Bewertungsbaum mit projektspezifischer Gewichtung	156
A.3	Linguistische Variable im Bewertungsbaum	172
Lebenslauf.....	186

1 Einleitung

„Die Funkfrequenzkennzeichnung (RFID) (...) verspricht in Europa einen ganz beträchtlichen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen“ [Kom06]

Bei Diskussionen und Überlegungen zu Lösungen und Problemen in der Informationslogistik steht in jüngster Zeit meistens die Radiofrequenzidentifikation (RFID) im Mittelpunkt. Wie das oben genannte Zitat zeigt, befasst sich auch die Europäische Kommission mit dem Thema. Forschung und Entwicklung dieser Technologie wird national und international gefördert, wodurch diese eine breit angelegte Diskussion in der Öffentlichkeit erfährt. RFID ist damit nicht mehr nur ein Thema unter Spezialisten. Die Thematik befasst sich im Wesentlichen mit den Fragen: Welche Vorteile kann RFID einem Unternehmen in den bestehenden Geschäftsfeldern bringen? Welche Einsatzmöglichkeiten bieten sich? Können sogar Potentiale durch neue Geschäftsfelder gehoben werden? Können dringende Probleme wie beispielsweise Produktfälschung und Rückverfolgbarkeit mit RFID gelöst werden?

Durch die Diskussion entstand ein regelrechter Hype um RFID, der andere Technologien nahezu in ein Abseits drängt. Viele Darstellungen erwecken den Eindruck, RFID sei die Lösung für alles und würde die bestehenden Technologien verdrängen. Doch bleibt die Frage, ob durch diese Diskussionen RFID nicht eine gewisse Überbewertung erfährt und bestehende Technologien in der Psychologie des Planers der Informationslogistik ungerechtfertigt weniger Beachtung finden und damit das Stigma des Überholten bekommen. Neueste Veröffentlichungen führen die Fachwelt diesbezüglich auf eine nüchterne Betrachtung zurück und erinnern daran, dass RFID eine von vielen Identifikationstechnologien mit Vor- und Nachteilen ist, die es anwendungsbezogen abzuwägen gilt (vgl. beispielsweise [Wöh06], [VDI06], [Wei07]). Deutlich wird dies besonders durch [Det05] formuliert, der die RFID-Begeisterung dann für fragwürdig hält, „wenn gar nicht mehr darüber nachgedacht wird, ob die Technik in der konkreten Anwendung überhaupt sinnvoll ist, wenn sich das `Ob` auf ein `Wann` reduziert“.

Die zunehmende Bedeutung der Produktivität und der Wirtschaftlichkeit im Unternehmen erfordert möglichst optimale Produktions- und Fertigungsschritte und eine abgestimmte, leistungsfähige Logistik. Der Zielerreichungsgrad dafür steigt unter anderem mit der Verfügbarkeit und der Qualität der im Unternehmen benötigten Information [Kuh92]. Gründe hierfür sind unter anderem der steigende immaterielle Wertschöpfungsanteil im Bereich der industriellen Produktion [Kli03]. Damit ist der Informationslogistik eine gewichtige Bedeutung im Unternehmen zuzurechnen.

Bis in die 50er Jahre wurde die Organisation der Informationen noch vielfach autark in Teilbereichen der Unternehmen durchgeführt. Die Ablage von Informationen in schriftlicher Form (Karteikästen, Aktenordner) und im Gedankengut war weit verbreitet. Dadurch war ein übergreifender Überblick über den Informationsbestand unmöglich und Redundanz eine täg-

liche Herausforderung. Mit dem Einzug von Informationstechnologien sind oftmals die gewachsenen Strukturen bei höherer Informationskapazität beibehalten worden [Kuh92]. Folge dieses übermäßigen und in Ort und Zeit der Bereitstellung nicht optimal den Anforderungen angepassten Informationsangebotes ist laut [Gud07] eine sinkende Effizienz von Prozessen und damit eine Dissonanz zwischen Ziel und Wirklichkeit eines Einsatzes von Informationstechnologie in den Prozessen.

Die unternehmensübergreifende Struktur der Informationslogistik ist daher von hoher Bedeutung, deren optimale Ausrichtung aber aufgrund der vielfältigen Anforderungen und Randbedingungen sehr komplex. Dabei sind bestehende Strukturen absichtlich zu hinterfragen. Bei der Gestaltung der Informationslogistik ist durch diese Komplexität eine von vornherein klar erkennbare, im Gesamtkontext optimale Lösung oftmals nicht darstellbar. Hier müssen Methoden ansetzen, die die Planer effektiv in ihrer Arbeit unterstützen.

Im Zusammenhang mit dem eingangs geschilderten Hype um RFID erscheinen aktuell schwerpunktmäßig Bewertungsverfahren mit der Themenstellung, ob RFID gegenüber den bisherigen Technologien Zusatznutzen bringt oder nicht. Eine Betrachtung mit einer Schwerpunkttechnologie ist nicht dauerhaft zielführend. Sinnvoll ist wie oben begründet nicht das Herausheben einer Technologie und damit die psychologische Eingrenzung der Nutzer bei der Suche nach einer optimalen Lösung, sondern eine gleichberechtigte Betrachtung der verfügbaren Technologien mit einer neutralen Beurteilung ihrer Vor- und Nachteile. Auch Kombinationen der Technologien können zielführend sein [Oeh07], [Sim06], [Dre07]. So ist eine ganzheitliche Betrachtung der Informationslogistik anzustreben. „Informationsverarbeitung ist abhängig vom Anwendungsfall, aus dem sich wiederum die jeweils notwendige Software- und Hardwarekonfiguration ergibt“ [Ahl96]. [Gud07] formuliert: „Identifikations-, Kommunikations- und Informationssysteme sind Mittel zum Zweck und kein Selbstzweck.“ Dabei muss die Nutzbarkeit der Technologie für den Menschen immer im Vordergrund stehen [Züh05].

In dieser Arbeit wird ein Vorgehensmodell zur Gestaltung der Informationslogistik entwickelt, das diesem allgemeinen Ansatz folgt. Schwerpunkt der Betrachtung ist das Ersatzteilwesen in der Automobilindustrie. Dabei werden auch die Prinzipien des sogenannten Toyota-Produktions-Systems berücksichtigt, die in der Automobilindustrie derzeit wieder eine starke Beachtung finden. Um die notwendige ganzheitliche Betrachtung der Informationslogistik erreichen zu können, wird die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette betrachtet.

Um das Ziel der Arbeit zu erreichen, wird wie in Abb. 1-1 dargestellt vorgegangen. In Kapitel 2 wird zunächst die Information gegen Wissen und Daten abgegrenzt. Weiterhin werden die oben bereits genannte Informationslogistik näher definiert und die für diese Arbeit wesentlichen Eigenschaften der hier betrachteten Technologien der Informationslogistik vorgestellt. Zuletzt wird ein Überblick über bestehende Entwicklungsansätze der Informationslogistik gegeben und eine Abgrenzung vorgenommen. Kapitel 3 definiert ferner das hier relevante Grundwissen über das Ersatzteilwesen der Automobilindustrie und das Toyota-Produktionssystem. Kapitel 4 definiert schließlich die Problemstellung, die Zielsetzung und die weitere Vorgehensweise.

Die Entwicklung des Vorgehensmodells zur Konzeption der Informationslogistik bildet den zentralen Teil der Arbeit. Es wird in Kapitel 5 erarbeitet. Kapitel 6 beschreibt eine prototypische Umsetzung in eine Softwarearchitektur.

Kapitel 7 erläutert exemplarisch die Anwendung der entstandenen Methodik in der Praxis.

Die Arbeit mündet in einer Zusammenfassung der Ergebnisse und einem Ausblick auf eine mögliche Folgeforschung.

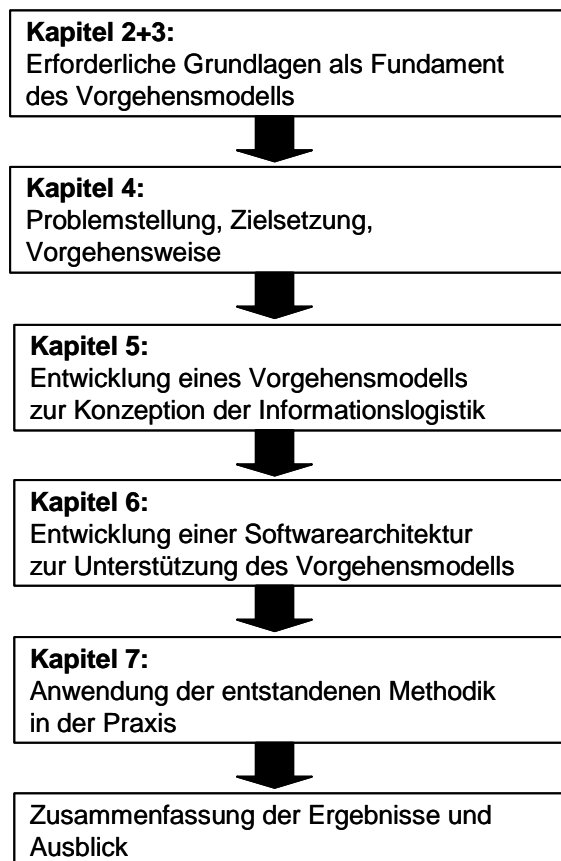


Abbildung 1-1: Grafische Darstellung des Gesamtablaufes der Arbeit

2 Information und deren Gestaltung in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette

2.1 Definitionen von Daten, Information, Wissen sowie Informationslogistik

Obwohl in der Umgangssprache häufig synonym verwendet, haben die Begriffe Daten, Informationen und Wissen unterschiedliche Bedeutung. Sie hängen jedoch in einer Beziehung miteinander zusammen (vgl. dazu Abb. 2-1):

Grundlage aller drei Begriffe sind einzelne Zeichen (z.B. „a“, „5“). Unter Anwendung einer Syntax als der Beschreibung der Beziehung und Kombination von Zeichen entstehen Daten. Daten können aus einem oder mehreren Zeichen bestehen (z.B. „5a“). Erhalten die Zeichen eine Bedeutung, was durch die sogenannte Semantik beschrieben wird, so werden Daten zu Information (z.B. „5a“ = Schulklasse) [Kli03]. Das Wort Information leitet sich aus dem Lateinischen ab und bedeutet `Bildung` oder `Belehrung`. Informationen dienen der Beseitigung einer Unsicherheit [Bro06]. Information ist damit zweckorientiert [Wit59]. Unterlegt wird diese Definition von [Aug90], der Daten dann nicht als Informationen definiert, wenn sie nicht nutzbringend sind, beispielsweise weil nicht entscheidungsrelevant, unaktuell, ungenau, falsch oder unbrauchbar aufbereitet.

Wird zusätzlich eine pragmatische Dimension erreicht, unter der man die Korrelation zwischen Zeichen und den Zeichennutzern versteht, so wird aus einer Information Wissen (z.B. Klassenlehrer von „5a“ ist Hr. Meyer). Wissen ist ziel- und zweckgebunden [Kli03].

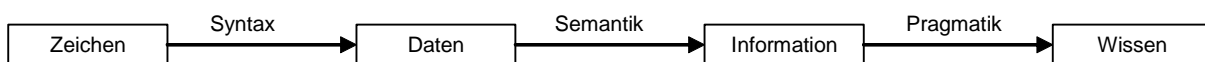


Abbildung 2-1: Beziehungen zwischen Daten, Information und Wissen

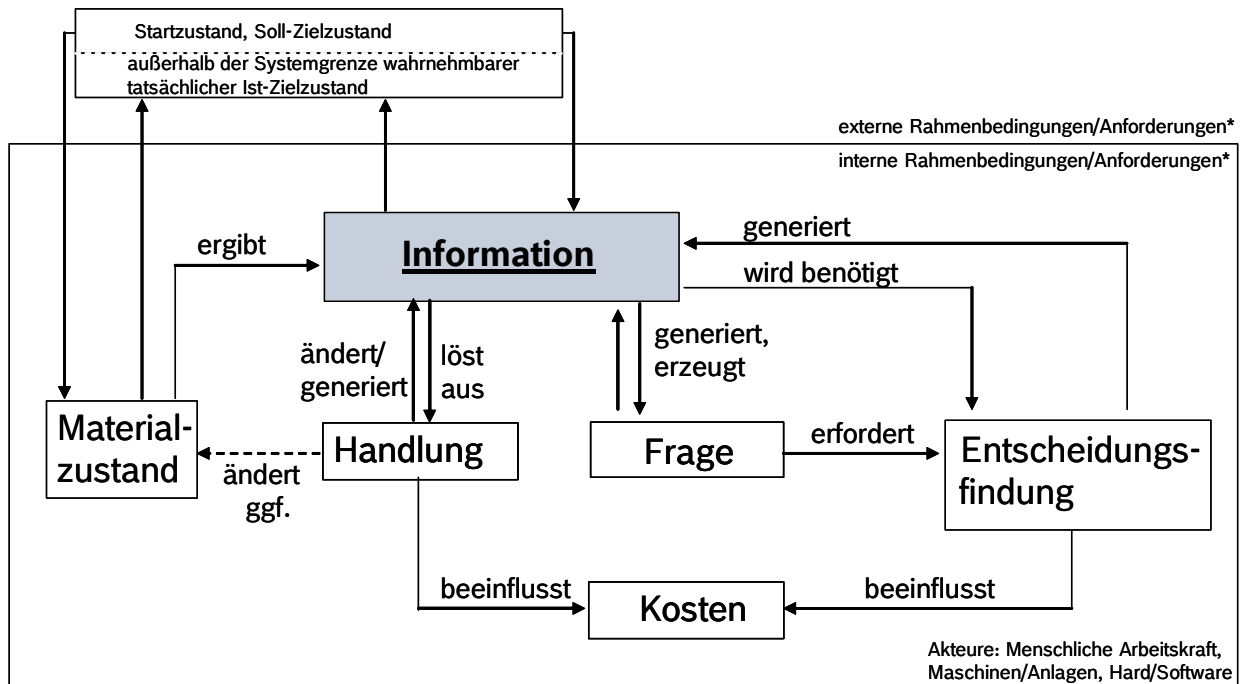
Der Begriff `Informationsbedarf` umschreibt alle notwendigen Informationen, um einen Informationsprozess zielgerichtet durchführen zu können [Aug90].

`Informationsmanagement` bedeutet die Sicherstellung eines zielgerichteten Einsatzes der Ressource Information [Sti01].

Prozesse führen zu einer Änderung des Zustandes von Arbeitsmitteln und Informationen. Dies betrifft die logistischen Dimensionen Zeit, Ort, Menge, Qualität und Zusammensetzung [Krä02]. Abb. 2-2 zeigt die Zusammenhänge zwischen Information und Prozess.

Für Informationen gilt ähnlich wie für Material das Ziel der Bereitstellung der richtigen Information in der richtigen Menge und Qualität am richtigen Ort und zur richtigen Zeit [Aug90]. Die daraus entstehenden Informationsflüsse bestehen aus einigen Teilprozessen, z.B.

Transportieren, Speichern, Verteilen oder Kontrollieren [Arn07]. Die Maßnahmen zur Planung und Steuerung dieser Informationsflüsse wird auch als Informationslogistik bezeichnet [Krä02].



* finanziell/ökonomisch, technologisch, politisch-rechtlich, sozio-kulturell, ökologisch, Zeit und Raum, physiologisch, psychologisch

Abbildung 2-2: Zusammenhang zwischen Information und Prozess sowie Transformationsvorgänge

2.2 Systematik und Grundlagen der betrachteten Informationstechnologien

2.2.1 Systematik der Informationstechnologien allgemein; Eingrenzung auf hiesige Betrachtung

Informationstechnologie „umfasst die Technologien und die Strategien, die für die Handhabung von Informationen notwendig sind“. Sie besteht aus den Säulen Informationstransport, -verarbeitung und -speicherung [Ahl96]. Etwas weiter gefasst ist der zusammengesetzte Begriff „Informations- und Kommunikationstechnik (IuK)“, den beispielsweise [Bro06a] als allgemeine interaktive Informationssysteme umschreibt, die eine „beidseitige Kommunikation zw. Nutzer und System ermöglichen“. Informationssysteme wiederum definiert beispielsweise [Gro71] als „Subsysteme der Unternehmung, die zur Planung, Steuerung und Überwindung des Basissystems und der Umwelt benötigt werden. Sie sind zu diesem Zweck sowohl mit dem energie- und materietransformierenden Basissystem als auch mit der Umwelt durch Informationsaustauschprozesse gekoppelt.“ [Sti01] verwendet die genannten Begriffe synonym, da in der Literatur keine eindeutige Trennung erreicht wird. Dieser Ansicht wird hier gefolgt und im Folgenden von Informationstechnologie gesprochen.

Die zu entwickelnde Methodik sollte möglichst für alle aufkommenden oder traditionellen Informationstechnologien anwendbar sein. Zwangsläufig kann die Anwendung der Methodik jedoch nur an solchen Technologien sinnvoll gezeigt werden, die aus heutigem Stand grundlegend für einen Einsatz in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie in Frage kommen. Dazu gehören zunächst Rechnersysteme, aber auch die menschliche Denkleistung, die Schrift und ausgewählte Identifikationstechnologien.

Identifikationstechnologien unterstützen als Hilfsmittel die Identifikation. Identifikation wiederum ist „das eindeutige und unverwechselbare Erkennen eines Gegenstandes anhand von Merkmalen, mit der für den jeweiligen Zweck festgelegten Genauigkeit“ [DIN6763]. Identifikationstechnologien decken damit von den drei oben genannten Säulen der Informationstechnologie nur die Säulen Informationstransport und –speicherung ab und können als Teilbereich der Informationstechnologie gesehen werden. Zu den Identifikationstechnologien werden allgemein in der Literatur gezählt [Fin06]:

- 1D-/2D-Codeverfahren
- Optical Character Recognition (OCR)
- Radio-Frequenz-Identifikation (RFID)
- Kontaktbehaftete Chipkarten
- Biometrische Verfahren.

Kontaktbehaftete Chipkarten und biometrische Verfahren werden in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet, da sie für einen Einsatz im Ersatzteilwesen derzeit nicht interessant erscheinen.

Die in den letzten Jahren entwickelte Technologie der Sensornetzwerke ist ebenfalls zu den Informationstechnologien zu zählen.

Informationstechnologien sind grundlegend als geschlossenes („closed-loop“) oder offenes („open-loop“) System einsetzbar.

Beim geschlossenen System bleibt der Informationsträger in einem definierten Bereich, beispielsweise einem Unternehmen. Oftmals sind geschlossene Systeme als Mehrwegsysteme ausgelegt, bei der ein Informationsträger mehrfach verwendet wird.

Bei offenen Systemen werden Informationsträger über die Grenzen eines Unternehmens hinweg betrieben. Im besten Falle wird dabei die gesamte Lieferkette (Supply Chain) abgedeckt. Ein Mehrfachumlauf eines Informationsträgers ist in der Regel nicht möglich, weil häufig eine untrennbare Verbindung mit dem Objekt vorliegt.

Geschlossene Systeme werden häufig von Unternehmen als Vorstufe zu offenen Systemen verwendet, um vor einer größer angelegten Einführung Erfahrungen mit einer Technik zu sammeln und diese zu stabilisieren [Fle05a].

Im Einzelnen werden

- menschliche Denkleistung
- Klarschrift
- Rechnersysteme
- 1D-/2D-Codeverfahren
- Radio-Frequenz-Identifikation (RFID)
- Sensornetzwerk

dargestellt und für die Methodik betrachtet.

2.2.2 Betrachtete Informationstechnologien

Menschliche Denkleistung

Der Begriff „menschliche Tätigkeit“ wird hier für die Bezeichnung von menschlichen Aktivitäten rund um Informationen verwendet. Es kann sich um die Erfassung, Speicherung oder Weitergabe von Informationen handeln. Weiterhin besitzt der Mensch die Fähigkeit zur Verknüpfung von Informationen mit dem Ziel einer Nutzung und Erweiterung im Sinne einer Entscheidungsfindung (vgl. [Gro88]).

Die Erfassung wird in der kognitiven Psychologie als Wahrnehmung bezeichnet. Diese umfasst die Aufnahme und Interpretation von Informationen bis hin zu den sie auslösenden Handlungen oder Empfindungen [Lin81]. Die Aufnahme von Informationen kann grundsätzlich über die Sinnessysteme des Menschen erfolgen [Züh04]. Die wichtigsten Sinnessysteme sind:

- Visuelles System (Sehen)
- Auditives System (Hören)
- Haptisches System (Fühlen)
- Geruchs-/Geschmackssinn.

Der Mensch verfügt über eine begrenzte „Informationsaufnahme- und Informationsverarbeitungskapazität“ [Züh96]. Für das Kurzzeitgedächtnis wird eine Maximalleistung von gleichzeitig sieben Informationen angegeben [Mil56]. Dabei muss berücksichtigt werden, dass auch die Wahrnehmung über das Kurzzeitgedächtnis verläuft [Kei86] und damit die für die reine Speicherung vorhandenen Ressourcen weiter reduziert.

Eine Weitergabe von Informationen wird durch die Fähigkeit des Menschen zur Kommunikation ermöglicht. Für diese Arbeit relevante Varianten der menschlichen Weitergabe von Information sind gesprochene Sprache, Schrift und die Gestik.

Manuelle Tätigkeit ist die ursprünglichste Form der „Informationstechnologie“, da sie ohne alle im Laufe der Menschheit erfundenen Hilfsmittel auskommt. Sie ist daher überall dort in den Prozessen eines Unternehmens zu finden, wo der Einsatz von Hilfsmitteln für die Informationsverarbeitung nach dem aktuellen Stand der Technik nicht möglich, nicht zielführend, wirtschaftlich nicht effizient oder einfach noch nicht bedacht worden ist.

Klarschrift

Schrift ist ein festgelegter Zeichensatz aus grafischen Zeichen, die auf „feste und dauerhafte Beschreibstoffe“ aufgebracht werden [Bro06d]. Die Schrift hat damit gegenüber menschlichen Informationsträgern die Eigenschaften einer unbegrenzten Speicherfähigkeit in quantitativer und zeitlicher Dimension und ist unabhängig von der Präsenz einzelner Personen. Damit hat die Schrift eine enzyklopädische Eigenschaft. Dies ermöglicht erst die Bildung

größerer Organisationen außerhalb einer eng begrenzten Lokalität sowie wirtschaftliche Handlungsfelder wie Buchhaltung und Rechnungsführung [Ste06].

Schrift hat nur die Eigenschaft eines Speichers und eignet sich zur Weitergabe von Informationen. Eine eigenständige Erfassung der Information oder eine Entscheidungsfindung sind nicht möglich.

Unter Klarschrift werden speziell durch einen Menschen ohne Hilfsmittel lesbare und interpretierbare Zeichen verstanden [Bro06b]. Klarschrift wird in der Informationslogistik dort eingesetzt, wo Informationen schnell durch unterschiedliche Personen an unterschiedlichen Orten und Zeiten gelesen und weiterverarbeitet werden müssen. Einsatzbeispiele sind Frachtpapiere und Kommissionierbelege in der Logistik, aber auch Informationen für den Konsumenten auf einer Produktverpackung. Darüber hinaus dient die Klarschrift häufig der redundanten Sicherung von Informationen, die für die schnelle automatische Erfassung in nicht durch Menschen lesbaren Technologien gespeichert sind. So können automatisierte Abläufe durch Menschen kontrolliert und im Fehlerfalle durch menschliches Lesen der Klarschrift eine Korrektur ermöglicht werden. Durch Klarschrift bleiben Informationen für den Menschen nachvollziehbar.

Neben dieser manuell geprägten Verwendung von Klarschrift ist auch eine automatisierte Erfassung möglich. Diese sogenannte Optical Character Recognition (OCR) beinhaltet das Scannen der Klarschrift mithilfe einer Kamera und die anschließende Interpretation der so entstandenen Grafik in eine für die übliche Textbearbeitung im Rechnersystem verwendbare Zeichenabfolge durch eine OCR-Software. Eine solche Umsetzung kann entweder auf Muster oder Eigenschaften basiert sein. Bei der Erkennung durch Muster („Pattern Matching“) erfolgt eine pixelbasierte Abtastung und Zuordnung von Zeilenmustern, die mit Vorlagen verglichen werden. Dies erfordert eine hohe Anzahl an zur Verfügung stehenden Mustervorlagen. Bei der Erkennung durch Eigenschaften („Feature Recognition“) werden charakteristische Eigenschaften eines gelesenen Zeichens ermittelt und mit einer Datenbank abgeglichen, die Kombinationen von Eigenschaften einem Zeichen zuordnen. Diese Methode erfordert zwar eine höhere Rechenleistung, ist jedoch unabhängiger von der tatsächlichen Formatierung des Zeichens im gelesenen Text [Gre03]. Für eine schnellere und sicherere Erfassung von Klarschrift durch OCR wurden die Schrifttypen OCR-A und OCR-B entwickelt. Eine wesentliche Eigenschaft ist, besonders bei OCR-A, eine kantige Linienführung. Für die Erkennung von handschriftlicher Blockschrift liegt unter dem Namen OCR-H eine Vergleichsgrundlage vor. In dieser Arbeit wird die Klarschrift jedoch zunächst nur im Sinne der manuellen Verarbeitung betrachtet.

Klarschrift kann auf beliebige Materialien mit Farbe aufgedruckt oder manuell geschrieben, in ein Produkt geformt oder mit mechanischen oder optischen Verfahren nachträglich direkt in ein Material eingebracht werden [VDI4472].

Rechnersysteme

Ein Rechner, auch Computer oder Datenverarbeitungsanlage, ist „ein Gerät zur Ausführung von Rechenoperationen“ [Bro06c]. Kern eines Rechners ist ein Prozessor mit seinen Funktionseinheiten Rechenwerk und Steuerwerk. Das Steuerwerk hat die Aufgabe der Versorgung des Rechenwerkes mit Daten und Steuersignalen sowie die Weiterleitung der verarbeiteten Daten. Das Rechenwerk ist für die Verarbeitung der Daten durch logische Operationen oder Rechenoperationen zuständig. Rechnersysteme funktionieren in Kombination von Hardware als den materiellen Komponenten und der Software als Verarbeitungsvorschrift von Daten [Bro06c].

Damit sind Rechnersysteme neben Erfassung, Speicherung und Weitergabe von Informationen auch für die Entscheidungsfindung einsetzbar.

In den in dieser Arbeit betrachteten Anwendungen sind Rechnersysteme in Form von Netzwerkstrukturen mit einem zentralen Server und einzelnen Personal-Computern für die Informationsverarbeitung und –speicherung sehr verbreitet. Einsatzbeispiele sind Enterprise-Resource-Planning-Systeme (ERP) für eine unternehmensübergreifende Ressourcen- bzw. Ablaufplanung und –steuerung sowie Lagerverwaltungssysteme für die Lagersteuerung.

1D-/2D-Codeverfahren

Bei den 1D-/2D-Codierverfahren handelt es sich um optische Verfahren, die auf Sichtkontakt zwischen Lesegerät und Informationsträger angewiesen sind.

1D-Codes, auch als Barcode oder Strichcode bezeichnet, sind aus Balken und Leerstellen aufgebaut, deren relative Breiten die Information tragen, siehe Beispiel Abb. 2-3. Mit Start- und Stopzeichen wird der Code begrenzt, eine codierte Prüfsumme am Ende ermöglicht gegebenenfalls eine Erhöhung der Lesesicherheit [Wie90].

2D-Codes wurden ab Ende der Achtzigerjahre als Reaktion auf die Anforderung einer höheren Speicherfähigkeit entwickelt. Aktuelle Hauptvertreter sind Matrixcodes, Stapelcodes, Composite-Codes und Dotcodes, siehe Beispiel Abb. 2-4. Sie besitzen eine hohe Informationsdichte und können damit sehr kompakt gehalten werden. Die Anwendungsbereiche sind ebenso vielfältig wie beim 1D-Code. Eine hohe Verbreitung haben sie zwischenzeitlich in der Produktion, Produktidentifikation und Logistik erreicht [Len02].

1D- wie auch 2D-Codes können auf verschiedene Materialien mit Farbe aufgedruckt werden, Teil des Produktes bei der Herstellung sein oder mit mechanischen oder optischen Verfahren nachträglich direkt in ein Material eingebracht werden ([Len00], [Len02]).

Weiterführende technische Details zu einzelnen Formen der Codierung sind in [Len00], [Len02] bzw. [Len04] nachzulesen.

1D-/2D-Codierverfahren ermöglichen die Erfassung, Speicherung und Weitergabe von Informationen an einem Objekt. Eine Entscheidungsfindung ist durch diese Technologie nicht möglich.

Die Möglichkeiten für den Einsatz von Codeverfahren sind sehr umfangreich. Grundlegend werden Codes neben anderen möglichen Technologien dort eingesetzt, wo entweder eine Datenbearbeitung durch hohe Datenmengen oder –frequenzen arbeitsintensiv oder eine Vollautomatisierung sinnvoll ist. Beispiele in der Logistik sind die Codierung von Postpaketen zur Identifikation und Steuerung in Verteilzentren sowie die schnelle Identifikation von Lagerplätzen bei der Ein- und Auslagerung.

Informationen können mit den 1D-/2D-Codierverfahren in zentraler wie auch in dezentraler Form gespeichert werden [Cra04]:

- Bei der zentralen Datenhaltung wird die Information auf einem zentralen Rechnersystem gespeichert. Dies kann übergreifend mit einem zentralen Rechnersystem für eine ganze Wertschöpfungs- und Nutzungskette realisiert sein oder, heute überwiegend, als einzelne zentrale Systeme für jedes einzelne Unternehmen. Auf dem Informationsträger wird nur eine Referenznummer abgelegt, mit der die Information auf dem zentralen Rechnersystem abgerufen werden kann.
- Bei der dezentralen Datenhaltung wird die Information auf dem Informationsträger gespeichert. Die Information ist damit orts- und zeitunabhängig objektnah verfügbar.

Ein Beispiel für die zentrale wie auch gleichzeitig die dezentrale Datenhaltung ist der VDA-Warenanhänger nach VDA-Empfehlung 4902, siehe Abb. 2-5, auf dem vom Lieferanten die wichtigsten Informationen neben Klarschrift zusätzlich als Barcode dargestellt werden [VDA4902]. Sachnummer, Lieferantenummer, Menge und andere Informationen sind dezentral direkt vom Warenanhänger lesbar. Dagegen werden andere Informationen, die nicht auf dem Warenanhänger mitgegeben werden, parallel zum Materialfluss in einem Lieferavis an den Empfänger gesendet und dort auf einem Rechnersystem zwischengespeichert (sog. Despatch Advice, DESADV). So dient die Lieferscheinnummer auf dem Warenanhänger beim Empfänger als Referenznummer, mit der im Rechnersystem das Lieferavis mit den zentral gespeicherten Informationen abgerufen wird. Ein Beispiel für diese Form der Speicherung ist die Verteilung der Lieferpositionen auf die Packstücke (sog. Packstruktur).

Tab. 2-1 zeigt eine Reihe von Vor- und Nachteilen, wie sie durch eine zentrale und dezentrale Datenhaltung entstehen können.

Zentrale Datenhaltung	Dezentrale Datenhaltung
<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfache, kostengünstige Informationsträger mit geringer Speicherkapazität • Informationen auch ohne Objekt verfügbar • Verdichtung und Selektion von Informationen möglich • Konsistente Datenhaltung • Hohe Verlostsicherheit 	<p>Vorteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine Einrichtung, Pflege und Betrieb einer zentralen Datenbank • Informationen auch abseits von zentraler Datenbank nutzbar • Weniger Schnittstellen erforderlich
<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einrichtung, Pflege und Betrieb einer zentralen Datenbank • Informationen nicht abseits von zentraler Datenbank nutzbar • Einrichtung zusätzlicher Schnittstellen für Zugriff auf zentrale Datenbank oder Austausch zwischen Datenbanken und Unternehmen 	<p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationsträger mit großer Speicherkapazität erforderlich • Informationen ohne Objekt nicht verfügbar • Geringe Verlostsicherheit

Tabelle 2-1: Vor- und Nachteile von dezentraler und zentraler Datenhaltung (in Anlehnung an ([Cra04], [Jan05])



Abbildung 2-3: Beispiel 1D-Code [Sag07]



Abbildung 2-4: Beispiel 2D-Code (Aztech-Code)

EAEL 3131EWLU031IK (FUER VW, ABL ST. KVD44/KXD44) SALZGITTER STRASSE DE 34219 BAUNATAL		KVD44	
(3) Lieferschein-Nr. (N) 5351333 		(4) Lieferantenrefr. (Gutsname, Werk, PLZ, Ort) BOSCH AA D-76227 Karlsruhe	
		(5) Gewicht netto	(6) Gewicht brutto
		9	11
(8) Sach-Nr. Kunde (P) 038 130 079 T 			
(9) Füllmenge (Q) 10 		(10) Bezeichnung Lieferung, Leistung PUMPE-DUESE-EINHEIT	
(12) Lieferanten-Nr. (V) 01283/E 		(11) Sach-Nr. Lieferant (SOS) 098644151892V 	
(15) Packstück-Nr. (S) 270363028 		(13) Datum	(14) Änderungsstand Konstruktion
		D 071116	
Robert Bosch Automotive Aftermarket D-76227 Karlsruhe		(16) Chargen-Nr. (H)	
		Wareneinhänger VDA 4902 Version 4	

Abbildung 2-5: Beispiel VDA-Warenanhänger nach [VDA4902]

Radiofrequenzidentifikation (RFID)

Die Radiofrequenzidentifikation (RFID) ist ebenso wie die 1D-/2D-Codierverfahren für Erfassung, Speicherung und Weitergabe von Informationen verwendbar. Durch eine Kombinierbarkeit mit Sensorik können auch physikalische Messungen durchgeführt werden.

RFID ermöglicht eine berührungslose Kommunikation auch ohne Sichtkontakt mittels eines elektromagnetischen Feldes. Informationen werden durch eine gezielte Beeinflussung des elektromagnetischen Feldes durch den Sender an den Empfänger übertragen [Fin06]. Für eine genaue Beschreibung der Informationsübertragung wird auf [Fin06] bzw. [Ker07] verwiesen. Abb. 2-6 zeigt die Komponenten eines RFID-Systems.

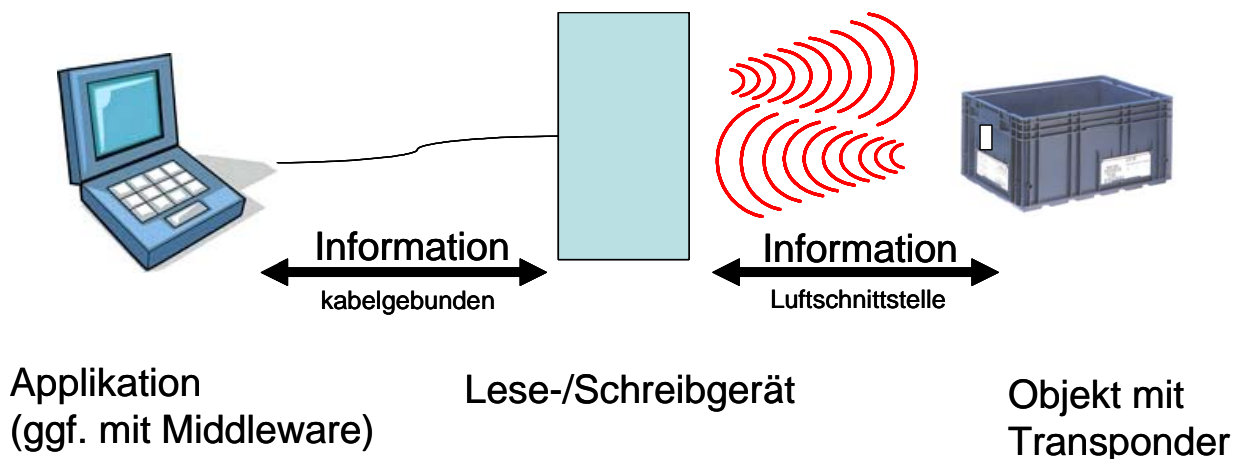


Abbildung 2-6: Komponenten eines RFID-Systems

Die Begriffe Transponder, Lese-/Schreibgerät und Middleware werden im Folgenden näher beschrieben:

Der Begriff „**Transponder**“ setzt sich aus den Bestandteilen „Transmitter“ (Sender) und „Responder“ (Empfänger) zusammen. Eine gebräuchliche Abkürzung ist „Tag“. Er wird an einem zu identifizierenden Objekt angebracht. Dieser Vorgang wird auch als „Tagging“ bezeichnet. Die Hauptbestandteile sind ein Mikrochip und eine Antenne. Die Aufgaben des Mikrochips sind die Speicherung von Informationen sowie die Steuerung von Schreib- und Lesevorgängen. Die Antenne dient zum Abstrahlen und Empfangen von elektromagnetischen Wellen, d.h. dem Senden und Empfangen von Informationen. Je nach Einsatzbedingungen wird der Transponder durch ein Gehäuse geschützt [Fin06]. Hauptsächlich werden sogenannte passive und aktive Transponder verwendet. Während der passive Transponder die für die Funktionen erforderliche Energie aus dem elektromagnetischen Feld des Lesegerätes nimmt, ist der aktive Transponder mit einer eigenen Stromversorgung ausgestattet. Der aktive Transponder erreicht eine höhere Reichweite, ist aber teurer und die Nutzbarkeit abhängig von der Lebensdauer der Batterie. Die Speichergröße variiert zwischen einem Bit und aktuell etwa einem MByte [Sot03]. Der Speicher ist in der Regel wiederbeschreibbar konzipiert, kann aber auch ganz oder in einzelnen Segmenten einmal beschreibbar oder als in der Herstellung hardcodiert ausgelegt werden.

Das **Lese-/Schreibgerät**, in der Literatur oftmals auch kurz als Lesegerät bezeichnet, dient der Kommunikation der Applikation bzw. der Middleware mit dem Transponder. Die enthaltenen Komponenten zur Steuerung von Schreib- und Lesevorgängen sind vergleichbar mit denen auf dem Transponder. Zusätzlich ist eine Schnittstelle zu der Applikation bzw. der Middleware vorhanden [Fin06]. In einem System mit passiven Transpondern hat das Lesegerät auch die Aufgaben der Aktivierung der Transponder und ihrer Versorgung mit der notwendigen Energie [Kum05].

Die **Middleware** hat hauptsächlich eine ordnende Funktion. Empfangene Informationen werden entsprechend den Bedürfnissen der Applikation, z.B. einem Lagerverwaltungsrechner, aufbereitet [Mel06].

Für RFID-Systeme ist das verwendete Frequenzband eine entscheidende Eigenschaft. Es können unterschiedliche Frequenzbänder, die für industrielle, wissenschaftliche und medizinische Anwendungen reserviert sind, verwendet werden. Tab. 2-2 zeigt die in RFID-Anwendungen verwendeten Frequenzbänder sowie deren hauptsächlich Eigenschaften. Problematisch ist die fehlende Homogenität der Zulassung einzelner Frequenzbänder in der Welt. Während die Frequenz 13,56MHz nahezu überall in der Welt verwendet werden kann, ist das Frequenzband um 900MHz, welches aktuell besonders für logistische Anwendungen diskutiert wird, sehr heterogen zugelassen. So ist in Europa weitgehend 868MHz erlaubt, während beispielsweise in den USA 915MHz zugelassen ist. Zwar können Transponder auch von einem nicht genau auf dessen Frequenz eingestellten Lesegerät in diesem Frequenzband gelesen werden, jedoch unter Einschränkungen in Reichweite und Lesesicherheit.

Bisher wurde in der allgemeinen Diskussion die Frequenz 13,56MHz für Informationsträger von Einzelteilen und die Frequenz 868MHz für Behälter favorisiert. Grund war hierfür eine Trennbarkeit zwischen den Packebenen bei Lese-/Schreibvorgängen. So wird im Eingangsbereich eines Lagers beispielsweise ein auf 868MHz eingestelltes Lesegerät aufgestellt, da hier zunächst nur lieferungsübergreifende Informationen auf Behälterebene interessant sind. Durch Trennung der Frequenzen bei Einzelteilen und Behältern wird ein unnötiges Auslesen der Einzelteilinformationen verhindert. In letzter Zeit wird dennoch aufgrund der besseren Erfahrungen auch für Einzelteile die Frequenz 868MHz favorisiert.

Die aktuelle Diskussion um die Potentiale von RFID könnte den Eindruck erwecken, dass es sich um eine neue Technologie handelt. Vielmehr besteht die Neuerung ab den 90er-Jahren in der Verkleinerung der Bauteile, der Nutzbarkeit eines weiteren Frequenzbandes um 868MHz und Entwicklungen zu einer kostengünstigeren Massenherstellung.

Ein wesentliches Merkmal von RFID gegenüber anderen Technologien ist die grundlegende Befähigung zur Erfassung von mehreren Transpondern im Lesefeld durch spezielle Erkennungs- und Antikollisionsverfahren. Diese Eigenschaft wird auch als Pulklesung bezeichnet [Gil07].

Parameter	Niedrigfrequenz	Hochfrequenz	Ultrahochfrequenz	Mikrowelle
Frequenz	125 - 134 kHz	13,56 MHz	868 bzw. 915 MHz	2,45 bzw. 5,8 GHz
Leseabstand	bis 1,2 m	bis 1,2 m	bis 4 m	bis zu 15 m (in Einzelfällen bis zu 1 km)
Lesegeschwindigkeit	langsam	langsam bis schnell	schnell	sehr schnell (aktive Transponder)
Feuchtigkeit	kein Einfluss	kein Einfluss	negativer Einfluss	negativer Einfluss
Metall	negativer Einfluss	negativer Einfluss	kein Einfluss	kein Einfluss
Ausrichtung des Transponders beim Auslesen	nicht nötig	nicht nötig	teilweise nötig	immer nötig
Weltweit akzeptierte Frequenz	ja	ja	teilweise (EU/USA)	teilweise (nicht EU)
Typische Transponderbauformen	Glasröhrchen-Transponder, Transponder im Plastikgehäuse, Chipkarten, Smart Label	Smart Label, Industrie-Transponder	Smart Label, Industrie-Transponder	Großformatige Transponder
Beispielhafte Anwendungen	Zutritts- und Routenkontrolle, Wegfahrsperrern, Wäschereinigung, Gasablesung	Wäschereinigung, Asset Management, Ticketing, Tracking & Tracing	Palettenerfassung, Container-Tracking	Straßenmaut, Container-Tracking

Tabelle 2-2: Frequenzbänder für RFID und deren Eigenschaften (in Anlehnung an [BSI04])

RFID unterliegt physikalischen Grenzen. Beispielsweise wird durch Metall und Flüssigkeit das elektromagnetische Feld beeinflusst und damit eine Lesung gestört oder verhindert. Es sind zwar Verfahren am Markt, die diese Störung umgehen, jedoch ist dies aktuell häufig mit hohen Kosten sowie mit Einschränkungen in der Nutzung verbunden ([Fin06], [VDI06a]). Es wird davon ausgegangen, dass auch durch technische Weiterentwicklung vor allem die Pulklesung dicht gepackter Teile mit hohem Metallanteil unmöglich bleiben wird.

Der Einsatz von RFID in der Praxis ist heute noch häufig von einer Abweichung der realen Eigenschaften von den in der Regel unter Laborbedingungen ermittelten Angaben der Hersteller und der Literatur geprägt [Sot03].

Transponder werden in der Regel von einem spezialisierten Hersteller an den Einsatzort geliefert. Sie können aber auch als Teil des Produktes, beispielsweise auf der Platine von elektronischen Produkten, konzipiert werden. Entweder wird die Information im Laufe der Nutzung auf den Transponder geschrieben oder es wird bereits während der Herstellung eine dann meistens unabänderliche Information auf den Transponder aufgebracht [Fin06].

RFID wird in sehr unterschiedlichen Anwendungsgebieten eingesetzt. Abb. 2-7 zeigt einige Einsatzbeispiele, die durch den Arbeitskreis „RFID in der Logistik“ der Bundesvereinigung Logistik aus eigenen Projekten in den Branchen Automobilindustrie, Handel, Konsumgüter und Logistikdienstleistung ermittelt wurden.

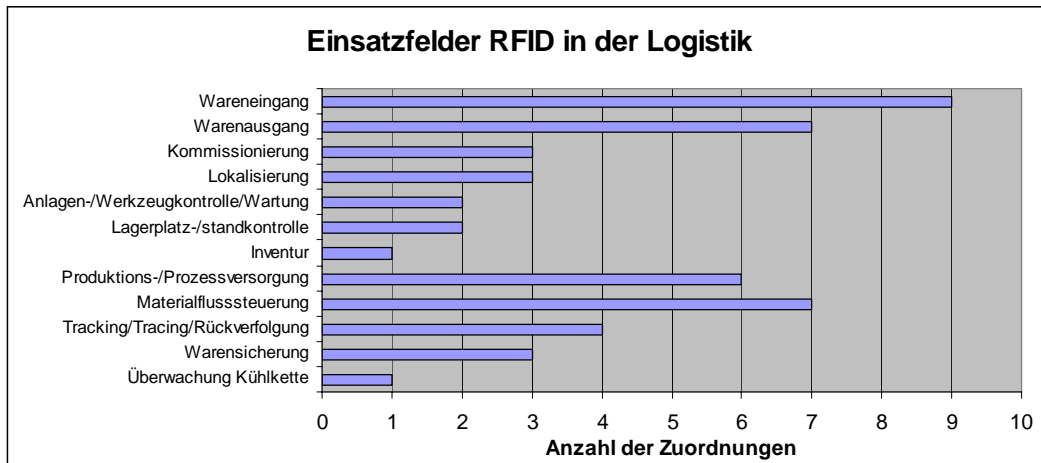


Abbildung 2-7: Einsatzfelder RFID (in Anlehnung an [Cou05])

[Chi06] nennt generell Unterstützungsmöglichkeiten durch RFID in den Gebieten Erfassung, Überwachung, Steuerung und Verfolgung.

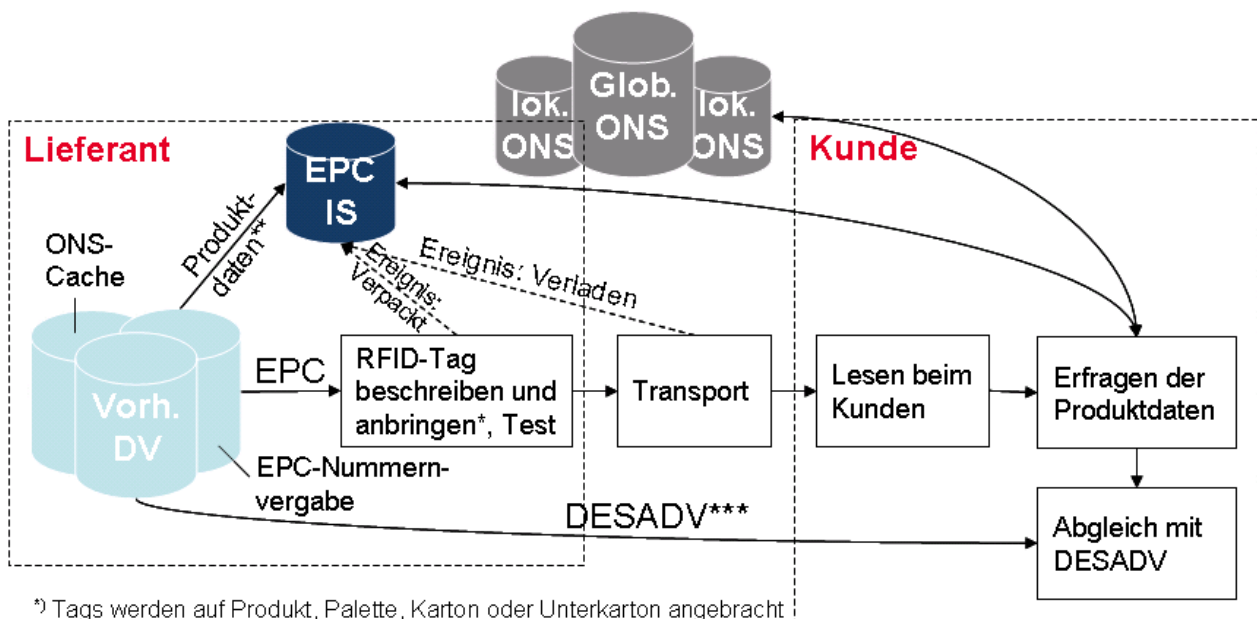
In Kapitel 2.2.2.2 wurden bereits die zentrale und dezentrale Datenhaltung vorgestellt. Für RFID wird eine dezentrale Datenhaltung vor allem im Zusammenhang mit dem Electronic Product Code (EPC) diskutiert. Dieser Code ist verwandt mit dem EAN-/UPC-Code, der unter Verwendung des Barcodes im Handel als artikelspezifische Referenznummer Verwendung findet. EPC geht einen Schritt weiter, indem über die Artikelgruppe hinaus eindeutig das einzelne Produkt referenziert wird [Hom04]. Der Aufbau ist in Abb. 2-8 dargestellt.

Für den aktuellen Einsatz wird im Handel ein einfacher Abgleich der Lieferung mit dem parallel zum Materialfluss gesendeten Lieferavis (DESADV) mithilfe der Referenznummer favorisiert (siehe 2.2.2.2; Beispiel REWE vgl. [Joh07]). Gleichzeitig wird von der NonProfit-Organisation EPCGlobal Inc. ein Netzwerk wie in Abb. 2-9 dargestellt entwickelt. Die Informationen werden auf einem über Internet zugänglichen EPCIS-Server abgelegt, den jeder beteiligte Lieferant zur Verfügung stellt. Von einem zentralen Object Name Server (ONS) kann der Kunde mithilfe der vom Produkt ausgelesenen Referenznummer die zugehörige Internetadresse des EPCIS abrufen und damit auf den EPCIS und die gesuchten Informationen zugreifen. Durch eine solche Architektur kann unabhängig vom Informationsfluss des Lieferavis an allen Stellen im Materialfluss auf Informationen bezüglich des Produktes zugegriffen werden [GS107].

DER ELEKTRONISCHE PRODUKTCODE (EPC)
 Welche Informationen sind gespeichert? (beispielhafte dezimale Darstellung)

Nummern-code	Datenkopf	Filterwert	Partition	Basis-nummer	Artikel-nummer	Serien-nummer
	48	2	5	4009418	012894	000000123456
Inhaltliche Beschreibung	EPC-Version: SGTIN-96	Handels-einheit: Karton	Trennung nach siebter Ziffer	Hersteller-identifikation: Tip	Warentyp: Küchentücher mit Strukturprägung	

Abbildung 2-8: Aufbau mit Beispiel des Electronic Product Codes (EPC) auf Basis SGTIN-96 [Met07]



*) Tags werden auf Produkt, Palette, Karton oder Unterkarton angebracht
 **) Produktdaten gemäß Inhalt heutiger VDA-Warenanhänger [VDA4902]
 ***) Despatch Advice (Lieferavis) gemäß heutiger Spezifikation

Abbildung 2-9: Skizze EPCGlobal-Netzwerk

Drahtloses Sensornetzwerk

Die korrekte Bezeichnung für diese Technologie ist „Drahtloses Sensor- und Aktuatornetzwerk“, in der Praxis wird allerdings die verkürzte Bezeichnung „(Drahtloses) Sensornetzwerk“ verwendet [Gut03].

Kern ist ein sich eigenständig organisierendes Netzwerk an Sensorknoten (vgl. Abb. 2-10), die jeweils Informationen erfassen, speichern und weitergeben können, aber auch eine Entscheidungsfindung ermöglichen. Sensorknoten können an festgelegten Koordinaten oder zufällig angeordnet werden und sind, sofern das Netz entsprechend ausgelegt wird, auch an unzugänglichen Stellen erreichbar [Fra06a]. Neu in das System eintretende Sensorknoten werden automatisch erkannt und integriert. Der Ausfall eines Knotens wird durch eine Änderung der Organisation des Sensornetzwerkes kompensiert. Die Übermittlung von Informationen erfolgt über eine sogenannte Multi-Hop-Kommunikation, die eine Weitergabe von Informationen von Knoten zu Knoten bis zum Bestimmungsort bedeutet.

Durch dieses selbstorganisierende Netz werden keine festgelegten Kommunikationspfade und keine Infrastruktur benötigt [Fra06]. Auch Adresse und Namen eines einzelnen Knotens sind in Sensornetzwerken von geringerem Interesse, da die Adressierung über Aufenthaltsort oder der lieferbaren Information erfolgt [Mat03].



Abbildung 2-10: Sensornetzwerk [Fra06]

Die Anbindung an andere Systeme erfolgt über eine Netzkopplung, einem sogenannten Gateway-Knoten [Sch04].

Eine Standardisierung besteht durch IEEE 802.15.4 [IEE802], über die sogenannte Zigbee Alliance sind mehrere Hersteller vereinigt. Es werden aber auch proprietäre Sensornetzwerke am Markt angeboten.

Eine detaillierte Darstellung der technischen Details zu Sensornetzwerken auf Basis von IEEE 802.15.4 enthält [Gut03].

Sensorknoten können analog RFID vom Hersteller geliefert werden oder, insbesondere bei elektronischen Produkten, Teil des Produktes sein.

Sensornetzwerke werden heute hauptsächlich in stationären Anwendungen wie der Gebäudeautomation, der industriellen Produktion und in der Sicherheitsüberwachung eingesetzt [Par07]. Ein Beispiel für eine mögliche Anwendung in der Logistik ist die „ortsflexible Steuerung von Kommissioniervorgängen“ durch ein auf Sensorknoten basierendes Pick-to-Light-System [Pöt07]. Der Sonderforschungsbereich 637 an der Universität Bremen erforscht die Selbststeuerung logistischer Systeme, hauptsächlich mithilfe von Sensornetzwerken [SFB07]. Ein Konsortium von Fraunhofer-Instituten erforscht in einem Projekt Vitol die Realisierung „sensornetzbasierter logistischer Informations- und Steuerungssysteme“ [IML07a].

2.2.3 Schnittstellen und Medienbruch

Informationsaustauschprozesse können über unterschiedliche Schnittstellen ablaufen [Laf00]:

- Mensch-Mensch-Schnittstelle
- Mensch-Maschine-Schnittstelle
- Maschine-Maschine-Schnittstelle.

Grundsätzlich sind Schnittstellen, auch als Medienbruch bezeichnet [Str05a], jedoch zu vermeiden. Insbesondere bei der Mensch-Mensch-Schnittstelle und der Mensch-Maschine-Schnittstelle sind unbemerkte Fehler möglich.

Wenn die Informationslogistik durchgängig und für die gesetzten Anforderungen sinnvoll geplant ist, können Medienbrüche und damit Fehlerquellen vermieden und durch Entlastung der manuellen Entscheidungsträger Geschäftsprozesse beschleunigt werden [Vah98].

In Kapitel 2.2.2 wurde deutlich, dass nicht alle Informationstechnologien die volle Informationsfunktion erfüllen können. So hat die Vorstellung der hier betrachteten Technologien gezeigt, dass insbesondere die Teilfunktion der Entscheidungsfindung nur durch menschliche Tätigkeit, Rechnersysteme und Sensornetzwerke durchgeführt werden können. Dies ist ein wesentlicher Punkt, der eine effiziente Konstruktion einer übergreifenden Informationslogistik mit möglichst wenigen Medienbrüchen stark beeinflusst. Wird beispielsweise eine Information auf einem 1D-/2D-Code oder einem RFID-Transponder gespeichert, so ist für die Entscheidungsfindung ein Übergang auf eine der drei dafür möglichen Informationstechnologien zwingend erforderlich.

Abb. 2-11 stellt die Größe der Lücke und damit die Höhe der relativen Grenzkosten zwischen realer und digitaler Welt für unterschiedliche Technologien dar.

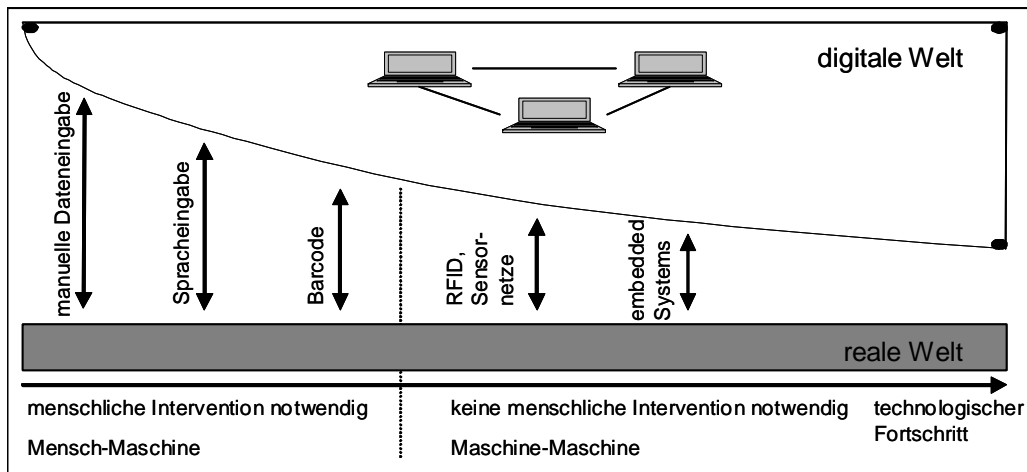


Abbildung 2-11: Integration von realer und virtueller Welt [Fle05]

2.3 Vorhandene Ansätze der Informationsflussgestaltung

In der unternehmerischen Praxis werden heute vielfach sinnvoll erscheinende Einzelszenarien aufgestellt und anschließend eine individuelle Bewertung kostenwirksamer Bestandteile, beispielsweise mit Hilfe einer einfachen Tabellenkalkulations-Software, durchgeführt. Diese konventionelle Methode ist mit einem sehr hohen Aufwand und Redundanz bei parallelen Projekten verbunden und verhindert eine breite Sicht auf mögliche Lösungen.

Es gibt eine große Fülle an Beiträgen in dem Bereich der Informationsflussgestaltung und der zugehörigen Nutzen- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. Sie stammen aus der Wissenschaft, mehrheitlich aber aus der Wirtschaft in Form von Beratungsunternehmen oder Anbietern von Software und Hardware der Informationstechnologie. Im Folgenden werden daher nur relevante oder für eine Vorgehensweise repräsentative Arbeiten genannt. Die Bandbreite für die wirtschaftliche Bewertung reicht in den Beiträgen von einfachen Hinweisen in Textform bis hin zu mathematischen Verfahren. Eine tiefer greifende Behandlung dieser Verfahren ist in [Man06] zu finden und soll hier nicht im Einzelnen wiederholt werden.

In aktuellen Beiträgen steht RFID im Mittelpunkt der Überlegungen, aus den anderen technologischen Möglichkeiten wird maximal der Barcode als Vergleichstechnologie hinzugezogen. Eine ganzheitliche Betrachtung unter Berücksichtigung von neueren Technologien wie RFID und Sensornetzwerke wie auch klassischen Informationstechnologien wie Rechner-systeme und Klarschrift, aber auch des Menschen, ist in der Literatur nicht zu finden.

Einige Verfahren haben einen sehr starken Fokus auf die Kosten- und Nutzenbewertung. Die technologische Konstruktion wird in keinem Beitrag unterstützt, obwohl die geführte Festlegung der Hardware und der Bewegungsabläufe einen entscheidenden Teil zur ganzheitlichen Optimierung der Informationslogistik beiträgt.

Viele der Ansätze zur Informationsflussgestaltung beruhen im Kern auf der Suche nach passenden, bestehenden Anwendungen zum Einsatz von Informationstechnologie, speziell RFID, in Dokumentationen, wie sie gerade in Fachzeitschriften der Logistik derzeit sehr weit verbreitet sind (sogenanntes Benchmarking). Dies birgt jedoch die Gefahr einer unreflektier-

ten Übernahme in die eigenen Abläufe. Überdies ist aus den Beschreibungen dieser sogenannten Business Cases nicht nachvollziehbar, ob sie tatsächlich nutzbringend umgesetzt wurden oder nur geschönt dargestellt werden, um ein innovatives Image eines Unternehmens zu bewerben.

Weiterhin besteht eine Tendenz zu Potentialanalysen, die sich auf die Identifikation von singulären Schwachstellen und deren Lösung durch RFID-Technologie beschränken. So erläutert beispielsweise ein Beratungsunternehmen auf Basis dieses Vorgehenstyps in [Irr06], dass Unternehmen „durchschnittlich über zehn bis zwölf RFID-relevante Prozesse“ verfügen. Diese Vorgehensweise führt zwangsläufig zu einer inselförmigen Optimierung und mangelt an einer ganzheitlichen Strategie im Informationsfluss. Zusätzlich werden durch ein solches Vorgehen häufig nur Bereiche betrachtet, die bereits mit Informationstechnologie ausgerüstet sind. Eine ganzheitliche Betrachtung sollte dagegen alle Prozessschritte betrachten, in denen mit Informationen umgegangen wird. So können möglicherweise bisher noch nicht betrachtete Anwendungen aufgespürt werden.

[Gas85] geht dagegen den Weg der Abstrahierung auf die notwendigen Informationsinhalte und legt aufgrund von dem Detaillierungsgrad der Information, der Häufigkeit der Informationsverarbeitung und der Informationsquellen und –wege das Informationsverarbeitungsmittel und den Informationsträger fest. Die grobe konstruktive Ausgestaltung sowie eine darauf aufbauende Bewertung bleiben dagegen aus. Aufgrund des Erstellungszeitpunktes der Arbeit ist die Berücksichtigung der Eigenschaften neuerer Technologien sowie der veränderten Bedingungen für die Unternehmen auf die Gestaltung der Informationslogistik nicht berücksichtigt.

Bezüglich der Kosten-Nutzen-Bewertung besteht aktuell ein Entwurf für eine VDI-Richtlinie 4472, Blatt 4 [VDI4472]. Diese Richtlinie richtet sich vor allem an klein- und mittelständische Unternehmen, beinhaltet die Analyse und Bewertung von Nutzenpotenzialen und ist ebenfalls auf RFID fokussiert.

Darüber hinaus gibt es Entwicklungen, die sich auf spezielle Teilbereiche in der Wirtschaft beziehen. Das Fraunhofer IML ist beispielsweise 2007 von der Stiftung Industrieforschung unter dem Projektnamen COBRA beauftragt worden, ein Verfahren zur Kosten-Nutzen-Analyse bezüglich RFID speziell im mittelständischen Bereich auszuarbeiten [IML07]. [Man06] hat ein „prozessorientiertes Modell zur Bewertung der ökonomischen Auswirkungen des RFID-Einsatzes in der Logistik“ entworfen, welches in seiner Hauptintention auf die Belange der Textilindustrie ausgelegt ist. IBM hat im Auftrag von GS1 Germany einen RFID-Kalkulator entwickelt, welcher speziell für den Einzelhandel eine reine Kosten- und Nutzenrechnung unterstützt [Vog05].

[Man06] und der Kalkulator von GS1 Germany berücksichtigen ausdrücklich die gesamte Wertschöpfungskette, was nicht durch alle Autoren erfolgt. Die Nutzungskette wie auch Bereiche des Marketings werden dagegen bisher von keinem Autor beleuchtet.

[Voj06] postuliert zwar die Entwicklung von Analyseverfahren für die Grobkonzeptphase der Identifikation und Bewertung von Einsatzpotentialen von RFID und nennt einige zu berücksichtigende Kriterien. Die Entwicklung eines entsprechenden Verfahrens und seine Anwendung für die Luftfahrtindustrie wurden angekündigt, bleibt jedoch auch dem Fokus RFID verhaftet.

Für die Automobilindustrie, Schwerpunkt Fertigung, hat [Stra05] Untersuchungen durchgeführt, hier überwiegen ebenfalls ökonomische Erwägungen.

Im Ersatzteilwesen wird aktuell in dem EU-Forschungsprojekt SMMART (System for Mobile Maintenance Accessible in Real Time) an der Anwendung von Sensornetzwerken in Nutzfahrzeugen und RFID für Ersatzteile von Helikopter-Triebwerken geforscht. Dabei wird an der Auswahl der passenden Technologie und ihrer konkrete Implementierung gearbeitet [Geh07].

Aus den vorhandenen Beiträgen sind folgende Schlüsse zu ziehen:

- Es besteht derzeit keine spezielle Literatur zur Optimierung oder Kalkulation der Informationslogistik im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie.
- Eine ganzheitliche Betrachtung der Wertschöpfungskette ist in einigen Beiträgen zwar vorhanden, die Nutzungskette sowie Maßnahmen des Marketings werden dagegen nicht berücksichtigt.
- Es besteht aktuell eine Konzentration auf wenige Informationstechnologien bei der Gestaltung der Informationslogistik, insbesondere auf einen Vergleich von Barcode (1D-Code) zu RFID. Eine übergreifende Erwägung neuerer wie auch klassischer Informationstechnologien ist aktuell in keinem Beitrag zu finden.
- Die grobe technologische Konstruktion der Informationslogistik wird nur in einigen Beiträgen bei der Bewertung berücksichtigt, in keinem Ansatz jedoch gestalterisch unterstützt.
- Vielfach wird an konkreten Prozessausschnitten oder mithilfe spezifischer Anwendungsbeispiele gearbeitet, statt abstrahiert aufgrund von Zielsetzungen im Unternehmen die erforderlichen Informationsverarbeitungsprozesse zu gestalten.

3 Begriffe und Eigenheiten des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie

3.1 Definition und Abgrenzung allgemeiner Begriffe

Technische Produkte verlieren in der Regel im Laufe ihrer Nutzung durch Versagen oder Verschleiß von einzelnen Komponenten, bedingt durch Einflüsse von innen und außen, ganz oder teilweise ihre Funktionsfähigkeit. Durch Austausch von defekten oder verschlissenen Teilen oder durch Ergänzen von fehlenden Teilen wird diese Funktionsfähigkeit wiederhergestellt [Ebe04], [Sch97]. Die dabei eingesetzten Teile, Baugruppen oder vollständigen Erzeugnisse werden nach [DIN24420] als Ersatzteil bezeichnet. In der Literatur bestehen Unterklassen zum Begriff des Ersatzteils, die für diese Arbeit jedoch ohne Relevanz bleiben. Daher wird an dieser Stelle auf eine Darstellung verzichtet und beispielhaft auf [Bie95] verwiesen.

Vom Begriff des Ersatzteils abzugrenzen ist zunächst das Produktteil als ein in der Herstellung des Produktes, auch als Erstausrüstung bezeichnet, benötigtes Teil [Sch97].

Weiterhin besteht in der Literatur der Begriff des Zubehörteils [Ihd99], [Pfo95]. Zubehörteile werden aufgrund eines Ergänzungsbedarfs zusätzlich oder nachträglich eingebaut [Ihd99] und gehören nicht zur Grund- oder Serienausstattung des Fahrzeugs. Beispiele sind eine gegenüber dem Primärprodukt leistungsfähigere Radioantenne (auch als Nachrüstteil bezeichnet) und Lammfellbezüge für die Sitze (auch als Zusatzteil bezeichnet [Ihd99]).

Aufgrund dieser erweiterten Sicht nehmen einige Unternehmen in die Benennung ihres Bereiches, der sich um die Versorgung für die Nachkaufphase kümmert, nicht den Begriff Ersatzteil auf. Die Volkswagen AG spricht beispielsweise allgemeiner vom Teilewesen.

Die Versorgung des Ersatzteilkunden wird durch die Ersatzteillogistik sichergestellt [Ebe04]. Diese umfasst nach [Sch99] die „marktorientierte, integrierte Planung, Gestaltung, Abwicklung und Kontrolle des gesamten Flusses an Ersatzteilen und dazu gehörigen Informationen zwischen einem Ersatzteilanbieter und einem –nachfrager“ nach logistischen Kriterien. [Bie95] spricht in diesem Zusammenhang allgemeiner von `Ersatzteilwirtschaft` und `Ersatzteilmanagement`. Der `Ersatzteilkunde`, im Folgenden nur noch als `Kunde` bezeichnet, ist dabei nach [Ihd99] der Verwender des Ersatzteils und damit die letzte Stufe im Distributionssystem.

3.2 Definition und Abgrenzung relevanter Begriffe im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie

Die Bedingungen, unter denen das Ersatzteilmanagement aufgebaut wird beziehungsweise die sie erfüllen muss, sind stark von Struktur, Anforderungen und Erwartungen der jeweiligen Branche abhängig. „After-Sales-Logistik ist nicht gleich After-Sales-Logistik“ [Mer06]. Daher erfolgt eine weitere Betrachtung des Ersatzteilmanagements direkt im Fokus der in dieser Arbeit betrachteten Automobilbranche. Es wird dabei kein vollständiger Überblick über die Spezifika dieser Branche angestrebt, sondern nur die für die Konzeption der Informationslogistik wichtigen Aspekte herausgefiltert.

Der Ersatzteilmarkt ist für die Automobilindustrie hochprofitabel und damit eine wichtige und auch umkämpfte Ertragsquelle. Laut [Bos05] entfielen im Jahre 2004 etwa 8% des Umsatzes im Automobilbereich auf das Ersatzteilgeschäft. Dabei wurden 58% des Gewinns generiert. Im Jahre 2006 stieg der Umsatz im Serviceteilgeschäft nach dem Zentralverband Deutsches Kraftfahrzeuggewerbe (ZDK) erneut um 5,4% auf 27,1 Mrd. Euro [VDA07]. Insbesondere das steigende Durchschnittsalter des Fahrzeugsbestandes von 6,8 Jahren in 1995 [Det06] bis etwa 8,1 Jahren Anfang 2007 [VDA07] unterstreicht die Bedeutung des Geschäftsfeldes.

In Ergänzung zu den allgemeinen Definitionen werden Ersatzteile im Automobilbereich unterschieden in

- Original-Ersatzteil: Der Teilehersteller liefert Teil auch in die Erstausrüstung eines Automobilherstellers. Traditionell wird der Begriff nur für Teile verwendet, die über diesen Automobilhersteller vertrieben werden [Eri90]. Nach der Gruppenfreistellungsverordnung [GVO02] aus dem Jahre 2002 wurde diese Einschränkung jedoch gesetzlich aufgehoben [Det06]
- Identteil: Der Begriff bezeichnet Teile, die der Teilehersteller baugleich und aus gleicher Produktion über einen anderen Vertriebsweg als den Automobilhersteller vertreibt [Pfe85]
- Nachbauteil: Der Begriff bezeichnet Teile, welche dem Teil in der Erstausrüstung funktionsgleich nachempfunden sind. Der Hersteller liefert diese Teile nicht an die Erstausrüstung. Die Qualität der Teile kann höher oder geringer sein als die der Erstausrüstung [Det06]

Auf dem Ersatzteilmarkt der Automobilindustrie agieren Primärprodukthersteller sowie gebundene und ungebundene Teilehersteller. Primärprodukthersteller können selbst hergestellte Teile, wie beispielsweise im eigenen Presswerk hergestellte Karosserieteile, auch im Ersatzteilmarkt vertreiben. Gebundene Teilehersteller sind zunächst Lieferanten der Primärprodukthersteller, können aber auch gleichzeitig Anbieter im freien Ersatzteilmarkt sein. Ungebundene Teilehersteller sind nicht an der Erstausrüstung beteiligt [Ihd99].

Die Arbeit fokussiert auf die Wertschöpfungs- und Nutzungskette ausgehend von einem gebundenen Teilehersteller, der grundlegend Original- und Identteile am Markt anbietet, zur

Vervollständigung der Produktpalette im Sinne einer umfassenden Marktpräsenz aber auch Nachbauteile im Sortiment führt. Die Wertschöpfungs- und Nutzungskette umfasst in der Regel die ggf. mehrstufige Produktion, die Lagerstruktur des Teileherstellers sowie der Großhandelsstufen, die Werkstätten bis hin zum Betrieb des Teils im Fahrzeug. Bei einigen Teilen erfolgt eine Aufbereitung von defekten Teilen zu neuwertigen Teilen. Die Kette schließt mit der Demontage der Teile.

3.3 Randbedingungen des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie für die Informationslogistik

Es gibt eine Reihe von Bedingungen, die für das Ersatzteilmanagement Gültigkeit besitzen und die wichtige Randbedingungen für die Konzeption einer schlagkräftigen Informationslogistik darstellen.

Komplexe Distributionsstufen

Im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie ist vielfach eine kurze Lieferzeit der Teile entscheidend im Wettbewerb. Dadurch sind oftmals zwei bis drei oder mehr Lagerstufen in der gesamten Kette erforderlich, um nah an die global verteilten Kunden zu kommen.

Reaktions- und Lieferzeiten

Da wenigstens im Falle des Versagens von Teilen im Automobil die Bereitstellung von Ersatzteilen zeitkritisch ist, um schnell die Funktionsfähigkeit wieder herzustellen, werden an den Ersatzteilbereich hohe Anforderungen bezüglich der Reaktions- und Lieferzeit gestellt. Damit verbunden sind hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit und die Liefererfüllung [Fre95].

Angebotsspektrum an Artikelnummern sehr groß

Im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie wird oftmals ein Sortiment von bis zu 100.000 Artikelnummern bei größeren Anbietern erreicht. Davon sind oftmals rund 90% Langsamdreher. Das Artikelspektrum im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie steigt tendenziell stetig an. Gründe hierfür sind hauptsächlich eine stark gestiegene Variantenvielfalt im Primärproduktbereich sowie die stetige Verlängerung der unten beschriebenen Nachserienversorgung. So hat sich beispielsweise bei der Volkswagen AG in zwölf Jahren das Sortiment verdoppelt [Bür00]. Eine ähnliche Entwicklung ist auch bei den gebundenen Teileherstellern zu beobachten. Hier wird zusätzlich häufig eine weitgehende Marktabdeckung der gängigen Ersatzteile angestrebt, um eine hohe Kundenbindung im Ersatzteilwesen zu gewährleisten. Das Sortiment ist dadurch sehr heterogen in Form, Größe, Material, Technologie, Anwendungsumgebung und Wert. So ist im Artikelspektrum oftmals beispielsweise eine kleine, geringwertige Kunststoffklemme genauso vertreten wie ein großer Starter oder ein zwar kleines, aber sehr hochwertiges Steuergerät.

Dieser Aspekt bedeutet eine große Informationsvielfalt bei gebundenen Teileherstellern. Gleichzeitig ist die heterogene Artikelstruktur ein Treiber der Komplexität der Informationslogistik, so dass eine differenzierte Betrachtung sinnvoll sein könnte.

Lieferantenanzahl

Das Ziel großer Anbieter im Ersatzteilwesen ist, wie schon beschrieben, häufig ein umfassendes Sortiment. Wenn Kunden möglichst alle Teile ihres Fahrzeuges bei einem Anbieter bekommen, so fördert dies Akzeptanz und Zufriedenheit beim Kunden. Dabei werden Teile, die nicht selbst hergestellt werden, von externen Lieferanten weltweit beschafft. Die Größe der Lieferanten schwankt zwischen Global Playern im Markt bis hin zu sehr kleinen Einzelunternehmen. Teilweise bestehen dabei Austauschverträge zwischen Anbietern von Ersatzteilen. Die Lieferantenanzahl ist gegenüber der Primärproduktherstellung oftmals höher.

Diese Komplexität hat einen großen Einfluss auf die Konzeption der Informationslogistik, da Partner mit unterschiedlichen Standards, Sprachen und auch technischen wie wirtschaftlichen Potenzialen Berücksichtigung finden müssen.

Produktpiraterie, Fälschungen

Die Meinungen zur tatsächlichen Unterwanderung des Ersatzteilmarktes der Automobilindustrie mit Fälschungen sind geteilt. Während der Gesamtverband Autoteile-Handel e.V. (GVA) von einem vernachlässigbaren Anteil ausgeht [GVA07], bewegen sich andere Schätzungen bei 10% aller Teile EU-weit [Det06]. Unabhängig von der tatsächlichen Zahl ist eine klare Information bezüglich der Originalität grundsätzlich aufgrund des potentiellen Schadens für das Markenimage und falscher Garantieforderungen empfehlenswert.

Prognostizierbarkeit des Ausfallverhaltens gering

„Supply chains for production may be just in time but for spare parts it`s often just in case.“ Im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie sind nur etwa 20% der Artikelnummern gängig [Lew05]. Vielfach fehlen im Automobilbereich heute die notwendigen Informationen, um eine ausreichende Prognose des Bedarfes an Ersatzteilen durchführen zu können. Dies führt zu unnötigen Lagerbeständen.

Heterogene Vertriebskanäle

Im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie wird in die Vertriebskanäle Original Equipment Services (OES) und Independent Aftermarket (IAM) unterschieden. OES ist der Ersatzteilwesen der Primärprodukthersteller, IAM der freie Teilehandel. Im IAM-Bereich liefern freie Großhändler hauptsächlich an freie Werkstätten, aber auch an den Einzelhandel, Tankstellen, Regiebetrieb oder private Abnehmer [Eri90]. Derzeit werden 55% der Ersatzteile im OES-Bereich abgesetzt [GVA07] und dabei 57% des Umsatzes erzielt [Bos05]. Allerdings geht die Entwicklung in Richtung IAM. [Bos5b] prognostiziert einen Rückgang des Umsatzes von OES bis 2015 auf bis zu 35%. Schon heute werden tendenziell gerade die für den Er-

satzteilmarkt interessanter Fahrzeuge ab einem Alter von sechs Jahren zu über 50% im IAM-Bereich instand gesetzt [Bos5a]. Der OES-Bereich muss sich daher für den gestiegenen Wettbewerb rüsten. [Det06] schlägt hierzu den Ausbau einer exzellenten Logistik mit höchster Verfügbarkeit sowie erweiterte Mobilitäts Garantien vor, die an die regelmäßige Verwendung von Ersatzteilen aus dem OES-Bereich gekoppelt sind. Hierzu sind gesicherte Informationen notwendig.

Der OES-Bereich ist ein sehr individuell geprägter Markt, in dem jeder Primärprodukt hersteller durch den Teilehersteller seine für sich gesetzten Standards eingehalten bekommen möchte. Dies äußert sich beispielsweise bei der Teile- und Versandverpackung und bei Inhalt und Platzierung von Informationen. Diese potenzielle Heterogenität ist im IAM-Bereich derzeit nicht in diesem Ausmaße vorhanden.

Service

„Primärprodukte können in der Regel mit einer Produktinformation hinreichend erklärt werden, Ersatzteile hingegen sind sehr erklärungsbedürftig“ [Luk84]. Informationen spielen damit eine tragende Rolle für den Kunden im Ersatzteilwesen.

Insbesondere für industrielle Produkte, wie es das Automobil darstellt, ist die Ersatzteilversorgung zu einem wichtigen Hebel zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit im Primärproduktmarkt geworden [Ihd99]. Der Bedarf an Ersatzteilen stellt für den Verwender eher ein negatives Erlebnis dar, da abgesehen von der Wiederherstellung des ursprünglichen Betriebszustandes kein Zusatznutzen aus der Verwendung des Ersatzteiles entsteht [Pfo95]. Die Wiederkauf rate und mögliche Weiterempfehlungen bezüglich des Primärprodukts hängen damit auch stark vom Serviceangebot im Ersatzteilwesen ab [Ihd99]. [Sch99] nennt die Nachkaufphase eines Primärproduktes daher eine „präferenzbildende Dimension“. Dies gilt insbesondere für Produkte, die bei Ausfall schnell instandgesetzt werden müssen [Sch99] und für die z.B. aufgrund von Verschleißneigung ein starker Ersatzteilbedarf besteht. So gelten diese Aussagen sehr stark für das Automobil. Abb. 3-1 zeigt Möglichkeiten, diesen Servicegrad zu steigern. Basis für diese Instrumente sind in jedem Falle objektbezogene Informationen. So wird beispielsweise ein Serviceinstrument „pay on production“ nicht ohne Informationen über die tatsächliche Nutzung des Systems funktionieren.

Hoher Preisdruck

Im Ersatzteilmarkt ist eine Durchsetzung steigender Preise aufgrund bereits traditionell bestehender hoher Margen sowie durch eine stetige Erhöhung der Wettbewerbssituation nicht einfach möglich. Dadurch hat sich in den letzten Jahren der Rationalisierungsdruck im Ersatzteilwesen erhöht [Hen04], Die Margen sind durch den hohen Wettbewerb unter Druck geraten [Bos5a]. Ein Mittel zur Rationalisierung ist eine effiziente Informationslogistik in den Prozessen. Eine weitere Möglichkeit zur Minderung des Margendruckes für einen gebundenen Teilehersteller ist auch die Stärkung der Präsenz der eigenen Marke „im Bewusstsein des Endabnehmers“ [Eri90] über Erstausrüstung wie auch Ersatzteilmarkt. Hierfür sind Mar-

ketingmaßnahmen notwendig, die insbesondere durch die Marke stärkende Informationen am Produkt unterstützt werden können.

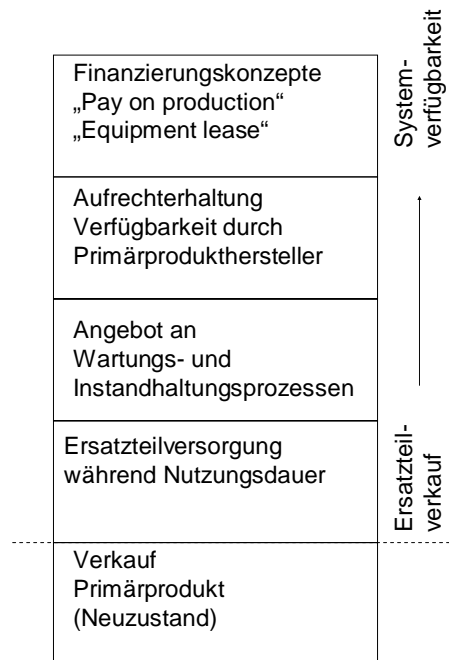


Abbildung 3-1: Steigerungsmöglichkeiten Servicegrad im Ersatzteilwesen (in Anlehnung an [Bra06])

Verpflichtung zu Langzeitbevorratung nach Auslauf der Serienproduktion (sog. Endbevorratung)

Um als gebundener Teilehersteller in der Erstausrüstung agieren zu können, müssen oftmals verbindliche Zusagen über eine garantierte Nachserienversorgung abgegeben werden. Je nach Gesamtproduktionsvolumen eines Fahrzeugmodells kann diese Verpflichtung noch eine gewisse Zeit durch Produktion der Teile befriedigt werden. Fällt jedoch der Bedarf unter eine gewisse Mengenschwelle, die eine bedarfsnahe Produktion nicht mehr wirtschaftlich erlaubt, oder wird die Produktionstechnologie ersetzt, so muss eine Restmengenfertigung erfolgen, die eine Nachserienversorgung weiter über Lagerbestand abdeckt. Fahrzeughersteller sind an eine 10-jährige Nachlieferfrist von Ersatzteilen gebunden [VDA07], die sie auch an ihre Lieferanten weitergeben. DaimlerChrysler hat sogar mit seinem Programm Mobilo Life seinen Kunden eine 30-jährige Mobilitätsgarantie für alle Fahrzeuge ab Zulassungsdatum 24.10.1998 zugesagt. Dies führt zu einer sehr langen Endbevorratungsdauer von Ersatzteilen. Neben der Haltbarkeit der Produkte über die lange Lagerzeit, beispielsweise physikalisch-chemische Vorgänge und Austrocknung [Tra00], ist auch eine sichere Konservierung der produktnahen Informationen über diese lange Lagerdauer sicherzustellen.

Aufarbeitung defekter Teile (Serieninstandsetzung)

Ersatzteile können sowohl Neuteile als auch Gebraucht- oder Reparaturteile sein [Sch97]. In der Automobilindustrie hat sich in den letzten Jahren ein Trend zur sogenannten Serieninstandsetzung entwickelt. Defekt aus Fahrzeugen ausgebaute Teile werden vom Ersatzteillieferanten eingesammelt, aufbereitet und als Reparaturteile wieder in den Markt gebracht. Die Abrechnung der Altgeräte erfolgt über eine Pfandverrechnung zwischen geliefertem Altteil und abgenommenem Reparaturteil. Ursprüngliches Ziel war die Schaffung eines Angebotes an günstigeren Ersatzteilen speziell für ältere Fahrzeuge, bei denen die Bereitschaft der Kunden zur Zahlung hoher Ersatzteilpreise geringer wird. Daneben gewinnt aber auch die Aufbereitung von Teilen mit kurzen Lebenszyklen und hohem Entwicklungsfortschritt im Sinne einer vereinfachten Nachserienversorgung an Bedeutung. Besonders bei elektronischen Komponenten besteht hier großer Handlungsbedarf [Aßm04]. Dabei ist bei einigen Teilen aus technologischen Gründen eine maximale Anzahl an Aufbereitungen zu beachten. Dies erfordert eine entsprechende Dokumentationssicherheit.

Ökologische Verträglichkeit ist zu gewährleisten

Eine stetige Beachtung ökologischer Belange ist notwendig, denn „ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Umweltverträglichkeit, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Kundennutzen sind Voraussetzungen für den Erfolg am Markt“ [VDA07]. Umweltverträglichkeit umfasst neben der Minderung von Emissionen und der Schonung von Ressourcen auch das umweltgerechte Recycling. Hierfür wurde beispielsweise in der Automobilindustrie eine Markierung von Kunststoffteilen für eine bessere Trennung eingeführt [VDA07]. Informationen für einen verlässlichen Prozess sind unerlässlich und müssen am Demontagearbeitsplatz zur Verfügung stehen.

3.4 Überblick zu aktuellem Stand der Informationstechnologie im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie

Die den Materialfluss begleitenden Informationen werden aktuell im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie teilweise manuell, hauptsächlich jedoch mit den Technologien Klarschrift und Barcode sowie in Rechnersystemen gespeichert und verarbeitet. RFID ist aktuell nur in geschlossenen Kreisläufen im Einsatz. So setzt die Robert Bosch GmbH, im Folgenden kurz Bosch, beispielsweise seit vielen Jahren Transponder für die lagerinterne Steuerung von Transportbehältern im Lager Karlsruhe ein. Eine Ausweitung der Nutzung von RFID auf offene Kreisläufe wird jedoch an vielen Stellen angestrebt und für die nahe Zukunft erwartet. Konkrete Ideen oder konkrete Anwendungen von Sensornetzwerken im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie sind dagegen nicht bekannt.

Die Nutzung von Informationstechnologie ist in den beiden Vertriebskanälen IAM und OES sehr unterschiedlich. Der weitgehend mittelständisch geprägte IAM-Bereich arbeitet von Rechnersystemen abgesehen vielfach noch ohne Informationstechnologien. Der OES-Bereich ist dagegen technikaffiner und bewertet neue Technologien sehr aufgeschlossen be-

züglich einer möglichen Nutzbarkeit. Das noch vor einigen Jahren im OES-Bereich geltende Idealbild einer weitgehenden Vollautomatisierung von Material- und Informationsfluss ist allerdings heute einer Sichtweise gewichen, die auch die Vorteile manueller Abwicklung in die Konzepte einbindet.

Gängige Rechneranwendungen sind ERP-Softwarelösungen und hierarchisch darunter angeordnete Lagerverwaltungssysteme (LVS). Sind ungleiche ERP-Systeme bei Unternehmen mit Informationsaustausch im Einsatz, wird das Datenformat in der Schnittstelle über einen EDI-Manager übersetzt. Zwischen ERP-System und LVS werden die für die Lager relevanten Daten zur Auftragsabwicklung und die für das ERP-System relevanten Daten der Lagerbewegungen ausgetauscht.

In der Regel werden auf beiden Ebenen auch allgemeingültige Stammdaten verwaltet. In der ERP-Software werden u.a. Produktdaten sowie Informationen zur Auftragsabwicklung gesammelt. Beispiele sind Gewicht, Maße, maximale Lagerzeit der Produkte sowie Packvorschriften der Kunden. In den LVS werden in der Regel davon die im Lager verwendeten Informationen für einen schnelleren Zugriff redundant gespeichert. Zusätzlich werden lager-spezifische Informationen verwaltet, beispielsweise Maße der Lagerplätze und Belegungsinformationen der Lagerplätze.

Als ERP-Software hat sich SAP in der Automobilindustrie etabliert, während sich die LVS-Landschaft sehr heterogen darstellt. Letzteres wird nicht als Hindernis gesehen, da zwischen LVS in der Regel kein Datenaustausch stattfindet, während zur ERP-Software weitestgehend standardisierte Schnittstellen vorhanden sind.

In der Informationslogistik des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie sind nur wenige Informationsträger durch die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette hindurch verfügbar. Ein Beispiel ist das Typenschild am Produkt mit Informationen in Barcode- und Klarschriftform. Dieser Informationsträger ist wiederum an vielen Stellen, beispielsweise in der Logistik, durch Verpackung und Umverpackung hindurch für die Nutzung nicht zugänglich. So ist für einen durchgängigen, an allen Stellen der Kette nutzbaren Informationsfluss oftmals ein Medienbruch erforderlich. Abb. 3-2 zeigt am Beispiel eines Lagers von Bosch die Fülle an aktuellen Informationsträgern sowie deren geringe Nutzungsdauer.

Aufbau und Art der Informationsträger, zumal in der Schnittstelle zwischen Unternehmen, sind zum großen Teil standardisiert. So sind über den Verband der Deutschen Automobilindustrie (VDA) und die europäischen und internationalen Schwester- und Dachverbände Regeln über Aufbau und Inhalt entstanden. Typische Beispiele sind Bestimmungen für den vorseilenden elektronischen Datenaustausch (EDI) per Datenfernübertragung (DFÜ) zwischen Lieferant und Kunde nach [VDA4913] sowie die materialfluss-begleitenden Informationsträger DFÜ-Warenbegleitschein [VDA4912] und der bereits in Kap. 2.2.2 erwähnte VDA-Warenanhänger mit unterschiedlichen Unterformen [VDA4902]. Darüber hinaus sind dennoch proprietäre Belege, z.B. eigene Adressetiketten von liefernden Unternehmen oder Speditionen, im Einsatz.

Der VDA-Warenanhänger ist ein Beispiel für die häufig anzutreffende Verknüpfung von Barcode und Klarschrift auf Belegen. In einigen Fällen wie diesem werden die Informationen dezentral am Objekt mitgeführt. Allerdings ist immer eine Kopie des Datensatzes in einem Rechnersystem vorhanden. Ansonsten dominiert eine rein zentrale Datenhaltung mit Referenznummernsystem auf notwendigen Belegen. Die Rechnersysteme sind für eine maximale Datensicherheit und Verfügbarkeit über redundante Systeme und interne wie externe Mehrfachspeicherung abgesichert.

Diese Darstellung unterstreicht noch einmal die eingangs erwähnte hohe Komplexität der Informationslogistik bei gleichzeitig fehlender, ganzheitlicher Optimierung.

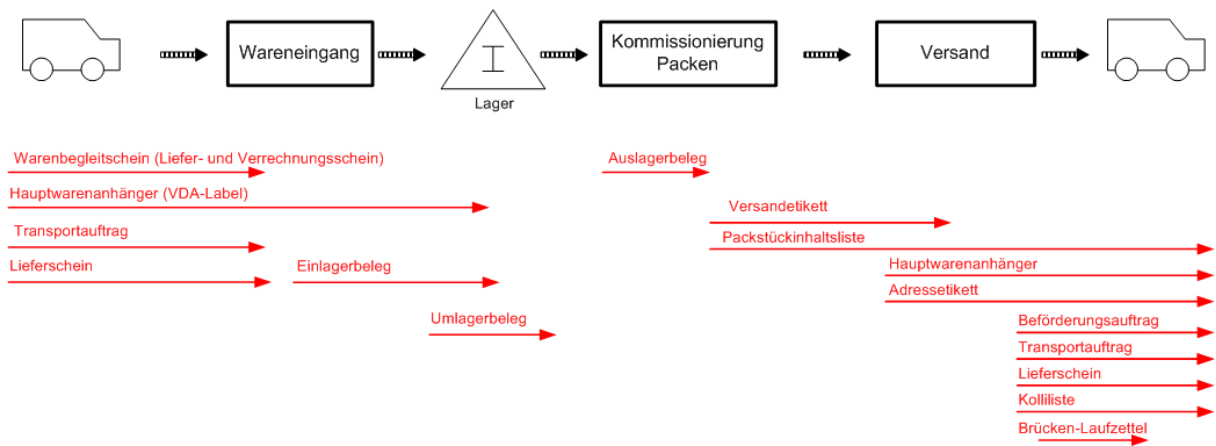


Abbildung 3-2: Informationsträger und deren Nutzungsdauer in einem Lager der Robert Bosch GmbH

3.5 Toyota-Produktions-System als aktuelle Leitlinie der Automobilindustrie

In der westlichen Automobilindustrie besteht aktuell ein deutlicher Trend, Leitlinien des sogenannten Toyota-Produktions-Systems in die Unternehmen zu integrieren [Köh05]. Es handelt sich dabei um eine umfassende Philosophie des japanischen Automobilherstellers Toyota. Das Toyota-Produktions-System, vor allem in der westlichen Literatur auch als Lean Management bezeichnet, ist „Basis für eine konsensfähige Vision einer kunden- und damit gesellschaftsorientierten Industrie, die die Transportbedürfnisse des Einzelnen und der Gesellschaft mit minimalem Einsatz materieller Mittel und möglichst geringer Beeinträchtigung der Umwelt befriedigt, also ein Maximum an Wertschöpfung erbringt“ [Ohn93]. Es ist unmöglich, in diesem Rahmen die gesamte Philosophie des Toyota-Produktions-Systems darzustellen. Es erfolgt daher eine Konzentration auf Ziele und Methoden mit direktem Bezug zur Informationslogistik. Abb. 3-3 stellt die wesentlichen Prinzipien des Toyota-Produktions-Systems grafisch dar.

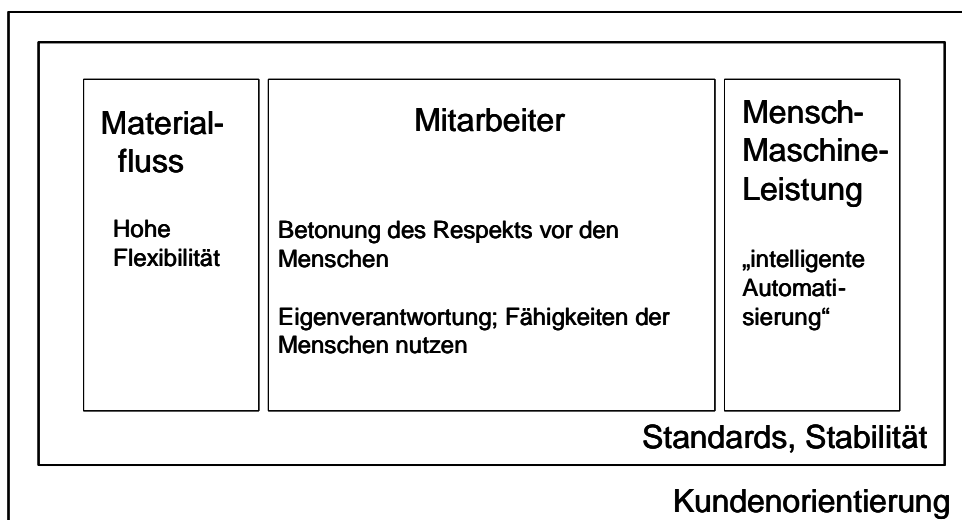


Abbildung 3-3: Wesentliche Prinzipien des Toyota-Produktions-Systems

Die Kundenorientierung als oberstes Ziel betrifft gleichermaßen die bedürfnisgerechte Bereitstellung von Produkten im Sinne von Funktion, Qualität und Kosteneffizienz wie auch von Informationen [Lik04]. Auch eine zu frühe oder für die Kunden unnötige Auslieferung von Informationen ist zu vermeiden. Zu viele Informationen führen nur zur Verwirrung [Ohn93]. Es ist „nur herzustellen, was der Kunde tatsächlich kaufen will“ [Köh05]. Informationen sollten daher genauso wie Produkte im Ziehprinzip [Ohn93] generiert werden. Informationen und Daten können auch Probleme verdecken. Wenn beispielsweise bestehende Integrations-, Sachnummer-, Methoden-, Organisations- und Zielprobleme gelöst werden, kann der benötigte Bestand an Informationen gegebenenfalls erheblich reduziert werden [Aug90].

Für eine schlanke, kundenorientierte Ausrichtung des Unternehmens sind umgekehrt Informationen über den Kunden erforderlich, die für die Bereiche Produktion, Marketing und Vertrieb möglichst effizient zur Verfügung gestellt werden sollten. Hierzu sehen japanische Hersteller die Informationstechnologie als ein die Kosten senkendes Mittel an [Wom94].

Der Mitarbeiter wird im Toyota-Produktions-System als ein Erfolgsfaktor gesehen. Wird den Mitarbeitern das Gefühl von Respekt und Wertschätzung vermittelt, werden ihre Fähigkeiten unterstützt und ausgebaut. Wird die Sicherung ihrer Arbeitsplätze vom Management unterstützt, so kommt dies dem Unternehmen durch höhere Motivation und Arbeitseinsatz positiv zugute [Köh05], [Wom94], [Ohn93].

In diesem Zusammenhang steht auch die Ansicht zur Automatisierung von Prozessen. Während die westliche Industrie stark auf Automatisierung setzt, geht das Toyota-Produktions-System einen erheblich differenzierteren Weg. So legt Toyota keinen sehr hohen grundlegenden Wert auf Technologie [Köh05]. Es wird als besser angesehen, beispielsweise Informationstechnologie auch dann sehr selektiv zu verwenden, wenn dadurch Automatisierung erfolgen kann und durch Reduzierung von Personal eine Kostensenkung möglich erscheint [Lik04]. Es sollen zunächst alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden, durch Prozessoptimierung eine Verbesserung zu erreichen; dabei ist die menschliche Arbeitskraft häufig die flexiblere Alternative [Lik04]. Anstelle der Reduktion der menschlichen Tätigkeit auf monotone Überwachungsaufgaben in einer ansonsten vollautomatisierten Umgebung wird der Mensch als wichtigster Produktionsfaktor gesehen und sinnvoll in die Aufgaben eingebunden. So können beispielsweise Maschinenkonzepte einfacher ausgelegt werden und unter anderem durch vereinfachte Schulungen eine höhere Flexibilität des Personaleinsatzes erreicht werden [Züh96].

Eine ständige Verbesserung der Prozesse, beispielsweise bei einer Änderung des Marktes, muss auf allen Ebenen der Unternehmen möglich bleiben [Lik04]. Das schließt auch die Informationslogistik mit ein. So müssen in hoch automatisierten Unternehmen häufig anstelle der eingesparten günstigen Arbeitskräfte Spezialkräfte eingesetzt werden, um die Technologie im Griff zu halten. Zusätzlich sind oftmals Produktionsausfälle durch unzureichend einstellbare Technologie zu beobachten [Wom94]. Ohno schreibt in [Ohn93]: „Wir lehnen die von Computern verursachte Entmenschlichung ab und wollen die durch sie verursachten höheren Kosten nicht in Kauf nehmen.“

Standardisierte Arbeitsprozesse sind zunächst für eine effiziente und wiederholbare Tätigkeit erforderlich. Gleichzeitig kann ohne Standardisierung keine dauerhafte und stabile Verbesserung erfolgen. Standards müssen so aufgebaut sein, dass sie eine sinnvolle Leitlinie bilden, aber dennoch Flexibilität und ständige Verbesserung in kleinen Schritten ermöglichen. Eine Beteiligung der an der standardisierten Arbeitsstelle eingesetzten Mitarbeiter nutzt ihre Fähigkeiten und steigert die Akzeptanz [Lik04].

Verschwendung ist zu vermeiden. [Ohn93] nennt die in Tab. 3-1 genannten Arten von möglicher Verschwendung, die auch hinsichtlich der Informationslogistik Beachtung finden müssen.

Aufgrund der geschilderten Bedeutung für die Automobilindustrie wird das Toyota-Produktions-System dem Vorgehensmodell zur Konzeption der Informationslogistik im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie zu Grunde gelegt. Dies geschieht im Sinne einer ganzheitlichen Anwendung der Philosophie in allen Ebenen und Dimensionen eines Unternehmens. Grundsätzlich wird eine auf Basis des Toyota-Produktions-Systems schlanke Prozesskette vorausgesetzt, um eine Umgehung von unzureichenden Prozessen durch eine aufwändige technologische Lösung zu vermeiden.

Verschwendung nach [Ohn93]	Mögliche Übertragung auf Informationslogistik
Überproduktion	Nicht benötigte Informationen sollen nicht erstellt werden
Wartezeiten	Es soll möglichst weder auf eine Information gewartet werden müssen noch soll eine Information früher als erforderlich entstehen (dies wird nicht immer möglich sein)
Transport, Bewegungsabläufe	Es soll keine unnötige Bewegung von Informationen oder Informationsträgern stattfinden
Ineffiziente Bearbeitung	Die Erfassung, Speicherung von Informationen sowie die Entscheidungsfindung sollen möglichst effizient und damit kostengünstig gestaltet sein
Bestände	Es sollen keine unnötigen Bestände an Informationen vorgehalten werden
defekte Produkte	Informationen sollen plausibel, fehlerfrei und vollständig sein

Tabelle 3-1: Formen der Verschwendung und deren Übertragbarkeit auf Informationslogistik

4 Problemstellung, Zielsetzung und Vorgehensweise

4.1 Problemstellung

In den vorangegangenen Kapiteln ist bereits formuliert worden, dass die aktuelle Bereitstellung von Informationen sowohl bezüglich des Inhaltes als auch der örtlichen und zeitlichen Bereitstellung nicht immer den Anforderungen einer effizienten und schlanken Prozesskette angepasst sind. Dies gilt in den Unternehmen wie auch unternehmensübergreifend in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette. Besonders durch die steigende Informationskapazität der Identifikationstechnologien sowie der Rechnerstrukturen ist die Versuchung groß, Informationen „zur Sicherheit“ doch noch zu speichern, die unter kritischer Betrachtung nicht für die folgenden Partner zweckdienlich sind. Auf der anderen Seite werden dennoch Informationen nicht zur Verfügung gestellt, die dringend benötigt werden. Ergebnis ist eine „Datenflut bei gleichzeitigem Datendefizit“ [Kuh92]. Im Zuge der Festlegung, welche dieser Informationen weiter zur Verfügung gestellt werden sollen, muss daher sehr kritisch geprüft werden. Gleichzeitig wird der einzelne Informationsträger nur in sehr eingeschränkten Ausschnitten der Wertschöpfungs- und Nutzungskette verwendet, was heute zu häufigen Medienbrüchen führt.

Die Ziele des Unternehmens und die Interessen der Kunden sind zu berücksichtigen, wenn es um die Auswahl der Information geht [Gud07]. Beispielsweise „interessiert es einen Empfänger, der seine Ware rechtzeitig, vollständig und fehlerfrei erhält nicht, auf welchem Wege und in welchen Etappen das geschehen ist. Ein enttäuschter Kunde will nur selten wissen, wo sich die vermisste Ware noch befindet, warum sie zu spät kommt oder wo sie zuletzt erfasst wurde, sondern seine Lieferung so schnell wie möglich erhalten“ [Gud07].

Die Zielvorgabe für die Bereitstellung von Informationen leitet sich in der Literatur aus dem logistischen Leitsatz ab: Bereitstellung der richtigen Information nach inhaltlicher Qualität, Zeitpunkt, Ort, Beschaffenheit, Menge und Form (vgl. bspw. [Aug90]). „Mehr und mehr ist der Übergang zur Informationslogistik zwingend notwendig“ [Krä02]. Gleichzeitig besteht die Forderung nach einer ständigen Wandlungsfähigkeit von Unternehmen sowie Unternehmensketten und damit auch ihrer Informationssysteme, um schnell auf Änderungen am Markt reagieren und so die Wettbewerbsfähigkeit aufrecht erhalten zu können [Zae05], [Har04]. Auch gesetzliche oder hoheitliche Anforderungen können zu Änderungsdruck führen.

Die unternehmensübergreifende Struktur der Informationslogistik ist von hoher Bedeutung, gleichzeitig aber deren optimale Ausrichtung sehr komplex. Um diese Dimensionen zu beherrschen, ist ein Vorgehensmodell zu entwickeln, das eine effiziente und für Planer beherrschbare Konzeption der Informationslogistik übergreifend über die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette zulässt.

4.2 Zielsetzung und Aufgabenstellung

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Vorgehensmodells zur Erstellung eines optimalen Konzeptes der objektiven Informationslogistik. Dabei wird ein Fokus auf die Belange des Ersatzteilwesens in der Automobilindustrie gelegt. Besonders während der frühen Phase der Entwicklung werden Kosten und Effizienz der entstehenden Informationslogistik entscheidend geprägt. Der Gestaltungsprozess hat hier andererseits noch die meisten Freiheitsgrade. Diese Arbeit konzentriert sich auf diese frühe Phase des Gestaltungsprozesses. Sie wird im Folgenden als Konzeptphase bezeichnet. Auf das Ergebnis der Konzeptphase kann anschließend eine Feinkonzipierung aufsetzen und das entstandene Konzept so für eine Umsetzung in der Praxis detaillieren. Wichtig ist es, keine frühzeitige, im Vorgehensmodell festgelegte Einschränkung auf einzelne Technologien zuzulassen. So soll der Fokus der aktuell veröffentlichten Bewertungsverfahren auf RFID überwunden werden.

Die Güte von Entscheidungen hängt weitgehend von der Sorgfalt ab, mit der sie vorbereitet werden. Schwierige Probleme erfordern eine Suche nach unterschiedlichen Handlungsmöglichkeiten, ihre Gegenüberstellung und eine gewissenhafte Prüfung ihrer Auswirkungen. Da an der Lösung dieser Aufgabe häufig viele Personen in Vorbereitung und Entscheidung beteiligt sind, ist eine Durchführung nach bestimmten Regeln und festen Formen zweckmäßig. Entscheidungsprozesse sind weitgehend zu rationalisieren. „Aber noch wichtiger ist es, durch sorgfältige Gestaltung und Durchführung von Entscheidungsprozessen das Risiko von Fehlentscheidungen zu minimieren. (...) Die Gefahr von Fehlentscheidungen ist – bei gleicher materieller Qualität der ausgearbeiteten Lösungsalternativen – um so größer, je ungeordneter und unübersichtlicher die Entscheidungsunterlagen sind“. Wichtig bei Entscheidungen ist also auch die Rekonstruierbarkeit und Nachvollziehbarkeit [Gsc77].

Die individuelle Zielsetzung eines Anwendungsfalles für das Vorgehensmodell kann sein:

- Neuplanung einer gesamten oder eines Teils der Wertschöpfungs- und Nutzungskette
- Neustrukturierung einer bestehenden Wertschöpfungs- und Nutzungskette
- Ganzheitliche Untersuchung von Potentialen einer Informationstechnologie für eine gegebene Wertschöpfungs- und Nutzungskette.

Ein weiteres Ziel ist also die skalierbare Konzeption. So soll es einerseits möglich sein, eine von allen aktuell eingesetzten Lösungen der Informationstechnologie befreite Ansicht über die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette durchzuführen, der sogenannten `Planung auf der grünen Wiese` mit dem Zweck beispielsweise der Planung eines neuen Standortes oder eines neuen Absatzweges. Andererseits sollten aber auch eine eingeschränkte Anzahl an bestehenden Prozessen unter Berücksichtigung bereits bestehender Lösungen der Informationstechnologie betrachtet werden können.

Die Arbeit konzentriert sich auf das Ersatzteilwesen der Automobilindustrie. Die Prinzipien des Toyota-Produktions-Systems stellen eine wichtige Grundlage der zu entwickelnden Methodik dar.

Es sollte, so weit zweckmäßig, eine rechnergestützte Hilfe in Form einer Software zur Verfügung gestellt werden.

Abb. 4-1 fasst Zielsetzung und Aufgabenstellung grafisch zusammen.

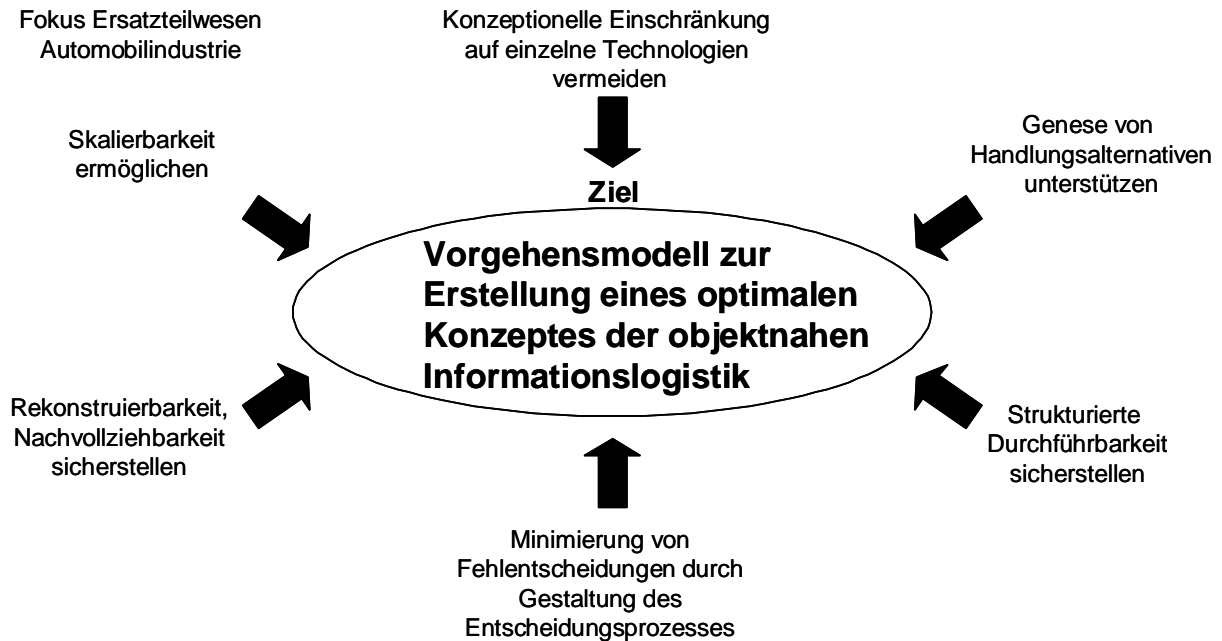


Abbildung 4-1: Zielsetzung und Aufgabenstellung

4.3 Vorgehensweise

Die Konzeption der Informationslogistik ähnelt dem Terminus der Konstruktion von Produkten im Maschinenbau. Daher wird das Vorgehensmodell in Analogie zu der Konstruktionsmethodik des Maschinenbaus entwickelt. Einen zentralen Baustein bildet innerhalb dieser Methodik die technische und wirtschaftliche Bewertung der möglichen Lösungen. So sollen optimierte Lösungen in Bezug auf den einzelnen Prozess wie auch die Prozesskette gefunden werden. Die Bewertung wird mithilfe der sogenannten Fuzzy-Theorie durchgeführt, die das Wissen von Experten zu den Bewertungskriterien zu einer effektiv durch den Nutzer verwendbaren Gesamtbewertung zusammenfasst. Sie wird in Kap. 5 näher definiert. Die für diese Bewertung verwendeten Kriterien werden in Anlehnung an die Technologiebewertung nach VDI-Richtlinie 3780 [VDI3780] erarbeitet.

Das Fundament für eine zielgerichtete Konzeption bilden erstens die individuelle Zielsetzung eines Anwendungsfalles und zweitens die in den Kapiteln 2 und 3 erläuterten Begriffe und Rahmenbedingungen. Abb. 4-2 zeigt das zu entwickelnde Konstrukt in Form eines Methodenhauses der Informationslogistik.

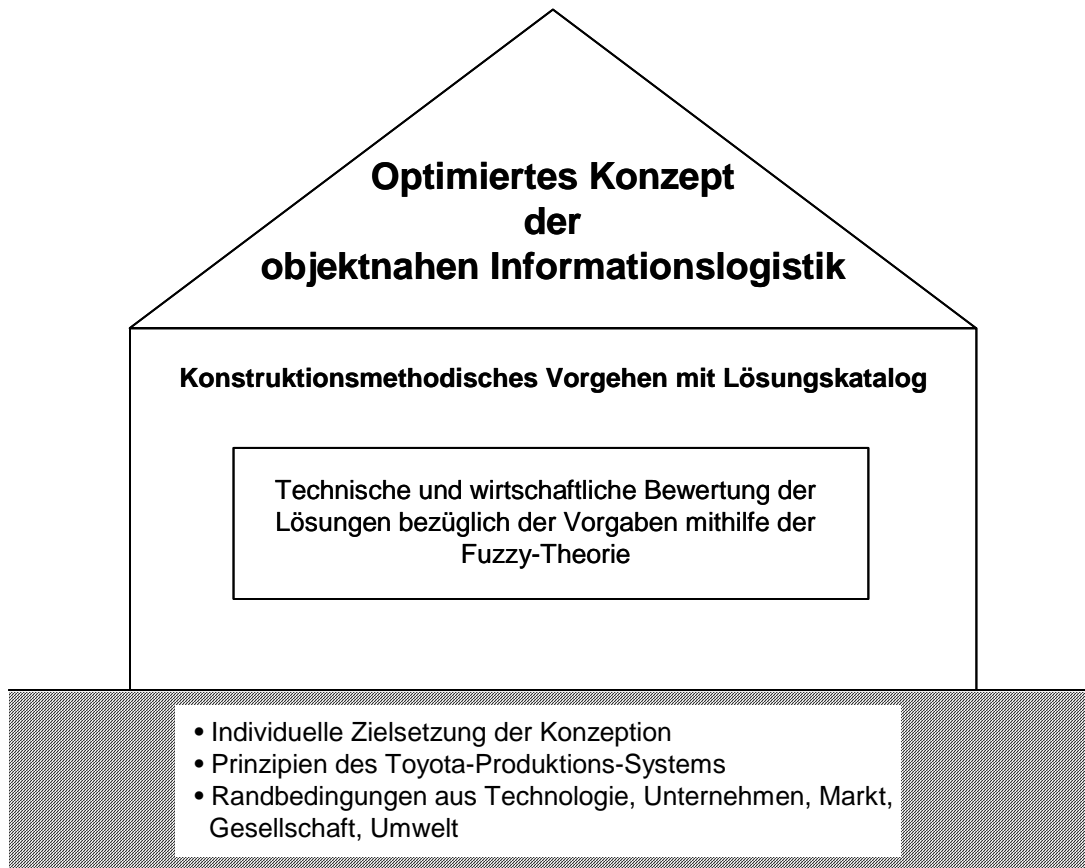


Abbildung 4-2: Methodenhaus der Informationslogistik

Abb. 4-3 zeigt den Ablauf zur Entwicklung und Anwendung des Vorgehensmodells in einzelnen Schritten. Weiterhin wird gezeigt, an welchen Stellen der Entwicklung und Anwendung die in dieser Arbeit dargestellten Grundlagen und Rahmenbedingungen benötigt werden.

Vor Ableitung des Vorgehensmodells aus der Konstruktionsmethodik und seiner inhaltlichen Ausgestaltung werden Anforderungen an das zu entwickelnde Modell definiert. Die Umsetzung des Vorgehensmodells in eine Softwarearchitektur wurde als Prototyp aufgebaut und wird als solcher in dieser Arbeit gezeigt. Für das Praxisbeispiel werden zunächst die relevanten Grundlagen erläutert, dann das Vorgehensmodell darauf angewendet und abschließend die Ergebnisse diskutiert.

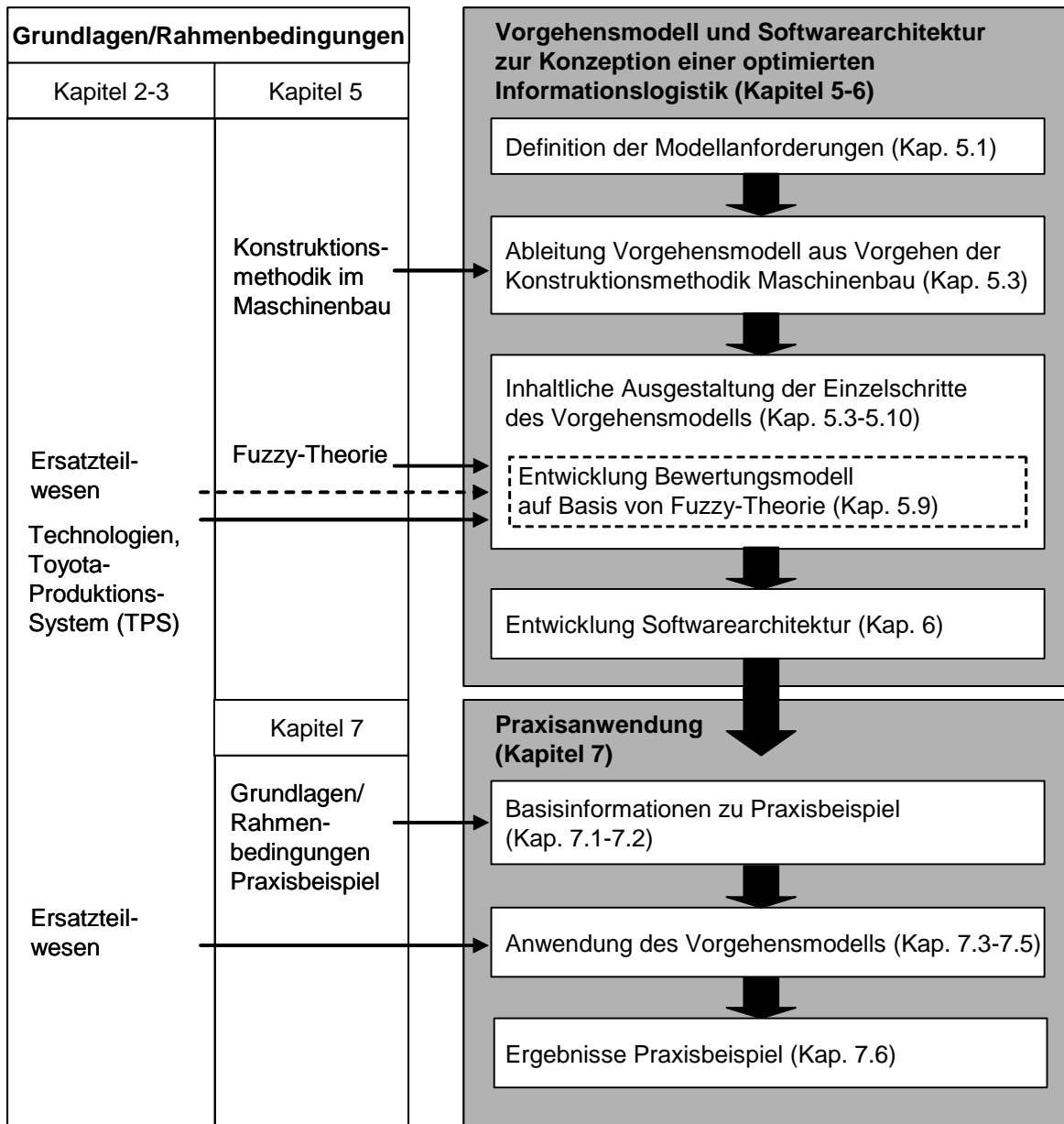


Abbildung 4-3: Grafische Darstellung Vorgehensweise

5 Vorgehensmodell zur Grobkonzeption einer optimierten Informationslogistik

5.1 Definition Modellanforderungen

Ein Vorgehensmodell stellt eine ideale Abfolge an notwendigen Arbeitsschritten für eine Aufgabe dar, wobei eine Beschränkung auf logische und technische Zusammenhänge vorherrscht. Vorgehensmodelle haben einen allgemeinen Charakter. Eine mögliche Konkretisierung auf eine konkrete Aufgabenstellung wird als Vorgehensplan bezeichnet [Hub80].

Um sicherzustellen, dass das Vorgehensmodell die Konzeption der Informationslogistik in vollem Umfang unterstützt, werden kurz einige der in der Zielsetzung in Kapitel 4 genannten Punkte detailliert und darüber hinausgehende Prämissen und Anforderungen an das zu erarbeitende Vorgehensmodell aufgelistet. Abb. 5-1 fasst abschließend die Punkte in einer gegenüber Kap. 4 erweiterten Darstellung zusammen.

Geltungsumfang

Die Zielgruppe des Vorgehensmodells sind Nutzer aus dem Ersatzteilwesen in der Automobilindustrie. In dessen Wertschöpfungs- und Nutzungskette sind sowohl manuell geführte als auch automatisierte Abläufe verbreitet. Beide Varianten müssen berücksichtigt werden.

In der Zielsetzung wird eine skalierbare Konzeption erwähnt. Dies bedeutet zunächst global das flexible Setzen der Systemgrenze in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette, wie es bereits in Kapitel 4 beschrieben worden ist. Darüber hinaus bezieht sich diese Anforderung auch auf die Granularität der betrachteten Prozesse. So soll bezogen auf die individuelle Aufgabenstellung eine Flexibilität bezüglich der betrachteten Prozessdetails möglich sein.

Es ist dabei zu vermeiden, dass eine getrennte Optimierung der einzelnen Prozesse erfolgt und dabei eine übergreifende Gesamtoptimierung ausbleibt. Andersherum darf nicht ein Fokus auf den Prozessablauf gelegt werden unter Vernachlässigung der Optimierung innerhalb eines Prozesses.

In Kapitel 2.2 sind Technologien der Informationslogistik vorgestellt worden. Die dort für diese Arbeit ausgewählten Technologien sollen im Vorgehensmodell berücksichtigt werden. Die Entwicklung der Technologien geht jedoch weiter und so muss ein generisches Vorgehensmodell auch die Integration von weiteren Informationstechnologien flexibel zulassen.

Dabei ist eine uneingeschränkte Flexibilität bezüglich aller Eigenschaften der Technologien nicht zielführend. Vielfach existieren in einer Branche bereits allgemein akzeptierte Ausprägungen von Technologien. In solchen Fällen ist eine Bewertung zwecklos und kann einfach durch eine Prämisse ersetzt werden. So erfolgt ab hier speziell für die RFID-Technologie die Prämisse, dass für Einzelobjekte wie für die Behälter- und Ladungsträgerebene die Fre-

quenz 868MHz eingesetzt wird. Diese Festlegung entspricht dem derzeit allgemeinen Trend in Handel und Automobilbranche.

Zusätzlich müssen Kombinationen von Technologien (z.B. Klarschrift/Barcode) in die Betrachtung einbezogen werden können.

Schwerpunkt der hiesigen Betrachtung sind objektbezogene beziehungsweise objektnahe Informationen, die analog zum Produkt durch die Supply Chain getragen und/oder die am Produkt mitgeführt werden. Zusätzlich werden auch statisch objektbezogene Informationen berücksichtigt. Als statisch objektbezogen wird hier eine Information bezeichnet, die nicht analog zum oder mit dem Produkt wandert, aber für objektbezogene Entscheidungen benötigt wird oder den Materialfluss oder übrigen Informationsfluss notwendig unterstützt oder beeinflusst. Administrative Informationen, die nicht objektnah verwendet werden, objektnah entstehen oder für den Objektfluss oder die Objektidentifikation zwingend notwendig sind, werden nicht betrachtet. Beispiele dieser Informationen sind Personaldaten, Daten der Auftragsakquisition, Produktionsplanung sowie des Rechnungswesens. Diese Informationen haben andere Anforderungen an die Informationslogistik und haben keine Überschneidung mit dem Materialfluss, so dass eine gemeinsame Betrachtung in einem Vorgehensmodell mit den objektbezogenen Daten nicht zielführend und zu komplex ist.

Umfang/Auslegung

Es wird davon ausgegangen, dass als Voraussetzung der Überarbeitung der Informationslogistik schlanke Prozesse im Sinne des in Kapitel 3.7 vorgestellten Toyota-Produktions-Systems vorliegen.

Im Mittelpunkt des Vorgehensmodells stehen die Nutzer und die Unterstützung ihrer Tätigkeit bei der Konzipierung der Informationslogistik. Sie sollen einfach, übersichtlich, regelbasiert und in leicht verständlicher und überschaubarer Art durch den Prozess der Konzeptarbeit geleitet werden. Dabei sollen sie mit Hilfe der Methodik von der Denkleistung einer ständigen Strukturierung und Beherrschung der Komplexität befreit werden. Eine Konzentration auf Einzelaspekte soll möglich sein, ohne dabei der Gefahr der zu frühen Detailarbeit einerseits und dem Verlust der Gesamtsicht andererseits ausgesetzt zu sein. Ein Schwerpunkt ist dabei die geleitete Konzentration aller zu berücksichtigenden quantitativen und qualitativen Einzelkriterien in eine für die Nutzer erfassbare Entscheidungsebene.

Das Vorgehensmodell soll eine effektive Konzeptarbeit ermöglichen. Häufig werden bei der konventionellen Konzipierung von Systemen Gesamtszenarien aufgestellt und diese gegeneinander verglichen. Dabei bleibt die Unsicherheit, ob eine andere Zusammenstellung der Einzelaspekte der Szenarien untereinander nicht zu einer besseren Gesamtlösung geführt hätte. Daher soll das Vorgehensmodell bereits ganzheitlich durch die Erstellung der Gesamtszenarios führen.

Es muss verhindert werden, dass mit jedem Beginn eines neuen Konzipierungsprojektes bereits vorhandenes Wissen neu erfunden oder aufwändig gesucht werden muss. Daher soll die Darstellung vorhandenen Wissens nicht anwendungsspezifisch erfolgen, wie dies bei-

spielsweise bei den konkreten Anwendungsbeispielen in Fachzeitschriften der Fall ist. Durch ein mehr oder weniger zufälliges Suchen nach Anwendungsbeispielen verharren die Nutzer trotz langer Suchzeiten immer in der Unsicherheit, nicht alle möglichen oder bekannten Lösungen gefunden zu haben. Dies bedingt eine von unternehmensspezifischen Einflussgrößen abstrahierte Darstellungsweise in einem festgelegten Ordnungsschema.

Wichtig für den Erfolg von Konzepten der Informationslogistik sind neben einer Passung bezüglich Technik und Organisation des Unternehmens auch arbeitswissenschaftliche Aspekte bezüglich der Akzeptanz und möglichen Bewältigung einer Lösung durch die Mitarbeiter [Gas85]. Auch die Umgebungsbedingungen aus Umwelt und Gesellschaft sind wichtige Gesichtspunkte.

Zur Ausschöpfung aller Rationalisierungspotenziale in Logistiksystemen ist vor allem zu beachten (in Anlehnung an [Kuh92]):

- Nutzung einer effizienten Technologie
- Zweckmäßigkeit der Aufteilung der Aufgaben zwischen Mensch und Maschine zur optimalen Nutzung der jeweiligen Stärken
- Integration aller beteiligten Partner einer Wertschöpfungs- und Nutzungskette in ein gemeinsames logistisches Informationssystem.

Schnittstellen sind zu vermeiden, aber mindestens nutzergerecht zu gestalten [Kuh92]. Sie führen zwangsläufig zu einer Informationsverteilung.

Prämissen für die Umsetzung des Vorgehensmodells in eine Softwarearchitektur

Zunächst soll die Softwarearchitektur natürlich im Sinne des Vorgehensmodells aufgebaut sein. Sie soll in ihrer Auslegung die Konzipierungsarbeit durch automatisierte Abläufe unterstützen, beispielsweise durch Überprüfung auf Zulässigkeit oder Berechnung von Kennzahlen zur Unterstützung der optimierten Auswahl an Technologien. Aber es soll ausdrücklich keine Vollautomatisierung erfolgen: Wenn die Erstellung vollständig transparent begleitet werden kann und nachvollziehbar ist, fällt es Entscheidungsträgern wesentlich leichter, sich für ein erstelltes Szenario zu entscheiden bzw. einem Projektteam, ein Ergebnis zu vertreten. Dies wird maximal bei einem semiautomatisierten Systemen mit manueller Bedienung an für die Entscheidung wesentlichen Stellen erreicht. Die Programmierer eines Systems können zudem nicht alle Situationen antizipieren und testen [Meh01]. Die in der Zielsetzung geforderte Rekonstruierbarkeit und Nachvollziehbarkeit wird so erreicht.

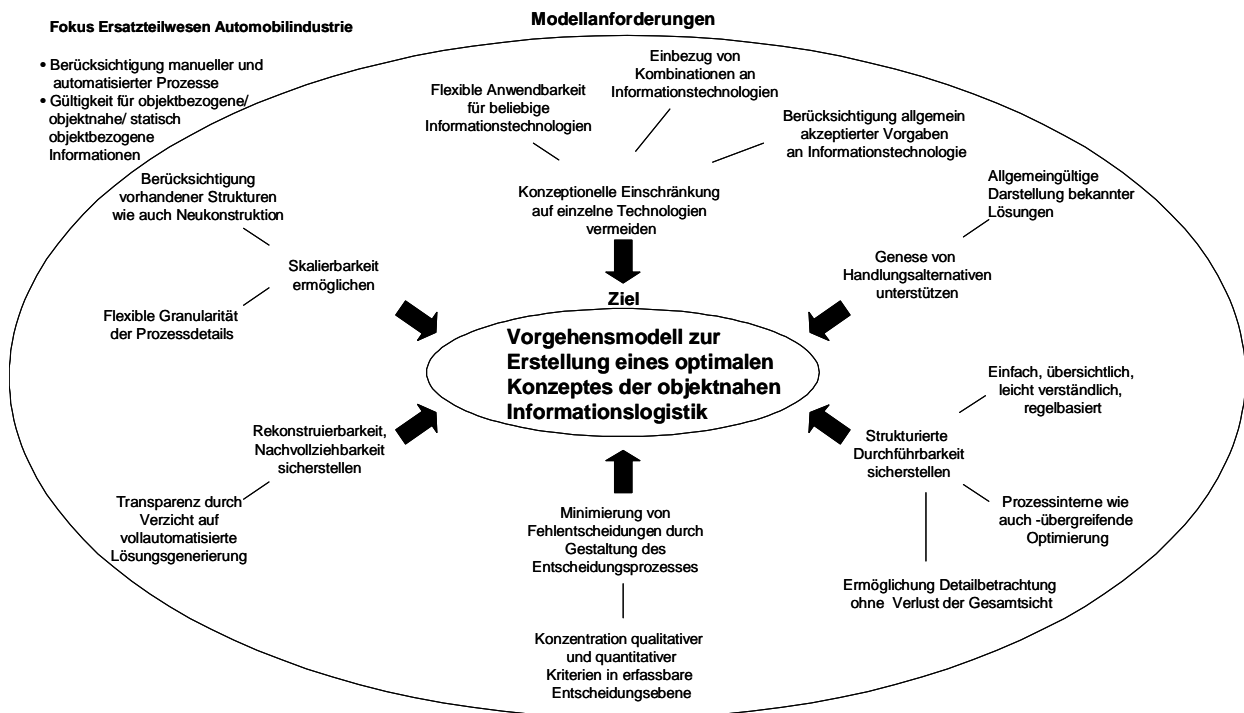


Abbildung 5-1: Zielsetzung und Aufgabenstellung mit Detaillierung der Modellanforderungen

5.2 Analogiebildung Konstruktionsmethodik Maschinenbau

„Konstruieren ist eine anspruchsvolle schöpferische Arbeit, darf aber nicht als Kunst betrachtet werden, sondern ist eine wissenschaftliche Arbeit“ [Hub76].

Konstruieren bedeutet „für eine Aufgabenstellung das Erarbeiten und Bereitstellen der vollständigen Informationen für Herstellung und Betrieb einer optimalen Maschine“. ‚Optimal‘ ist dabei als Kompromiss zwischen Forderung und „Lösungsmöglichkeit bei geringstem Aufwand und nach dem derzeitigen Stand der Technik“ zu verstehen [Con05]. Im 19. Jahrhundert war dieser Prozess noch sehr an praktische Erfahrungen gebunden und intuitiv geprägt. Nach und nach wurde die Konstruktionsarbeit auch wissenschaftlich untermauert [Hey05].

Dabei liefert auch die intuitive Herangehensweise durch ausgebildete Konstrukteure mit Erfahrung und Wissen gute und wettbewerbsfähige Produkte [Bir91]. Besonders bei der nicht-methodischen Konstruktion sind jedoch häufig vorhandene Produkte die Ausgangsbasis für die Überlegungen. Die fehlende Variation birgt sehr stark die Gefahr, dass in diesen Lösungen verharret wird [Rot00]. [Ehr91] hat darüber hinaus in einem Versuch festgestellt, dass Konstrukteure zwar von sich aus ein Vorgehen nach inhaltlichen Gesichtspunkten einschlagen: Bei Versuchspersonen dominierten globale Strategien und eine Rangordnung der Teilprobleme nach Wichtigkeit. Jedoch mischte sich auch regelmäßig eine emotionale Steuerung in die Arbeit ein [Ehr91]. Diese Komponente führt in vielen Fällen zu einer Verschlechterung von Arbeitseffizienz und Ergebnis der Konstruktion. Hier kann ein methodisches Konstruieren helfen, die Barrieren zu überwinden (vgl. Abb. 5-2).

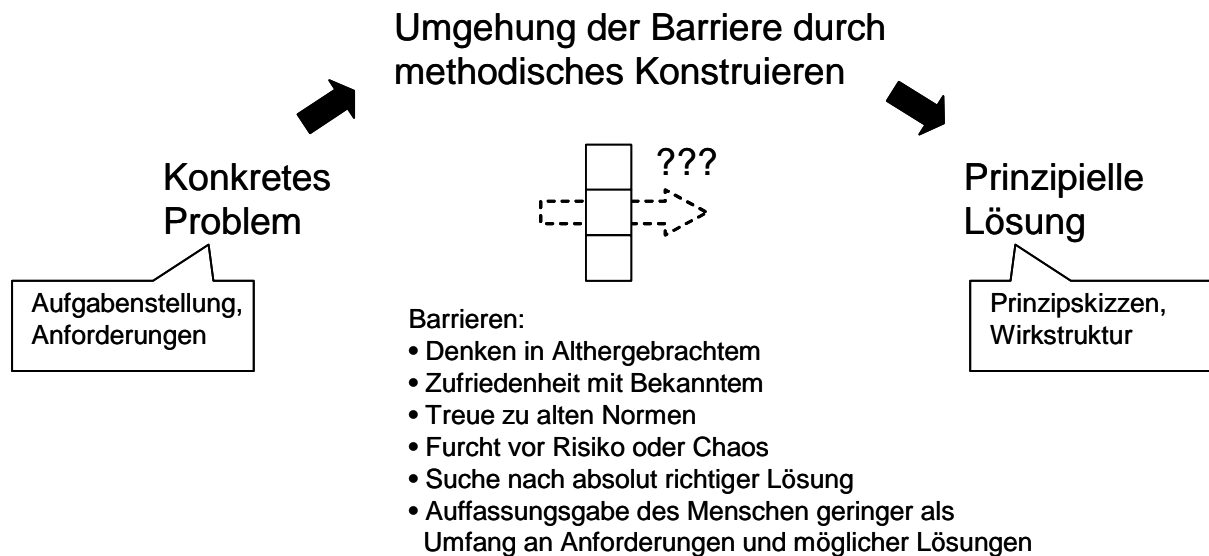


Abbildung 5-2: Umgehung der Barrieren im konventionellen Konstruieren (angelehnt an [Ehr07a], [Ehr91])

Die nachfolgend vorgestellte Konstruktionslehre ist „die Lehre vom methodischen Konstruieren mit systematisch aufbereiteten Unterlagen und Hilfsmitteln“ [Rot00]. Sie soll die „gedankliche und manuelle Tätigkeit des Nutzers unterstützen“ [Höh95]. Damit sollen die oben genannten Störeinflüsse möglichst durch eine methodische Vorgehensweise vermieden oder mindestens reduziert werden. Die Folge der Arbeitsschritte, von [Hub80] auch als allgemeines Vorgehensmodell des Konstruierens bezeichnet, ist in Abb. 5-3 dargestellt. Das hier gezeigte Vorgehen hat nur Relevanz für Neuprodukte, da Anpassungs- oder Variantenkonstruktion bewusst auf vorhandenen Strukturen aufsetzen [Ehr07a].

Nr.	Arbeitsschritt	Ergebnis	Inhalte
1	Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	Anforderungsliste	Erkennung und Sammlung unternehmensinterner und -externer Anforderungen; Formulierung der Aufgabenstellung aus Sicht des Konstrukteurs
2	Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen	Funktionsstrukturen	Ermittlung der Gesamtfunktion des zu entwickelnden Produktes; Aufgliederung in Teilfunktionen; bei komplexeren Produkten ggf. Darstellung von Funktionsstrukturen, die Anordnung und Zusammenhänge der Teilfunktionen untereinander zeigen
3	Suchen nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen	Prinzipielle Lösungen	zunächst Ermittlung von (physikalischen) Effekten, die (Teil-)Funktion erfüllen; anschließend Auswahl von Wirkprinzipien und deren Kombination zu Wirkstruktur
4	Gliedern in realisierbare Module	Modulare Strukturen	Darstellung der Aufteilung einer Lösung in reale Produktmodule und Elemente; Ziel: Effiziente Aufteilung der Konstruktionsarbeit
5	Gestalten der maßgebenden Module	Vorentwürfe	Erstellung von groben Realisierungsentwürfen; Ziel ist Erkennen eines Gestaltungsoptimums auf grobem Niveau
6	Gestalten des gesamten Produkts	Gesamtentwurf	Feingestaltung der Produktmodule und deren Verknüpfung zu einem Gesamtprodukt
7	Ausarbeiten der Ausführungs- und Nutzungsangaben	Produktdokumentation	Sammlung und Darstellung aller für Fertigung und Nutzung maßgebenden Angaben

Abbildung 5-3: Teilaufgaben der methodischen Konstruktion (in Anlehnung an [VDI2221])

Die vorliegende Arbeit zielt auf ein konzeptionelles Vorgehensmodell. Da die Punkte 4-7 in Abb. 5-3 die Feinplanung darstellen, wird im Folgenden nur auf die Punkte 1-3 mit Schwerpunkt des Suchens nach Lösungsprinzipien eingegangen.

Der in den Arbeitsschritten genannte Begriff des physikalischen Effektes bezeichnet den „Zusammenhang zwischen den Einflussgrößen eines physikalischen Geschehens“ [Rod73]. Bei der ebenfalls in den Arbeitsschritten genannten prinzipiellen Lösung im Sinne von Punkt 3 handelt es sich nach [Rot00] um eine zwar grobe, aber die Funktion bestimmende Vorstellung der Realisierung. Der Begriff Wirkprinzip wird weitgehend analog verwendet [VDI2222_1]. Wirkprinzipien entstehen durch „Nutzung eines physikalischen Effektes unter Festlegung geeigneter geometrischer, kinematischer und stofflicher Eigenschaften“. Die Wirkstruktur zeigt die Gesamtheit aller die Funktionsstruktur erfüllenden Wirkprinzipien und ihre Verknüpfung [Bir96].

Das Auffinden zweckdienlicher prinzipieller Lösungen ist entscheidend für den gesamten Problemlösungsprozess [VDI2222_1]. Hier existiert der „längste Hebel“, um alle Eigenschaften des späteren Produktes in die gewünschte Bahn zu bringen [Ehr07a]. Kosten und Effizienz von Produkt und Konstruktionsprozess werden hier geprägt. Die folgende Realisierungsphase ist durch die steigende Detaillierung sehr arbeitsintensiv [VDI2221], daher sind Änderungen in dieser Phase gegenüber der Konzeptphase kosten- und zeitintensiv. Dieser Punkt ist im bisherigen Verlauf der Arbeit schon erwähnt worden. Grundsätzlich ist es aus diesem Grunde auch wichtig für den Konstrukteur, in dieser Phase frühzeitig und ohne großen Arbeitsaufwand die technischen und wirtschaftlichen Auswirkungen auf grobem Niveau abzuschätzen ([VDI2225_1], [VDI2225_3]).

Um den Konstrukteur „unabhängig von seinem Wissensstand“ [VDI2222_2] bei der Suche nach geeigneten Effekten und Wirkprinzipien unterstützen zu können, ist eine Speicherung von konstruktionsmethodischem Wissen und Erkenntnissen sinnvoll. Dabei ist unter anderem zu beachten [Höh95], dass:

- nur prinzipielle Zusammenhänge für eine hohe Allgemeingültigkeit erfasst werden,
- eine gesicherte Basis der Lösung gewährleistet wird,
- nur zeitlich begrenzt einsetzbare Lösungen vermieden werden und
- die Darstellung übersichtlich und ausdrucksvoll ist.

[VDI2222_2] ergänzt, dass sich die Lösungen nicht widersprechen dürfen, gegeneinander abgegrenzt werden und den methodischen Ablauf der Konstruktion unterstützen müssen.

In der Konstruktionsmethodik werden als Informationsspeicher Konstruktionskataloge in verschiedenen Fassungen eingesetzt (vgl. [VDI2222_2]). Hier wird nur die Lösungssammlung betrachtet, die „bestimmten Funktionen oder Aufgaben, ggf. ergänzt durch Randbedingungen, Lösungen zuordnen“. Lösungssammlungen sind nach Funktionen oder Klassen von Funktionen sortiert [VDI2222_2].

Über die so bekannten grundlegenden Lösungen hinaus sind Verfahren der Kreativitätstechnik sinnvoll, um in Teams gemeinsam intuitiv zu neuen Lösungsprinzipien zu kommen (vgl. [Ehr07]). Dazu kann als Denkstütze von einer bekannten Lösung ausgegangen werden [Rot00].

Üblicherweise ist es auch mit einer festen Methodik nicht möglich, eine optimierte Lösung in einem einzigen Durchlauf zu erreichen. Vielmehr besteht der Prozess üblicherweise aus mehreren Iterationsschritten, wobei jeder Durchlauf ein erhöhtes Informationsniveau ermöglicht [VDI2221]. So kann auch während der Konzeptphase die Realisierungsphase teilweise durchlaufen werden, um durch grobe Detaillierung eine Bewertung von Wirkprinzipien vornehmen zu können [Ehr07a].

Die Konstruktionsmethodik alleine ist jedoch keine Garantie für die Realisierung von technisch und wirtschaftlich interessanten Produkten, vielmehr ist die Kombination der in Abb. 5-4 genannten Erfolgsfaktoren erforderlich. Die Konstruktionsmethodik ist Arbeitstechnik und Hilfsmittel und bietet besonders bei Aufgabenklärung und Konzeption eine Unterstützung. Sie beeinflusst aber auch die Erfolgsfaktoren Bearbeiter und Organisation, beispielsweise durch erhöhte Motivation [Bir91]. Die Randbedingungen von technischen Konstruktionen verhindern teilweise eine vollständige Verallgemeinerung in Schablonen. In diesem Falle ist weiter der Bearbeiter mit seinen Erfahrungen gefragt. [Rot00].

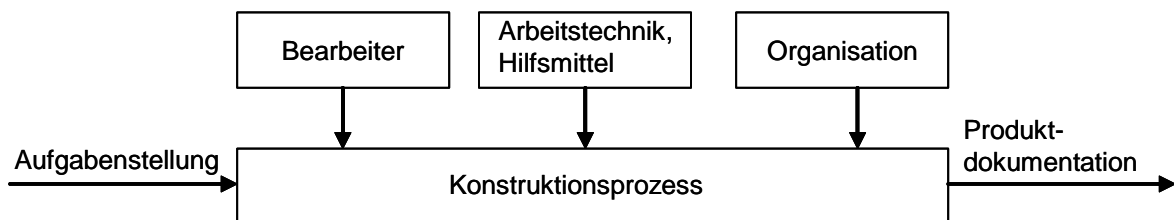


Abbildung 5-4: Erfolgsfaktoren im Konstruktionsprozess (in Anlehnung an [Bir91])

Die Vorteile der Konstruktionsmethodik sind zusammenfassend [VDI2221], [Bir91]:

- Erkennung von Teilproblemen wird ermöglicht
- Ganzheitliches Denken durch sichtbare Zusammenhänge und Strukturen
- Auffindbarkeit alternativer Lösungen, aber auch Verwendbarkeit von bekannten, prinzipiellen Lösungen
- Möglichkeit der Aufteilung der Gesamtkonstruktion in verschiedene Arbeitsgruppen
- Erhöhung der Motivation der Bearbeiter.

5.3 Transfer der Prinzipien aus Informationslogistik; Überblicksdarstellung Vorgehensmodell

Die hier in den Mittelpunkt gestellte Konzeption der Informationslogistik ist der Konstruktion im Maschinenbau sehr ähnlich. Anstelle von Funktionen werden hier Prozesse betrachtet, für deren Informationsfluss eine optimale Lösung gesucht wird. Zunächst werden die Definitionen dieser Begriffe nebeneinander gestellt:

- Unter einer Funktion versteht man im Maschinenbau einen „gewollten Zusammenhang“ zwischen Eingang und Ausgang zur Erfüllung einer Aufgabe [Pah07]. [Con05] sieht sie als eine „lösungsneutrale Formulierung des Zwecks eines technischen Gebildes“.
- Unter einem Prozess werden durch einen Material- und Informationsfluss durchgängig verbundene Aktivitäten verstanden, die mit einem „meßbaren Input und Output gekennzeichnet“ sind und grundsätzlich auf ein Ziel ausgerichtet sein müssen [Sch99a].

Der Kern beider Definitionen ist also die an einem Ziel orientierte Transformation von einem Eingangszustand in einen Ausgangszustand.

Funktionen und Prozesse werden beide in einer Gesamtstruktur verknüpft. Im Maschinenbau entsteht so die Funktionsstruktur als „sinnvolle und verträgliche Verknüpfung von Teilfunktion zur Gesamtfunktion“ [Con05]. Die Kombination von Prozessen wird als Prozesskette bezeichnet und bedeutet eine „parallele oder sequentielle Zusammenfassung mehrerer Prozesse“ [Sch99]. Damit kann auch eine analoge Kombination der Einzelkomponenten vorgenommen werden.

Die in Kapitel 5.2 genannten Barrieren beim konventionellen Konstruieren treffen ebenso für ein Projekt der Informationslogistik zu. Die Komplexität von Anforderungen und Randbedingungen bei einer Betrachtung über die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette ist beispielsweise in den vorangegangenen Kapiteln bereits mehrfach angedeutet worden.

Im Zusammenhang mit dem Sonderforschungsbereich 559 „Modellierung großer Netze in der Logistik“ wurde aufbauend auf [Bec96] bereits die Konstruktionsmethodik als ein Mittel zur Lösung von Problemen der Logistik verwendet. Es wurde ein webbasiertes Informationsmanagementsystem auf Basis der Konstruktionsmethodik geschaffen, um die Forschungsergebnisse der Teilprojekte zur Gestaltung von großen, komplexen Netzwerken systematisch für kommende Planungsaufgaben zur Verfügung zu stellen. Es erfolgte damit eine Konzentration auf die Gliederungssystematik von Konstruktionskatalogen [Laa02], [Son07]. Der Schwerpunkt der erstellten Sammlung liegt auf dem Materialfluss. Kataloge für Informationstechnologie sowie analoge Methoden zur Konstruktion der Informationslogistik aus diesen bestehenden Lösungen sind noch nicht entwickelt worden.

Die oben genannten Punkte verdeutlichen die grundlegende Verwandtschaft der Konstruktion im Maschinenbau und der Konzipierung der Informationslogistik. Dies lädt zu einer Anwendung der gleichen Methode für die Ausgestaltung ein. Unter Beibehaltung des grundlegenden Handlungsfadens der Konstruktionsmethodik kann aus dem in Abb. 5-3 dargestellten

allgemeinen Vorgehensmodell des Konstruierens ein Ablaufplan des Vorgehensmodells zur Konzeption der Informationslogistik abgeleitet werden (vgl. Tab. 5-1):

Allgemein ist wie im Maschinenbau ein Konstruktionskatalog zu erstellen, in dem bekannte Lösungen systematisch gesammelt werden. Er wird hier in Form einer Lösungssammlung analog Kap. 5.2 entwickelt. Denn es gilt für den Maschinenbau wie auch für die Informationslogistik: „Worüber andere schon nachgedacht haben, darüber brauchen wir uns nicht mehr den Kopf zu zerbrechen“ [Ehr03].

Der eigentliche Konstruktionsprozess beginnt mit der präzisen Zielsetzung in der Aufgabenstellung sowie der Festlegung von Funktionen und deren Strukturen. Nur aus der konkreten Aufgabenstellung ergibt sich die erforderliche Systemgrenze hinsichtlich des betrachteten Umfangs der Wertschöpfungs- und Nutzungskette sowie der Produkte. Sie ist mit der zu betrachtenden Gesamtfunktion im Maschinenbau vergleichbar. Daraus werden wiederum die zu betrachtenden Prozesse analog der Funktionen ermittelt. Dabei ist die Wahl der Granularität der Prozesse entscheidend für den Konzeptionsaufwand und sollte wie im Maschinenbau anhand der Zielsetzung in der Aufgabenstellung gewählt werden.

Zusätzlich können zwei Sonderschritte bei der Konzeption der Informationslogistik erforderlich werden, die im Maschinenbau keine Rolle spielen: Dies ist einerseits die Ermittlung und Festlegung der notwendigen Informationen und andererseits eine eventuell nötige Kategorisierung der Produkte in homogenisierte Teilprojekte aufgrund der Heterogenität des Teilespektrums im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie.

Die Suche nach Lösungsprinzipien und deren Kombination ist identisch mit dem Vorgehen im Maschinenbau. Um die hier notwendige schnelle Übersicht über technische und wirtschaftliche Auswirkungen zu bekommen, wird in Kap. 5.9 ein Verfahren zur einfachen Bewertung der in der Lösungssammlung vorgeschlagenen Wirkprinzipien mithilfe der Fuzzy-Theorie entwickelt. Abschließend müssen die ggf. erstellten Teilprojekte auf ihre Kompatibilität untereinander geprüft werden.

Damit ist der Ablaufplan des Vorgehensmodells zur Konzeption einer optimalen Informationslogistik skizziert. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Schritte vertieft.

Teilaufgaben methodisches Konstruieren Maschinenbau	Vorgehensmodell zur Konzeption einer optimalen Informationslogistik
Allgemein: Erstellung Konstruktionskatalog als Hilfsmittel für Konstruktion	Allgemein: Erstellung Konstruktionskatalog als Hilfsmittel für Konstruktion
Schritt 1: Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung Schritt 2: Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen	Schritt a: Grundlegende Aufgabenstellung Schritt b: Festlegung der zu betrachtenden Prozesse und deren Granularität Schritt c: Analyse des Informationsbedarfes Schritt d: Kategorisierung der betrachteten Produkte in Produktgruppen
Schritt 3: Suchen nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen	Schritt e: Bewertete Gestaltung der Informationslogistik Schritt f: Erweiterungsmöglichkeit: Wirtschaftliche Bewertung des Konzepts mithilfe von Wirkprinzipien Schritt g: Zusammenbringen der unterschiedlichen Konzepte der Produktgruppen

Tabelle 5-1: Transfer der Konstruktionsmethodik im Maschinenbau auf das Vorgehensmodell

5.4 Allgemein: Lösungssammlung als Grundlage der Informationsflussgestaltung

Für die Aufführung von Lösungen in Lösungssammlungen können verschiedene Darstellungsebenen vom physikalischen Effekt über schematisierte Konturzeichnungen bis hin zu Fertigzeichnungen gewählt werden. Die Darstellung wird dadurch immer spezifischer und die Anzahl möglicher Varianten steigt sehr stark an [Rot01]. Um einerseits eine für den Nutzer vorstellbare und auf dieser Ebene bewertbare Lösung anzubieten, andererseits für die individuelle Ausgestaltung der Lösung jedoch noch einen möglichst weiten Raum zu geben, werden hier die Wirkprinzipien in der Form einer Konturzeichnung dargestellt.

Lösungssammlungen sollen „das umfassendste, annähernd vollständige Spektrum für die Realisierung einer bestimmten Aufgabe“ [Rot01] bieten. Die hier dargestellte Lösungssammlung umfasst weitgehend die heute in der Warenwirtschaft etablierten Lösungen. Er wird jedoch aufgrund der beständigen Weiterentwicklung der Informationstechnologie regelmäßig erweitert und aktualisiert werden müssen und wird daher zu keinem Zeitpunkt den Anspruch der Vollständigkeit erheben können. Mit dem unten gezeigten Aufbau der Lösungssammlung ist eine systematische Erweiterung möglich.

Neben der annähernden Vollständigkeit ist auch eine dreiteilige Strukturierung unabdingbarer Bestandteil von Konstruktionskatalogen [Rot01]:

- Gliederungsteil: Widerspruchsfreie Kategorisierung der Lösungen, die den Nutzern die Überprüfung auf Vollständigkeit ermöglicht
- Zugriffsteil: Hilfe für die Nutzer zur anwendungsspezifischen Auffindung der günstigsten Lösungen für gegebene Anforderungen unter Ausschluss nicht verwendbarer Lösungen
- Hauptteil: Darstellung der Lösungen.

Diese allgemeinen Vorgaben für die Erstellung von Lösungssammlungen werden im Folgenden auf das Vorgehensmodell angewendet. Die Gliederung bilden hier primär die Technologien. Eine Untergliederung erfolgt durch die Eigenschaft, ob ein Wirkprinzip ein Lesen und/oder Schreiben und/oder Verarbeiten ermöglicht. Weiterhin wird, sofern für die Technologie sinnvoll, zwischen beweglicher und stationärer Aufstellung von Lesegerät und Informationsträger unterschieden.

Der Zugriffsteil umfasst vor allem Eigenschaften des Handlings:

- Wirkprinzip ist geeignet für manuellen und/oder automatischen Arbeitsplatz
- Wirkprinzip setzt eindeutige Ausrichtung des Informationsträgers voraus oder es ist eine omnidirektionale Lesung möglich
- Wirkprinzip ermöglicht grundsätzlich Pulklesung oder nur Einfachlesung

Zusätzlich bilden auch die ersten als Gliederung verwendeten Punkte gleichzeitig Zugriffskriterien. So können schnell Wirkprinzipien aufgrund der Technologie selektiert werden, wenn in den Randbedingungen ein Ausschluss oder eine Forderung bezüglich einer Technologie zu beachten ist. Die Eigenschaft des Lesens, Schreibens und Verarbeitens beeinflusst maßgeblich die Verwendbarkeit und ist damit eine wichtige Hilfe beim sinnvollen Zugriff.

Der Aufbau der Lösungssammlung lehnt sich nur in seiner Aufteilung, nicht aber in der Darstellung an den Katalog mit eindimensionalem Gliederungsteil nach [Rot01] an. Gliederung und Zugriff sind nicht als weitere Spalten, sondern als Überschriften zu abschnittsweise gestalteten Hauptteilen mit Zugriffsteil angeordnet.

Der Hauptteil besteht aus einer eindeutigen Nummerierung, einer Prinzipzeichnung und einer Kurzbeschreibung, wie Abb. 5-5 beispielhaft in einem Ausschnitt zeigt.

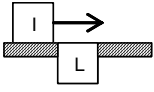

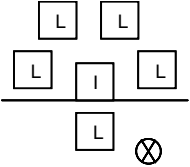
Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung
B2 (C2, X2, Y2, D2, E2, F2, U3)		Lesegerät seitlich, ober- oder unterhalb des Informationsträgers; Informationsträger wird an Lesegerät vorbei bewegt, ggf. mit kurzem Halt (nur Lesen).
B3 (C3, X3, Y3, D3, E3, F3, U4)		Transportmedium, welches Informationsträger transportiert, trägt auch Lesegerät; dadurch Lesen während des Transportes möglich
B4 (C4, X4, Y4, D4, E4, F4, U5)		Lesetunnel mit rundum angeordneten Lesegeräten. Der Informationsträger wird bewegt, ggf. mit kurzem Halt (nur Lesen).

Abbildung 5-5: Beispielausschnitt Lösungssammlung: Gliederung: 1D-/2D-Code, Erfassung, Lesegerät stationär, Informationsträger beweglich; Zugriff: Arbeitsplatz manuell/automatisch, Ausrichtung eindeutig, Pulklesung nein

5.5 Schritt a: Grundlegende Aufgabenstellung

Vor Beginn des Gestaltungsprozesses muss als grundlegende Aufgabenstellung festgelegt werden, mit welcher Zielsetzung welcher Teil der Wertschöpfungs- und Nutzungskette zur Konzeption der Informationslogistik betrachtet werden soll. Inhalt dieser Definition sollte zunächst eine Beschreibung von Ursache und Zweck der Konzipierung sein, beispielsweise die Vermutung einer Ineffizienz des bestehenden Systems oder der Neuaufbau eines Teils oder der gesamten Wertschöpfungs- und Nutzungskette. Es sollte bei Bedarf eine Eingrenzung der betrachteten Produktgruppen vorgenommen werden. Auch die Vorgabe oder Ablehnung von Technologien sowie Randbedingungen aus den gewählten Produktgruppen, beispielsweise aus Maßen oder Materialeigenschaften, sind relevant.

Die Anzahl der Partner ergibt sich zunächst durch die betrachteten Produkte und durch die festgelegte Systemgrenze für die Betrachtung. So führt beispielsweise eine verteilte Produktion zu einer höheren Anzahl an Partnern in der Wertschöpfung. Generell ist eine möglichst übergreifende Betrachtung der Kette zu empfehlen und ist hier aus Kapitel 5.1 heraus ein klarer Schwerpunkt. Eine Eingrenzung sollte grundsätzlich nur vorgenommen werden, wenn aus übergeordneten Gesichtspunkten (z.B. politischer oder technologischer sowie wirtschaftlicher Art) ein Partner nicht in eine übergreifende Informationslogistik eingebunden werden kann.

Daraus ergeben sich die Voraussetzungen für die nachfolgenden Schritte.

5.6 Schritt b: Festlegung der zu betrachtenden Prozesse und deren Granularität

In den definierten Grenzen aufgrund der gewählten Systemgrenze aus der Aufgabenstellung sind die in die Betrachtung einbezogenen Partner sowie die gewählte Granularität in Form der betrachteten Prozesse zu bestimmen.

Bezüglich der Detaillierungsebene gilt generell die Empfehlung: Je mehr Partner betrachtet werden, desto geringer sollte die Detaillierung auf der Prozessebene ausfallen. Wenn bei einer großen Anzahl an Partnern alle Prozesse betrachtet werden, so führt dies zu einer kaum überschaubaren Komplexität. In diesem Falle sollten für den einzelnen Partner zunächst nur die Prozesse betrachtet werden, die Einflüsse auf die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette haben oder von dieser beeinflusst werden. In einem weiteren Schritt kann nach Abschluss des Konzeptes für die gesamte Kette die lokale Informationslogistik der übrigen Prozesse passend dazu entwickelt werden.

5.7 Schritt c: Analyse der Anforderungen und Informationsbedarf

5.7.1 Erstellung eines schlanken Informationsmodells

Ausgangspunkt für die Aufnahme einer Information in die zu entwickelnde Informationslogistik ist immer der Bedarf eines Partners in einem Prozessmodul. Die Speicherung einer aus einem Prozess entstandenen Information wird wiederum von dem Bedarf in der Kette folgender Prozesse abhängig gemacht. Es ist wichtig, sowohl aktuell bekannte als auch zu antizipierende Themen zu berücksichtigen, um eine Längerfristigkeit von Entscheidungen gewährleisten und auch bei zukünftigen Änderungen der Marktbedingungen diese Entscheidungen beibehalten zu können [Pie02].

Für jede Information kann bestimmt werden, an welcher Stelle in der Kette sie benötigt wird. Anschließend muss ermittelt werden, welcher Prozess die Information bereitstellen kann. Im Sinne des Toyota-Produktions-Systems ist dabei zur Vermeidung von Verschwendung analog Kap. 3.5 eine möglichst nahe an der Bedarfssenke liegende Quelle zu finden.

Ergänzend zu den Informationen, die aus dem Anforderungskatalog entnommen werden können, ist auch eine Aufnahme von Informationen möglich, die das Unternehmen bereitstellen möchte, um sich beispielsweise durch Maßnahmen der Kommunikationspolitik proaktiv vom Wettbewerb abzuheben. Dabei stellt das Vorgehensmodell ausdrücklich keine Bewertung der Sinnhaftigkeit und des Erfolgs von Maßnahmen zur Verfügung, sondern sorgt nur für die Bereitstellung der benötigten Informationen im Sinne der Informationslogistik.

Die Form der Eingliederung von Quelle und Senke der Informationen in die Prozesskette richtet sich nach der Art der Maßnahme bzw. des Bedürfnisses:

- **Eigenständiger Prozess:** Diese Maßnahmen stellen Prozesse im Sinne des dem System hinterlegten Prozessmodells dar; diese Maßnahmen werden als eigener Prozess aufge-

nommen; sie gliedern sich in das Informationsmodell mit Informationsquelle und -senke ein. Beispiel: Aufnahme kritischer Betriebszustände im eingebauten Zustand

- Rückwirkung auf vorangegangene Prozesse im Sinne einer Informationserzeugung für spätere Prozesse: Für die Umsetzung von Maßnahmen können Informationen aus vorangegangenen Prozessen notwendig werden, für die originär diese Information keine Rolle spielt: In diesem Falle müsste eine Informationsquelle in diesen Prozess eingebaut werden. Beispiel: Rückverfolgbarkeit, Plagiatschutz
- Rückwirkung auf vorangegangene Prozesse im Sinne einer Statusbereitstellung: Die Umsetzung von Forderungen/Maßnahmen bedarf einer Berücksichtigung in vorangegangenen Prozessen, für die originär ebenfalls diese Information keine Rolle spielt; eine Übergabe von Informationen ist dagegen nicht erforderlich. Die Information muss in vorangehenden Prozessen bereitgestellt und berücksichtigt, überwacht bzw. gegen andere Informationen gespiegelt, aber nicht gespeichert werden. Beispiel: Überwachung bei Packprozess auf Teileidentifikation
- Generalität: Diese Forderung/Maßnahme ist ein übergreifendes Ziel der Prozesskette. Beispiel: Forderung nach Standardisierung/einfacher Datenhaltung

Es gibt Informationen, die nur intern in einem Prozessmodul benötigt werden. Dies können Zwischenergebnisse innerhalb eines Prozesses sein oder z.B. Stammdaten, die nur in diesem Prozess eingesetzt werden. Für diese Informationen ist aufgrund ihrer lokalen Anwendung keine Eingliederung in eine übergreifende Informationslogistik erforderlich. Sie werden jedoch dann in der Konzipierung berücksichtigt, wenn sie an der gleichen Stelle wie übergreifende Informationen verarbeitet werden. So kann lokal eine Optimierung über alle Informationen angestrebt werden.

Das entstehende Informationsmodell kann bei einer großen Anzahl an betrachteten Prozessen in einer Wertschöpfungs- und Nutzungskette eine sehr große Anzahl an Informationen beinhalten. Um die Darstellung der Informationen für die Nutzer übersichtlich zu halten und die relevanten Eigenschaften für die Zuordnung von Informationstechnologien effektiv erfassbar darzustellen, bietet sich eine generelle Klassifizierung der Daten an (vgl. dazu beispielhaft Abb. 5-6):

Zunächst werden die Informationen in Kategorien ihrer Herkunft oder Verwendung eingeteilt, beispielsweise artikelbezogen oder lagerbezogen. Es kann zusätzlich noch in Muss- und Hilfsinformationen unterteilt werden. Die Angabe der Länge der Information inklusive einer möglicherweise mitzuführenden Maßeinheit, beispielsweise Millimeter, kann weiterhin Informationstechnologien mit geringem Speichervolumen ausschließen helfen, wird später aber auch ohnehin für die Ermittlung der Eigenschaften der ausgewählten Informationstechnologien benötigt. Darüber hinaus wird folgende Klassifizierung der Informationen vorgeschlagen (angelehnt an [Cra04]):

- **Zwingend objektnah (obj-nah):**
Einzelobjektspezifische Information, die überwiegend am Objekt benötigt oder verändert wird, wenn keine Nähe zu zentraler Datenbank oder nur sehr aufwändige oder nicht zielführende Nachverfolgbarkeit über Zentraldatenbank besteht. Beispiel: Umgebungstemperatur, der ein Objekt im Betrieb ausgesetzt ist
- **Zeitweise objektnah (part-obj):**
In Abschnitten der Supply Chain ist die Information zwingend objektnah erforderlich (obj-nah), in anderen ist eine objektferne Architektur (obj-fern) möglich. Es handelt sich also um eine Mischform. Beispiel: Die Artikelnummer kann während der Produktion mit bei großer Losgröße objekt-fern gespeichert werden, da die Information nicht für jedes Einzelteil abgefragt werden muss; nach einer Vereinzelnung in der Logistikkette ist jedoch systemunabhängig eine Einzelteilidentifikation und damit eine objektnahe Speicherung anzuraten
- **Objektfern möglich (obj-fern):**
Einzelobjektspezifische Information, die immer in Nähe einer Zentraldatenbank verwendet wird, z.B. in einem Werk oder Lager. Es ist dennoch vom Informationscharakter auch eine objektnahe Speicherung möglich. Beispiel: Ist-Bestandsart
- **Zentralcharakter der Information, statisch (zentr-stat):**
Die Information hat einen generellen Charakter und sie ist nicht sinnvoll einzelobjekt-/packstückbezogen darstellbar. So kann sie einen Bezug auf das gesamte Produkt haben oder sogar produktübergreifend gelten. Die Information wird stationär verwendet und ist beispielsweise für ein Werk, ein Lager oder ein Fahrzeug gültig. Beispiel: umzulagernde Artikelnummer sowie Menge
- **Zentralcharakter der Information, mobil (zentr-mob):**
Die Information hat wie die Information mit einem statischen Zentralcharakter einen generellen Charakter; Information wird jedoch bewegt; Beispiel: Lieferavis

Die Darstellung der Informationen erfolgt für die weitere Bearbeitung in horizontaler wie auch in vertikaler Sicht. Dabei werden eingehende (auch: in) und erzeugte Informationen (auch: out) berücksichtigt.

Darstellung in horizontaler Sicht (vgl. Abb. 5-6)

- Bezug: Gesamtsicht auf die im System verwendeten und erzeugten Informationen
- Fragestellung : Wie sieht der Lebenszyklus der einzelnen Information aus? Wo sind Quelle und Senke? Wie ist die Gesamtsicht der Informationen in den betrachteten Systemgrenzen? Wo liegen Schwerpunkte?
- Zweck: Basis für die prozessübergreifende Entwicklung eines schlanken Informationskonzeptes; Nutzung für prozessübergreifende Funktionen und für eine kumulierte Darstellung der Ergebnisse im Zuge der Unterstützung des Vorgehensmodells durch eine Softwarearchitektur

	1	2	3	5
	Information A	Information B	Information C	Information D
max. Länge Information (inkl. Einheit!) ->	45	1	3	350
(M)uss-/(H)ilfsinformation	M	H	M	H
obj-nah, part-obj, obj-fern, zentr-stat, zentr-mob	obj-nah	obj-fern	obj-fern	zentr-stat
Partner A - Prozess 1	out	out	out	in
Partner A - Prozess 2				
Partner A - Prozess 3	in		in	in/out
Partner B - Prozess 1	in	in		in/out
Partner C - Prozess 1		in		
Partner C - Prozess 2			out	

Abbildung 5-6: Beispiel Darstellung Informationen horizontale Sicht

Darstellung in vertikaler Sicht (vgl. Abb. 5-7 mit Bezug auf Abb. 5-6)

- Bezug: Sicht auf einzelne Prozesse
- Fragestellung: Welche Entscheidungen im Sinne der Informationsverarbeitung kennzeichnen einen Prozess? Welche Informationen werden für eine Entscheidung benötigt und welche Informationen sind Ergebnis dieser Entscheidung?
- Zweck: Basis für prozessbezogene Entwicklung einer schlanken Informationslogistik; aufgrund Prozessbezogenheit zusätzlich für alle Beteiligten nachvollziehbare Darstellungsform (beispielsweise geeignet als Grundlage für Durchsprachen); Nutzung für eine prozessbezogene Unterstützung des Vorgehensmodells durch eine Softwarearchitektur (siehe Kapitel 6)

Informationserfassung	Informationsverarbeitungsprozess	Informationsspeicherung
Information A	Ermittlung aktualisierter Wert der Information D	Information D
Information B		
Information D		

Abbildung 5-7: Beispiel Darstellung Informationen vertikale Sicht (Partner B, Prozess 1)

Zusammenspiel der horizontalen und vertikalen Sicht

Abb. 5-8 verdeutlicht das Zusammenspiel der beiden Sichtweisen. Die in der horizontalen Sicht für einen Prozess dargestellten Informationen können in der vertikalen Sicht innerhalb eines Prozesses in einen oder mehrere Informationsverarbeitungsprozesse einfließen bzw. von diesen erzeugt werden.

5.7.2 Matrixbetrachtung, horizontale und vertikale Passung

Für eine schlanke Informationslogistik müssen sowohl prozessintern als auch prozessübergreifend der Verarbeitungs- und Handlingsaufwand minimiert und Medienbrüche vermieden werden. So ist möglichst zu vermeiden, dass innerhalb eines Prozesses Informationen von unterschiedlichen Technologien erfasst oder auf unterschiedliche Technologien geschrieben werden müssen. Diese prozessinterne Betrachtungssicht wird im Folgenden als vertikale Passung bezeichnet.

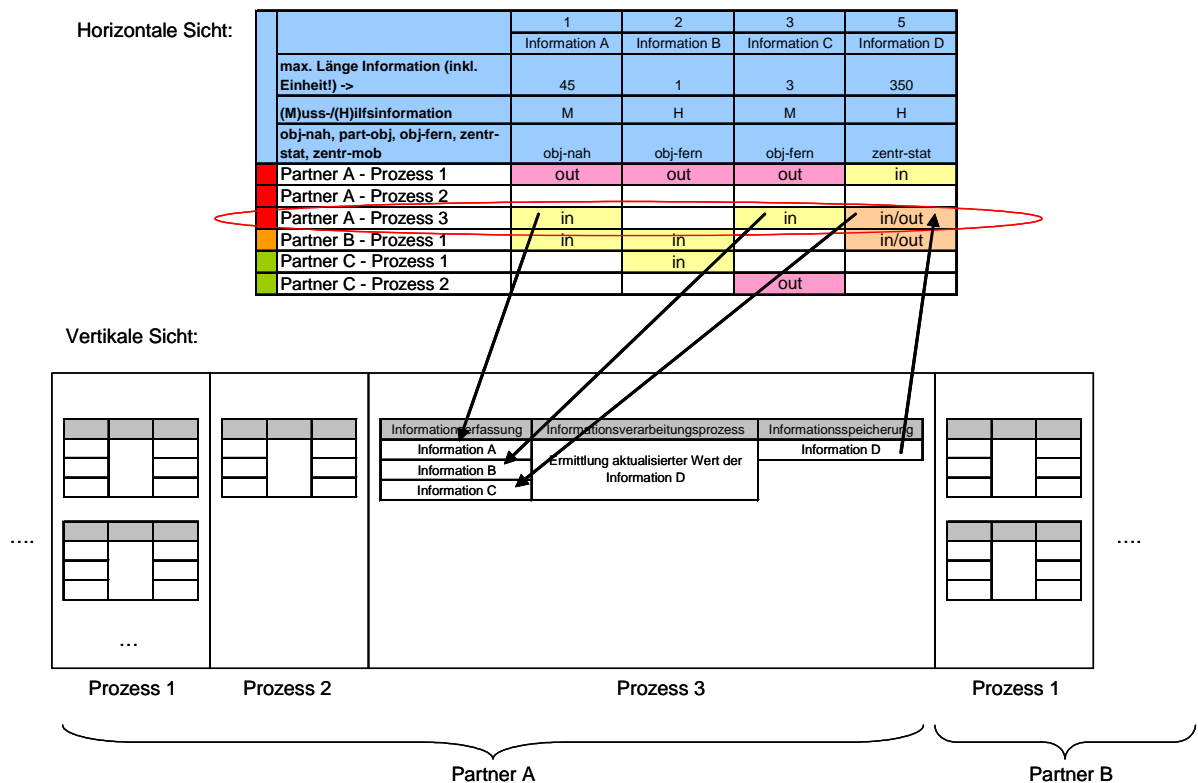


Abbildung 5-8: Zusammenspiel der horizontalen und vertikalen Sicht

Quelle und Senke der für die vertikale Passung beschriebenen Informationen sind in der gesamten Informationslogistik der betrachteten Supply Chain sehr heterogen. So darf die Optimierung innerhalb einzelner Prozesse nicht zu Aufwand innerhalb eines anderen Prozesses führen, welcher wiederum Informationen auch aus hinsichtlich der Informationslogistik technologisch anders optimierten Prozessen bezieht. Diese prozessübergreifende Betrachtungssicht wird im Folgenden als horizontale Passung bezeichnet.

Ein Überblick über alle Auswirkungen von Entscheidungen aus horizontaler wie auch vertikaler Sicht ist aufgrund der Komplexität ohne Unterstützung schwierig zu gewährleisten. Daher wird die in Kapitel 6 beschriebene Softwarearchitektur eine Art Matrixsicht zur Verfügung stellen, bei der in der Prozesssicht auch gleichzeitig die prozessübergreifende Sicht gezeigt wird (vgl. Abb. 5-9). So können auch in der Detailarbeit sowohl die horizontale als auch die vertikale Passung berücksichtigt werden.

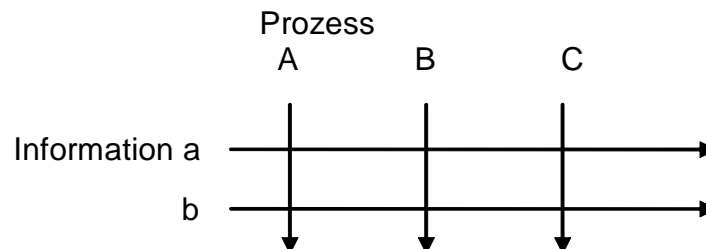


Abbildung 5-9: Horizontale/vertikale Betrachtung bei der Architektur der Informationslogistik

5.8 Schritt d: Kategorisierung der zu betrachtenden Produkte in Produktgruppen

Obwohl die Einführung einer einheitlichen Informationslogistik anzustreben ist, um die Arbeitsplätze einfach und übersichtlich zu halten, kann dies bei einem heterogenen Produktspektrum wie im Ersatzteilwesen durchaus auf Probleme stoßen. Insbesondere für technisch anspruchsvollere Technologien sind die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen des Produktes entscheidend. Um eine den Voraussetzungen angepasste Technologie bestimmen zu können, ist eine Mischung aller Produkte in eine Entscheidungsfindung daher nicht zweckdienlich. Entsprechend werden zunächst bedarfsweise Produktgruppen mit homogenen Eigenschaften definiert und für diese Gruppen jeweils ein Grobkonzept der Informationstechnologie erstellt. Am Ende der Konzeptphase sind die individuellen Ergebnisse auf Verträglichkeit im Gesamtkonzept zu prüfen. Um eine zu hohe Komplexität bei der späteren Zusammenführung zu vermeiden, sollte in der Anwendung des Vorgehensmodells die Kategorisierung von Produktgruppen nur eingeschränkt angewendet werden.

Die folgenden Punkte stellen Beispiele für differenzierende Kriterien dar. In der Anwendung des Vorgehensmodells sind die individuellen Voraussetzungen zu betrachten:

- **Maße:** Einige Informationstechnologien erfordern eine Mindestfläche auf dem Objekt. Wenn für eine Produktgruppe die benötigte Fläche nicht ausreicht, muss diese Produktgruppe für die entsprechende Informationstechnik ausgeschlossen werden. Die zu berücksichtigende Fläche hängt davon ab, auf welcher Ebene das Informationshilfsmittel aufgebracht wird, vgl. dazu den Punkt „Ebene der Informationstechnologie“.
- **Kosten:** Es kann eine Klassifizierung anhand des Verhältnisses Herstell- oder Vertriebskosten der Produkte zu den mittleren Kosten für die möglichen Informationsträger erfolgen. So können für sehr günstige Produkte teure Informationsträger in einer Kategorie

ausgeschlossen werden, während sie für verhältnismäßig werthaltigere Produkte berücksichtigt werden. Auch hier ist die Ebene der Identifikation ausschlaggebend.

- **Ebene der Informationstechnologie:** Unter diesem Aspekt ist zu untersuchen, ob die Kunden, an die die betrachteten Produkte geliefert werden, Forderungen bezüglich der Ebene der Information stellen. Produkte, die in dieser Form beschränkt sind, sollten in getrennten Produktgruppen zu den diesbezüglich freien Produkten betrachtet werden. Es kann im Laufe der Iterationen bei der Erstellung des Grobkonzeptes gegebenenfalls auch sinnvoll sein, Produkte nach der Ebene zu kategorisieren, auf der der größte Anteil des Handlings entsteht. Grundsätzlich sollte die Ebene des Materialflusses zum Einstieg in die Grobkonzeption jedoch möglichst nicht festgelegt werden, so dass jeweils funktionsbezogen die Wahl eines idealen Wirkprinzips und einer damit verbundenen Ebene der Information erfolgen kann.
- **Relevanz der Ressourcen:** [Str05] nennt beispielsweise die Sicherheitsrelevanz, den Wiederbeschaffungsaufwand (Zeitdauer/Kosten der Wiederbeschaffung, Zuverlässigkeit der Lieferanten/Anzahl möglicher Bezugsquellen), die Schwundquote und den Zeitwert als Kriterien. Ergänzend sind die Priorität des Kunden - an den das Produkt geliefert wird - und der Anteil am Vertriebsumsatz zu nennen. Im Ersatzteilbereich können auch spezielle Eigenschaften des Produkts wie beispielsweise der Änderungsstand der zugehörigen Software die Relevanz beeinflussen. Je höher die Relevanz eines Produktes eingeschätzt wird, desto mehr Aufwand bezüglich der Informationstechnologie ist qualitativ sinnvoll und wirtschaftlich.
- **Visibilitätsanforderung:** [Dit06] hat diese Anforderungen als sogenannte Perspektiven der Visibilität erfasst. Dabei sind für die Kategorisierung in Produktgruppen vor allem die Perspektiven Datenqualität, Echtzeitfähigkeit und Datengranularität zu beachten.

5.9 Schritt e: Erstellung Wirkstruktur mit unterstützender Bewertung

In diesem Schritt erfolgt die Bestimmung der Wirkstruktur für die festgelegte Systemgrenze innerhalb der Wertschöpfungs- und Nutzungskette und der dafür ermittelten Informationsstruktur. Für jede Bewegung einer Information, sei es Erfassung, Weitergabe, Entscheidungsfindung oder Speicherung in den Prozessen, wird ein nach Ansicht der Planer passendes Wirkprinzip bestimmt. Die Grundlage dafür ist die Lösungssammlung. Durch die Gesamtheit der gewählten Wirkprinzipien entsteht die Wirkstruktur für die Informationslogistik. Zur anschaulichen Unterstützung der Planer stellen die in Kap. 5.7 vorgestellte Matrixbetrachtung und eine unten näher erläuterte grobe Bewertung der Wirkprinzipien Hilfsgrößen dar.

Eine Bewertung auf grobem, aber dennoch aussagekräftigem Niveau stellt nur eine Hilfsgröße dar und ist keine zwangsläufige, automatisierte Entscheidung für ein bestimmtes Wirkprinzip. Der Planer soll durch sie nur geleitet werden. Analog zur Konstruktionsmethodik

darf der Aufwand der Bewertung im Konstruktionsprozess nur gering sein und den Konstrukteur in möglichst geringem Umfang vom eigentlichen Konstruktionsprozess abhalten.

5.9.1 Grundlegendes Vorgehen bei der Bewertung

Die Gestaltung der Informationslogistik hat technische und wirtschaftliche, aber auch der betrachteten Wertschöpfungs- und Nutzungskette übergeordnete Dimensionen wie beispielsweise Auswirkungen auf die Gesellschaft. Sie teilen sich in viele Unterpunkte unterschiedlicher Bedeutung für die Gesamtsicht auf. Die Beachtung dieser Bandbreite stellt für die Konstrukteure der Informationslogistik eine komplexe Aufgabenstellung dar. Diese Herausforderung haben auch Konstrukteure des Maschinenbaus zu bewältigen. Ein verbreitetes Hilfsmittel bei der Entscheidung zwischen unterschiedlichen Technologien oder bei der Zukunftsfähigkeit und Praktikabilität einer Technologie ist im Maschinenbau die Technologiebewertung nach VDI-Richtlinie 3780 [Bul94], [VDI3780]. Bei der Gestaltung der Informationslogistik handelt es sich um eine probleminduzierte Bewertung analog [VDI3780], so dass eine Anwendung grundsätzlich passend ist. Das hier entwickelte Vorgehensmodell verfolgt zwar nicht allumfassend das Vorgehen der Technologiebewertung, lehnt sich jedoch daran an. Die anschließenden Abschnitte zur Auswahl an Kriterien, deren Gliederung und Bewertung berücksichtigt Aspekte der Folgenabschätzung, Bewertung und Entscheidung aus [VDI3780] sowie die Leitlinien des Toyota-Produktions-Systems und die Randbedingungen des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie.

Für die Technologiebewertung schränkt [VDI3780] ein, dass sie aufgrund der Fülle der Gesichtspunkte in jedem Falle auf vereinfachenden Modellannahmen beruht, bei der unabdingbar Einzelaspekte unberücksichtigt bleiben. Diese Einschränkung gilt in gleicher Weise für das Vorgehensmodell.

Auswahl Kriterien, Gliederung

Die Auswahl der Kriterien wird hier im Zuge der Entwicklung des Vorgehensmodells durchgeführt, kann aber auch in regelmäßigen Abständen oder bei Bedarf an die aktuelle Situation angepasst werden. Grundlage ist dabei der in [VDI3780] genannte Wertekanon mit spezifischen Ergänzungen.

Eine Bewertung der Technologie wird jeweils aus Sicht der einzelnen Partner in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette durchgeführt. Auch selbst im positiven Extremfall einer insgesamt sehr harmonischen Beziehung zwischen allen Partnern einer Kette hat doch jedes Unternehmen eigene Voraussetzungen und Ziele, so dass eine solche Herangehensweise sinnvoll erscheint. Durch die Summe der Einzelbewertungen sowie durch einige, sich auf die Verbindung der Partner beziehende Kriterien wird eine Bewertung aus Sicht der gesamten Kette erreicht.

Eine effiziente Bewertung wird im Vorgehensmodell durch eine dreiteilige Gliederung erreicht. Durch die Aufteilung wird sichergestellt, dass übergreifend gültige Kriterien nicht für

jedes Wirkprinzip und für jeden Prozess erneut eingerechnet werden müssen. So wird deutlich der Umfang der Bewertung reduziert.

- **Oberbaustein**
In diesem Baustein werden alle Kriterien bewertet, die von allgemeinen Eigenschaften einer Technologie abhängen und keinen Bezug zum einzelnen Wirkprinzip oder Prozess haben. Zusätzlich werden hier Kriterien aufgenommen, für die eine für einen Partner übergreifend gültige Bewertung vorgenommen werden kann. Ergebnis ist also eine Bewertung pro betrachteter Technologie im Allgemeinen in Bezug auf einen Partner. Sie gilt für alle Wirkprinzipien unter Berücksichtigung der darin verwendeten Technologie, die für diesen Partner betrachtet werden.
- **Bereichsbaustein**
Dieser Baustein deckt Kriterien ab, die für die Lieferanten- und Kundensicht eines Partners der Wertschöpfungs- und Nutzungskette spezifisch sind. Fokus der Betrachtung ist die Feststellung, inwiefern sich die Technologien in den unternehmensübergreifenden Ablauf integrieren lassen. Die Partner haben in der Regel nicht nur mit den in einer betrachteten Kette beteiligten Unternehmen eine Handelsbeziehung, so dass durch diesen pro Partner und Bereich (z.B. Wareneingang/-ausgang) bewerteten Baustein eine größere Abdeckung der Betrachtung erreicht wird. Auch hier erfolgt eine Bewertung der Kriterien pro betrachteter Technologie. Sie gilt für alle Wirkprinzipien, die für den bewerteten Bereich des Partners betrachtet werden.
- **Prozessbaustein**
Dieser Baustein umfasst Kriterien in Abhängigkeit von spezifischen Eigenschaften eines Wirkprinzips unter Berücksichtigung von typischen Umgebungsbedingungen in einem einzelnen Prozess.

Jedes Wirkprinzip erhält eine Gesamtbeurteilung, die sich aus den drei Bausteinen zusammensetzt. Beispielsweise setzt sich die Gesamtbeurteilung eines Wirkprinzips, welches ein stationäres Lesetor mit RFID-Technologie vorsieht, bei der Frachtdatenerfassung in einem Lager eines Teileherstellers zusammen aus:

- dem Oberbaustein mit allgemeinen Eigenschaften der Technologie RFID und einer Bewertung übergreifend für das Lager des Teileherstellers gültiger Kriterien
- dem Bereichsbaustein mit einer Bewertung der spezifischen Belange des Wareneingangs dieses Lagers unter besonderer Berücksichtigung der Lieferantenstruktur
- dem Prozessbaustein mit der Bewertung der Eigenschaften eines stationären Lesetors mit RFID-Technologie unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen am Punkt der Frachtdatenerfassung in dem genannten Lager.

Sind die Bedingungen in mehreren Prozessen vergleichbar, so kann der Prozessbaustein für diese Prozesse einmalig für die Wirkprinzipien bestimmt werden. Beispielsweise sind die grundlegenden Bedingungen für die Informationstechnologie in Lagerprozessen in nahezu allen Prozessen vergleichbar. In diesem Falle könnten die Wirkprinzipien übergreifend für

alle Prozesse in einem Lager bewertet werden und mit den zugehörigen Ober- und Bereichsbausteinen zu einem Gesamtergebnis aggregiert werden. Es kann sich sogar durchaus anbieten, für den Prozessbaustein pro Packebene eine Bewertung vorzunehmen, da zwischen den Packebenen oftmals mehr Unterschiede auftreten als zwischen den Prozessen.

Stufenweise Bewertung der Kriterien zur Minimierung des Aufwandes für die Planer

Eine Bewertung der Kriterien kann in der Regel nicht von einer einzelnen Person durchgeführt werden. Es sind vielmehr jeweils Experten und ggf. auch Betroffene der einzelnen Themenbereiche hinzuzuziehen, um zu einer gesicherten Aussage zu kommen [VDI3780]. Dabei gibt es neben einfachen Expertengesprächen zahlreiche Methoden wie beispielsweise die Delphi-Methode, Trendexploration oder die Relevanzbaum-Analyse, die in [VDI3780] näher erläutert werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird nicht weiter darauf eingegangen.

Die Bewertung der Kriterien kann damit teilweise sehr aufwändig werden. Um auch diesen Abschnitt während der Konstruktion der Informationslogistik möglichst effizient zu gestalten, werden so viele Schritte wie möglich zentral und vorab erledigt und im Sinne der Konstruktionsmethodik bestehendes Wissen weitergegeben. So kann

- die Bewertung der generellen Eigenschaften der Technologie vorab vorgenommen werden. Da diese Bewertung nicht von dem jeweiligen Einsatzfall abhängt, kann eine zentrale Stelle für alle Planer die Entwicklung der Informationstechnologie beobachten, die Kriterien bewerten und regelmäßig die Bewertung anpassen. So bekommen die Planer zum Zeitpunkt ihres Projektes ohne eigenen Aufwand eine aktuelle Bewertung dieser Kriterien.
- für die einzelprojekt-spezifische Bewertung zentral ein Bewertungsvorschlag auf Basis einer dokumentierten Referenz, z.B. Wareneingangsprozess in einem verbreiteten Lagertyp, angeboten werden. Der Konstrukteur hat damit einen Anhaltspunkt und kann eine spezifische Anpassung durch Vergleich von Referenz zu Einzelfall erreichen. Für generelle Kriterien in Ober- und Bereichsbaustein kann diese einzelprojekt-spezifische Bewertung besonders gut vorbereitet werden. Hier ist für einzelne Kriterien keine Überprüfung im Einzelfall mehr erforderlich.

Um die Bewertung der einzelnen Kriterien für einen effizienten Vergleich der Wirkprinzipien nutzbar zu machen, ist wie schon beschrieben eine Aggregation erforderlich. Für die Durchführung einer aggregierten Bewertung stehen grundsätzlich viele Verfahren zur Verfügung. Hier wird die Fuzzy-Theorie verwendet, die in 5.9.2 kurz vorgestellt wird.

Die Fuzzy-Theorie bietet gegenüber anderen Bewertungsverfahren für die Entscheidungsfindung keine zusätzlichen Funktionen [Nau97], substituiert diese also nicht zwangsweise. Dennoch ergeben sich durch ihre Anwendung einige nennenswerte Vorteile, die einen Einsatz in dem hier entwickelten Vorgehensmodell sinnvoll sein lässt:

Es wurde bereits erwähnt, dass eine Bewertung mit einer Kombination von für den Betrachtungsrahmen sinnvollen quantitativen und qualitativen Faktoren erforderlich ist. [VDI3780] sieht dabei „methodische Schwierigkeiten aus der Verschiedenartigkeit von Maßstäben, Messgrößen und ihrer jeweiligen Aussagekraft“. Genau in der Bearbeitung einer solchen Mischung und von zueinander im Konflikt stehenden Zielen mit teilweise unscharfen Informationen liegt eine Stärke der Fuzzy-Theorie [Zim91].

Darüber hinaus ist die Nähe zur sprachlichen Formulierung der Experten durch linguistische Regeln und Variablen gegeben. Dies erhöht gleichzeitig die Nachvollziehbarkeit und Erklärbarkeit auch für Nicht-Experten des Systems.

Ein großer Vorteil der Fuzzy-Theorie gegenüber anderen Bewertungsverfahren, beispielsweise der Kosten-Nutzen-Analyse, ist die Möglichkeit der Aufstellung eines komplexen Gewichtungs- und Bewertungskennfeldes zwischen Kriterien. Während bei rein mathematischen Verfahren eine Regel in Form einer Gleichung über den gesamten Grundbereich gilt oder eine Unterscheidung innerhalb des Grundbereiches zu komplexen mathematischen Ausdrücken führt, kann mit der Fuzzy-Theorie auf Basis eines sprachlichen Verständnisses eine einfach verständliche und kontrastreiche Beschreibung unterschiedlicher Umstände erfolgen. Dabei kann auch eine unterschiedliche Durchsetzungsfähigkeit von konkurrierenden Zielen, wie sie bei einer Technologiebewertung gängig sind [VDI3780], innerhalb des Wertebereiches abgebildet werden.

Mit Fuzzy-Theorie ist weiterhin eine beliebige Detaillierung in einzelnen Bereichen eines Grundbereiches erreichbar. So kann an den Randlagen der Bewertung beispielsweise eher grob bewertet, in den mittleren und häufigen Bewertungsstufen können dagegen differenziertere Regeln erstellt werden. Zusätzlich ist auch nachträglich eine sehr punktuelle Anpassung des Kennfeldes schnell und einfach möglich.

Die genannten Punkte führen zu einer hohen Attraktivität der Fuzzy-Theorie für die Anwendung im Vorgehensmodell.

5.9.2 Fuzzy-Logik

Die Fuzzy-Theorie wurde 1965 von Lotfi Zadeh begründet. Sein Ziel war die Schaffung eines Systems zur formalen Behandlung der Unschärfe von menschlichem Denken bei der Darstellung von Daten sowie der Entscheidungsfindung [Gra95]. Eine umfangreiche Sammlung von Literaturstellen zu konkreten Anwendungsbeispielen ist in [Zil01] zu finden.

Eine zentrale Eigenschaft der Fuzzy-Theorie ist die Arbeit mit einer unscharfen, linguistischen Ausdrucksweise anstelle von scharfen Datenmengen [Gra95]. Durch eine Beschreibungsmöglichkeit auf sprachlicher Ebene sowohl bei der Definition von Eingangs- und Ausgangsgrößen wie auch bei der Aufstellung von Regeln für die Berechnung der Ausgangsgröße kann nachvollziehbar und einfach das unscharfe Erfahrungswissen von Experten eingebracht und genutzt werden. Abb. 5-10 zeigt den generellen Ablauf in seinen groben Schritten. Es ist zu betonen, dass trotz der unscharfen Berechnungsmethode die Eingangs- und Ausgangsgrößen scharfe Werte sind [Nau97].

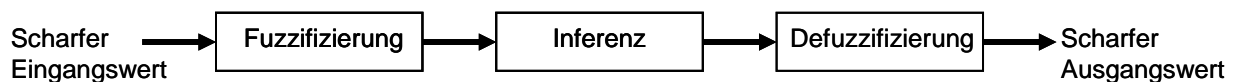


Abbildung 5-10: Vorgehen Fuzzy (in Anlehnung an [Dre96])

Eingangs- und Ausgangsgrößen werden als linguistische Variablen bezeichnet. Die Grundmenge jeder Variablen wird durch Terme beschrieben, die linguistisch das Erfahrungswissen zu dieser Variablen in Bezug auf die möglichen Eingabewerte umschreibt [Alt95]. Daraus bilden sich Zugehörigkeiten konkreter Eingabewerte zu Termen auf einer normierten Skala von 0-1 [Nau97]. In Abb. 5-11 wird beispielsweise die linguistische Variable „Niederschlagswahrscheinlichkeit“ im Grundbereich 0-100% mit den Termen {gering, mittel, hoch} beschrieben. Der konkrete Eingabewert 30% ergibt eine Zugehörigkeit zum Term gering von 0,35 und zum Term mittel von 0,65. Dieser Vorgang wird auch als Fuzzifizierung bezeichnet.

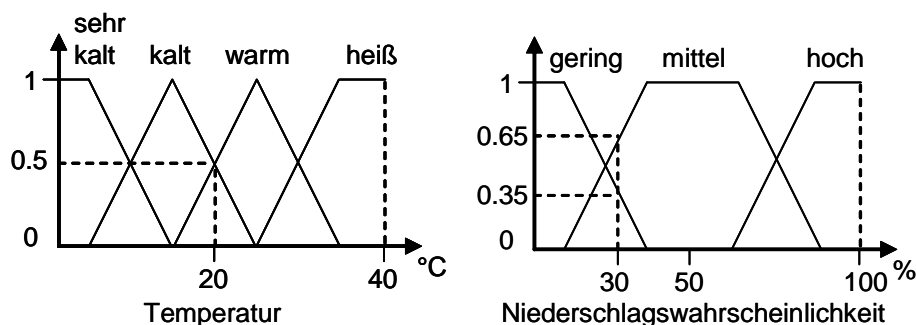


Abbildung 5-11: Beispiel linguistische Eingangsvariable

Unterschiedliche Formen der Zugehörigkeitsfunktion drücken unterschiedliche Aussagen aus (siehe Abb. 5-12, nähere Darstellung in [Gra95]). Bei einem Einsatz der Fuzzy Logik in wirtschaftsnahen Entscheidungen hat sich die Verwendung von triangulären Zugehörigkeitsfunktionen als einfach und ausreichend bewährt [Chi98].

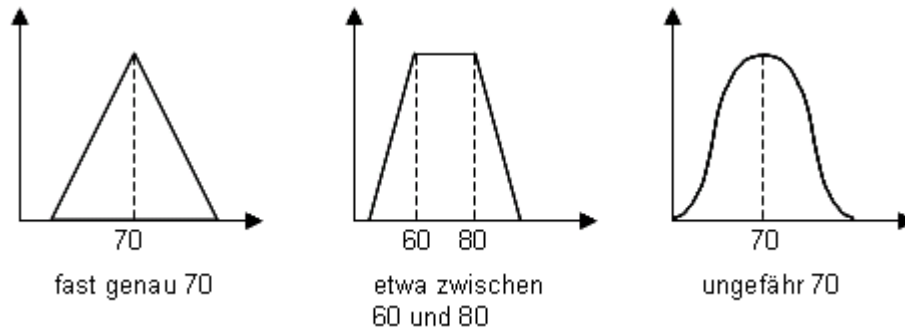


Abbildung 5-12: Aussage von verschiedenen Formen der Zugehörigkeitsfunktion (in Anlehnung an [Gra95])

Im nächsten Schritt, der Inferenz, werden Regeln zur Berechnung der Ausgangsgröße in einer Wenn-Dann-Beziehung aufgestellt. Grundlage der Regeln sind die Terme der linguistischen Variablen. Durch die logische Verknüpfung der Terme entsteht eine in der Logik des menschlichen Erfahrungswissens aufgestellte Regelbasis. Sie kann durch Gewichtung einzelner Regeln detailliert werden. Durch die während der Fuzzifizierung festgelegten Zugehörigkeitsgrößen werden in der konkreten Anwendung die für die Eingabewerte passenden Regeln festgelegt.

In verschiedenen Verfahren kann aus den zutreffenden Einzelregeln ein unscharfes Ergebnis bestimmt werden. Hier wird nur grob das Max-/Min-Verfahren vorgestellt: Zunächst wird aus jeder Regel die minimale Bewertung herausgefiltert (sog. Aggregation). Bildlich schneiden diese Werte in der Grafik der linguistischen Ausgangsvariable den jeweiligen Dann-Term (sog. Implikation). Sodann wird pro Term der maximale Schnittpunkt ermittelt (sog. Akkumulation). Unter diesen Schnittlinien ergibt sich eine Fläche, die dem unscharfen Ergebnis entspricht.

Die Ausgangsgröße hat vielfach mehr Terme als die Eingangsgrößen, da so durch die Regelbasis entstehende Zwischenwerte dargestellt werden können. So empfiehlt [Alt95] drei Terme in den Eingangs- und fünf Terme in den Ausgangsgrößen. Allerdings hängt die tatsächliche Zahl an Termen nach Angabe der Firma Inform GmbH, Aachen, von den Spezifika der Anwendung ab.

Wird im oben bereits gezeigten Beispiel das Pflanzenwachstum als Ausgangsgröße mit den Termen {gering, mittel-niedrig, mittel, mittel-hoch, hoch} genommen, so könnte ein Ausschnitt aus der Regelbasis wie in Tabelle 5-2 dargestellt lauten. Mit den oben genannten konkreten Eingangsgrößen würden unter anderen die Regeln d, e, x und y zutreffen, nicht jedoch die Regel z. In die Terme der Ausgangsvariablen eingetragen, ergibt sich mit dem Min-/Max-Verfahren das als Fläche dargestellte unscharfe Ergebnis (siehe Abb. 5-13).

Wenn	Bedingung (UND)		Folgerung (Dann)	Aggregation
Regel	Temperatur	Niederschlags wahrscheinl.	Pflanzenwachstum	Min
...
d	Kalt (0,5)	Gering (0,35)	gering	0,35
e	Kalt (0,5)	Mittel (0,65)	mittel-niedrig	0,5
...
x	Warm (0,5)	Gering (0,35)	mittel-niedrig	0,35
y	Warm (0,5)	Mittel (0,65)	mittel	0,5
z	Warm	hoch	mittel-hoch	-

Tabelle 5-2: Beispielausschnitt aus einer Regelbasis (in Anlehnung an [Zil01])

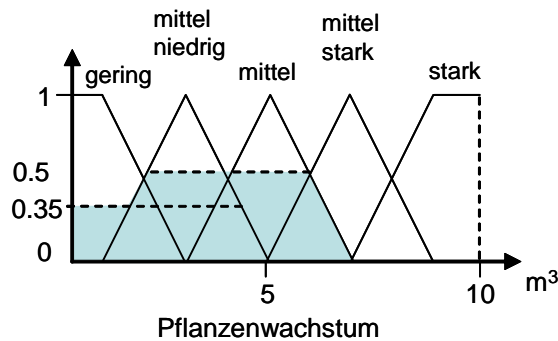


Abbildung 5-13: Beispiel linguistische Ausgangsvariable mit Inferenzschritt

Abschließend muss aus dem als Fläche vorliegenden fuzzifizierten Ergebnis ein diskreter Ausgabewert errechnet werden. Dazu kann mit verschiedenen, alternativen Verfahren ein einzelner Punkt aus der Fläche ermittelt werden. Beispiele sind der Flächenschwerpunkt, der Massenschwerpunkt oder das mittlere Maximum aller Maximalpunkte in der Fläche [Dre96].

Im Folgenden wird aus unterschiedlichen Ansätzen der Fuzzy-Theorie nur die Fuzzy-Logik als Grundlage für Entscheidungssysteme betrachtet. Die Einsatzfähigkeit der Fuzzy-Logik für Entscheidungs- und Bewertungsprobleme wurde bereits in zahlreichen Arbeiten belegt [Rom97]. Das hier entwickelte Vorgehensmodell entspricht einer Multi-Criteria-Analyse mit teilweise unscharfen Informationen nach [Zim91].

In Kapitel 5.9.1 wurde die Möglichkeit der Bildung eines Gewichtung- und Bewertungskennfeldes zwischen Kriterien mithilfe der Fuzzy-Theorie genannt. Abb. 5-14 zeigt ein Beispiel für einen Bewertungsbaum. Abb. 5-15 zeigt, dass die Bewertung für diesen Bewertungsbaum ein richtiges Kennfeld bilden kann.

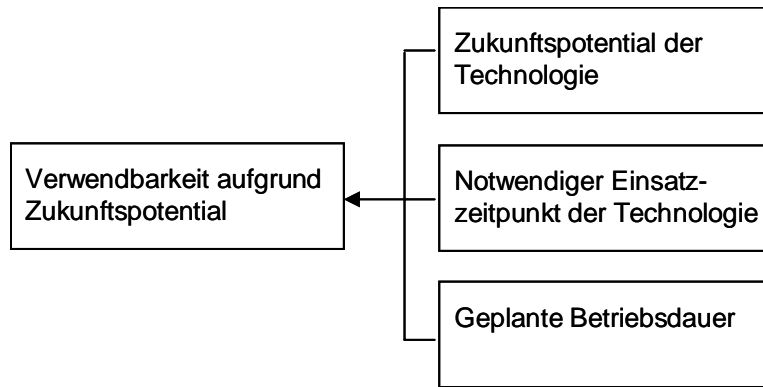


Abbildung 5-14: Beispielkriterien für Beschreibung Bewertungskennfeld

Zukunftspotential der Technologie	Notwendiger Einsatzzeitpunkt der Technologie	Geplante Betriebsdauer	Verwendbarkeit
gering	kurzfristig	kurz	mittelhoch
gering	langfristig	kurz	gering
gering	kurzfristig	lang	gering
gering	langfristig	lang	gering
hoch	kurzfristig	kurz	hoch
hoch	langfristig	kurz	hoch

Abbildung 5-15: Bewertungsausschnitt für Kriterienbaum in Abbildung 5-14

Die Fuzzy-Theorie führt nicht zu einer drastischen Senkung des Bewertungsaufwandes im Ganzen. Es ist ein vergleichsweise hoher Aufwand in die Erstellung der Kriterienbäume und der Regelbasen zu bewältigen. Aber nach höherem Aufwand für den einmaligen Aufbau ist die dann vorhandene Grundstruktur mit dem gewünschten Kennfeld der Regeln schnell und einfach für die breite Anwendung an vielen Wirkprinzipien und Prozessen möglich und auch leicht anpassbar. So kann zentral der große Aufwand im Vorfeld vorbereitet werden, in der Anwendung hat der Konstrukteur dann die gewünschte schnelle und vergleichsweise wenig aufwändige Bewertungsmethode an der Hand.

5.9.3 Definition und Einordnung der Bewertungskriterien

Für eine umfassende Bewertung einer Technologie für den Einsatz in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie werden nachstehende Kategorien als unerlässlich angesehen, gesamter Bewertungsbaum siehe Anhang:

Bewertung der technologischen Eigenschaften

- Funktionsfähigkeit einer Technologie im Vergleich zu den gestellten Anforderungen
- Einsatzfähigkeit aufgrund der Entwicklungsreife sowie der Akzeptanz und des Zukunftspotenzials einer Technologie im Markt

Bewertung der Passung zu dem einzelnen Unternehmen in der Kette

- Passung zu der technischen Ausrichtung des Unternehmens
- Auswirkungen auf Gesundheit und Persönlichkeitsentfaltung der Mitarbeiter

Bewertung der Passung zu den Schnittstellen zwischen Unternehmen der Kette

- Kompatibilität innerhalb des Partnerkreises
- Migrationsfähigkeit und –aufwand
- Passung zu speziellen Anforderungen von Partnern

Bewertung der Passung zum Umfeld des einzelnen Unternehmens in der Kette

- Umweltqualität
- Wohlstand der Gesellschaft

Bewertung der technologischen Eigenschaften

Funktionsfähigkeit einer Technologie im Vergleich zu den gestellten Anforderungen

Die Funktionsfähigkeit soll „unter bestimmten Bedingungen erstrebte Wirkungen herbeiführen“ [VDI3780]. Es soll nach den Prinzipien des Toyota-Produktions-Systems nur eine ausgereifte Technologie verwendet werden [Lik04], so dass die Bewertung der Funktionsfähigkeit eines der zentralen Bewertungscluster darstellt. Dazu ist zunächst einmal die grundsätzliche Verwendbarkeit mit den Dimensionen

- Brauchbarkeit und
- Perfektion

Für den Einsatzzweck zu prüfen. Weiterhin ist die

- technische Effizienz

eine Grundlage eines wirtschaftlichen Betriebs. Basis für den Einsatz einer Informationstechnologie bzw. eines Wirkprinzips ist die

- rechtliche Zulässigkeit.

Die drei erstgenannten Kriteriengruppen werden hauptsächlich durch prozessspezifische Eigenschaften bestimmt. Die Bewertung findet daher im Prozessbaustein statt. Alleine allgemeine Kriterien zur technischen Sicherheit und der Stabilität werden im Oberbaustein bewertet.

Die Brauchbarkeit eines Wirkprinzips äußert sich darin, dass „die Wirkungen den menschlichen Nutzungsbedürfnissen entsprechen“ [VDI3780]. Der Herbeiführung der Wirkung dient die technische Machbarkeit [VDI3780]. Darin äußert sich neben Lieferfähigkeit und der Möglichkeit der Installation von Lesegerät bzw. des Informationsträgers die Umsetzbarkeit der Dimensionen der Informationslogistik. Die richtige Information des richtigen Adressaten wird durch ein Wirkprinzip mit einer möglichst geringen Streuung der Lese- und Schreibgenauigkeit im Vergleich zum Abstand zweier Informationsträger erreicht. Die richtige Menge bezeichnet im übertragenen Sinne die Fähigkeit eines Wirkprinzips, die benötigte Informationsmenge und –komplexität verarbeiten zu können. Der richtige Ort wird hier definiert als eine sichere Erreichbarkeit des Empfängers. Dies äußert sich in einem ausreichenden Kontakt zwischen Informationsquelle und –senke und einer ausreichenden Reichweite. Der rich-

tige Ort im Sinne des geographischen Standortes, an dem ein Wirkprinzip umgesetzt wird, ist nicht Teil dieser Bewertung.

Neben der technischen Machbarkeit wird für die Brauchbarkeit eine deutliche Mitarbeiterorientierung (siehe Kap. 5.7.3.2), eine Robustheit gegen mechanische Einflüsse, eine gute Kontrollierbarkeit des Prozesses sowie Flexibilität verlangt.

Flexibilität bezeichnet nach [Kuh02] „das Vermögen eines Prozesses, (...) sich mit Veränderungen seiner Teilprozesse den Kundenwünschen rasch anzupassen“. Flexibilität wird von vielen Kunden gefordert und ist ein wichtiger Bestandteil des hier zugrunde gelegten Toyota-Produktions-Systems. In Anlehnung an eine materialbezogene Betrachtung von [Aug90] können für die Informationslogistik drei Formen identifiziert werden:

- **Entwicklungsflexibilität:** Herausarbeiten von neuen oder geänderten Informationsinhalten aufgrund von Markt- und Kundenbedürfnissen
- **Produktionsflexibilität:** Markt-/kundengerechte Anpassungsfähigkeit der Beschaffung und Erzeugung von neuen oder geänderten Informationsinhalten
- **Abwicklungsflexibilität:** Aus dem Blickwinkel der Information ist vor allem die markt- und kundengerechte Anpassungsfähigkeit des Informationsflusses und der Speicherung der Information von Interesse.

Die Entwicklungsflexibilität ist unabhängig von dem verwendeten Wirkprinzip. Die Produktionsflexibilität und die Abwicklungsflexibilität können dagegen sehr von dem eingesetzten Wirkprinzip beeinflusst werden. So ist beispielsweise ein stationärer Scanner für eine Umstellung der Platzierung der Information weniger flexibel als ein beweglicher (Hand-)Scanner.

Die Perfektion hat in der Bewertung die Dimensionen Betriebsperfektion und Informationsperfektion. Im Betrieb perfektioniert ist ein Wirkprinzip durch eine hohe Verfügbarkeit, eine hohe Fehlertoleranz bei Abweichungen von der Idealkonstellation und einer hohen Einfachheit [VDI3780]. Einfachheit wird hier im Sinne einer klaren Handhabbarkeit, geringer Anlernschwierigkeit und geringem Aufwand in Wartung und operativem Betrieb verstanden. Diese Kriterien sind im Sinne des Toyota-Produktions-Systems wichtig zur Vermeidung von Verschwendung im Betriebsablauf. Letzteres ist zusätzlich ein Bewertungskriterium für die Wirtschaftlichkeit, wie sie in [VDI3780] ebenfalls als notwendiges Kriterium einer Technologiebewertung gesehen wird. Die Wirtschaftlichkeit wird hier nicht explizit neben den technischen Kriterien ausgewiesen, da sie in dieser Phase der Bewertung nur ein Merkmal unter vielen ist. Eine explizite wirtschaftliche Bewertung wird in Kap. 5.10 angesprochen.

Neben einer betrieblichen Perfektion muss speziell bei der Informationslogistik nach Kap. 2.1 die Richtigkeit der Information in der erforderlichen Qualität gewährleistet werden. Diese Eigenschaften werden hier unter dem Schlagwort Informationsperfektion geführt und umfassen in Anlehnung an [VDI3780] die Bereiche Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Lebensdauerperfektion. Erkennt ein Wirkprinzip die Plausibilität, Korrektheit und Vollständigkeit einer Information, so ist eine hohe Genauigkeit gegeben. Ein zuverlässiges Wirkprinzip schützt vor Manipulation und Datenverlust. Bezüglich der Lebensdauerperfektion ist im Bereich des Er-

satzteilwesens aufgrund der teilweise langen Lagerzeiten die Bauteilelebensdauer wichtig, aber auch die Einschätzungen der Lebensdauer unter Einfluss von Feuchtigkeit und Verschmutzung.

Die technische Effizienz wird vor allem durch den mengenmäßigen Durchsatz bestimmt. Dadurch wird übertragen der Grundsatz der richtigen Zeit der Informationslogistik bewertet. Ein kleinerer Gesichtspunkt ist die Energieeffizienz von Technologie und der durch das Wirkprinzip beeinflusste menschliche Arbeitsenergieumsatz.

Einige wenige Aspekte werden im Oberbaustein übergreifend gewertet. Die Stabilität gegen Verschlechterung der Leistungsdaten im Zusammenhang der Alterung und die Einhaltung der eingestellten Parameter im Betriebsablauf sind allgemeine Eigenschaften zu technischen Grenzen. Auch die technische Sicherheit ist von der allgemeinen Technologie abhängig. Ausfallsicherheit und Missbrauchsrisiko sind interne Risiken. Von außen muss eine Technologie zusätzlich resistent gegen die Risiken der Datenspionage und externer Angriffe wie beispielsweise das Einschleusen von Viren sein. Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Risikos ist oftmals sehr wichtig einzurechnen, da sie bei einigen Entscheidungen ausschlaggebend für eine Auswahl ist (z.B. Wahrscheinlichkeit Kabelbrand bei Rechnersystem) [Meh01]. Sie wird nicht als eigenes Kriterium eingesetzt, muss aber bei der Bewertung der Kriterien betrachtet werden.

Einsatzfähigkeit aufgrund der Entwicklungsreife und des Zukunftspotenzials einer Technologie im Markt

Die Entwicklungsreife und das Zukunftspotenzial einer Informationstechnologie im Markt können für eine grobe Bewertung einer Technologie lediglich implizit abgeschätzt werden.

Wenn in einem Beobachtungszeitraum keine nennenswerten Entwicklungsschritte mehr erreicht wurden und die Anzahl bekannter oder neuer Funktionsfehler auf einem sehr geringen Stand angekommen ist, so ist dies ein Anzeichen für ein gutes Niveau der Entwicklungsreife. Hier werden zwei Jahre als ausreichender Betrachtungszeitraum für die überwiegend elektronischen Technologien angesehen. Hier spielt auch der Reifungsgrad der Standards eine Rolle, der über bereits anerkannte Standards für Daten und Technik abgeschätzt werden kann. Einen Hinweis darauf, ob der erreichte Standardisierungsgrad ausreichend ist, gibt der Grad der Forderung nach allgemein anerkannten Standards [Pfl01]. Sind viele Forderungen aus dem Markt zu vernehmen, so kann der erreichte Standardisierungsgrad noch nicht ausreichend sein, auch wenn bereits einige Standards vorliegen sollten.

Wie die Entwicklungsreife bezüglich eines möglichen Einsatzes der Informationstechnologie zu werten ist, hängt vom geplanten Einsatzzeitpunkt und dem Innovationstyp des Unternehmens ab. Je später der Einsatzzeitpunkt gelegt wird, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine nach heutigem Stand nicht ausgereifte Technologie noch einsatzfähig wird. Zusätzlich wird in einem der Innovation verschriebenen Unternehmen eine noch eher unausgereifte Technologie eher angenommen werden als bei einem diesbezüglich konservativ eingestellten Unternehmen. Innovationsbereitschaft bezieht sich hierbei ausdrücklich auf Hilfs-

technologien, wie es die Informationstechnologie in Logistik und Marketing darstellt. Hier werden die meisten Unternehmen weniger offen für innovative Experimente sein als bei den vom Unternehmen angebotenen Produkten.

Für den Einsatz einer Informationstechnologie zählt auch deren Zukunftspotenzial. Eine Abschätzung kann über die Marktakzeptanz, die Marktentwicklung und Expertenprognosen erfolgen. Die Wichtigkeit des Zukunftspotenzials für die Bewertung hängt davon ab, wann und wie lange eine Technologie eingesetzt werden soll.

In einer offenen Informationslogistik muss die allgemeine Marktakzeptanz einer Informationstechnologie als notwendige Voraussetzung für die flexible Weiterentwicklung der Kette beachtet werden. Die Marktentwicklung kann über die aktuelle Istentwicklung des Vertriebs der Komponenten vergangenheitsbezogen bewertet werden und damit eine Extrapolation in die Zukunft versucht werden. Aus verschiedenen Prognosen aus dem Kreis der Hersteller sowie der allgemeinen Wissenschaften und den Verbänden entsteht zuletzt eine breitere Sicht auf das mögliche Zukunftspotential.

Entwicklungsreife und Zukunftspotential sind allgemein für eine Technologie gültige Aussagen und werden daher im Oberbaustein bewertet.

Bewertung der Passung zu dem einzelnen Unternehmen in der Kette

Die Gestaltung der Informationslogistik durch das hier beschriebene Vorgehensmodell greift in einem Unternehmen in der Regel in eine bestehende Struktur und Politik der Datenverarbeitung ein. Dies macht eine Berücksichtigung bezüglich der Passung der Informationstechnologie in der Bewertung unerlässlich.

Genauso wichtig ist die Frage, ob die bestehende Mitarbeiterstruktur für die Anforderungen der Informationstechnologie ausreichend oder durch Schulung, Austausch oder Zukauf von externer Leistung anpassbar ist. Ein zentraler Punkt ist die Notwendigkeit von Spezialisten für die Betreuung des operativen Betriebs vor Ort. An den Routinearbeitsplätzen ist für Informationstechnologie eine schnelle Anpassungsfähigkeit ohne Probleme zu erwarten. Das Kriterium wird dennoch für besonders komplizierte Technologien grundlegend in der Bewertung zur Verfügung gestellt.

Die Passung zu der technischen Ausrichtung des Unternehmens ist übergreifend für das gesamte Unternehmen gültig und wird daher im Oberbaustein bewertet.

Auswirkungen auf Gesundheit und Persönlichkeitsentfaltung der Mitarbeiter

Das hier zugrunde gelegte Toyota-Produktions-System postuliert die Beachtung der Bedürfnisse der Menschen, um so höchste Leistungen für das Unternehmen anzuregen.

Für eine mitarbeiterorientierte Gestaltung der technischen, organisatorischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen sind in der Arbeitswissenschaft grundlegend die folgenden Ziele zu beachten [Bok91], die auch allgemeiner in der Technikbewertung nach [VDI3780] Eingang gefunden haben:

- Individueller Gesundheitsschutz: Es sollen der Schutz vor akuten oder langfristigen Erkrankungen oder Verletzungen durch die Arbeitsumgebung sowie eine unbehinderte Aufgabenerfüllung gewährleistet sein.
- Soziale Angemessenheit: Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung, Entlohnung und Kooperationsmöglichkeiten sollen sozial angemessen sein und den herrschenden gesellschaftlichen Normen und Erwartungen entsprechen.
- Persönlichkeitsentwicklung: Arbeitsprozesse sollen die Erhaltung und Entwicklung der Persönlichkeit ermöglichen.

Individueller Gesundheitsschutz:

Objektiv messbar entstehen bei der Ausführung einer Tätigkeit Belastungen für den Menschen. Dies können mechanische Einwirkungen sein, die aufgrund einer körperlichen Arbeit, z.B. Heben oder Tragen, entstehen (energetisch-effektorische Arbeitsschwere), aber auch aufgrund des geistigen Anspruchs (informativ-mentale Arbeitsschwere). Es wird ein Wechsel zwischen beiden Belastungsarten empfohlen [Bok91].

Zusätzlich zu diesen Belastungen aus dem Arbeitsinhalt können aus der Arbeitsumgebung Belastungen aufgrund der Bedingungen von Beleuchtung, Schall, Klima, mechanischen Schwingungen und Schadstoffen entstehen [Bok91]. Sie sind im Zusammenhang mit der Informationstechnologie bisher nicht relevant. Dabei wird in der Konzeptionsphase eine Belastung von Mitarbeitern durch Schadstoffe beispielsweise aus Druckern vernachlässigt.

Die Belastung hat eine subjektive Auswirkung auf den einzelnen Menschen. Diese sogenannte Beanspruchung hat eine physische und eine psychische Komponente. Die physische Komponente umfasst alle Einwirkungen auf Organe, Muskeln, Skelett und Sinnesorgane eines Menschen. Psychisch kann ein Mensch durch mental-informativ-Beanspruchung und durch eine sozial-emotionale Beanspruchung betroffen sein [Bok91].

[VDI3780] spricht allgemein von psychischem bzw. physischem Wohlbefinden.

Zusätzlich werden in der Literatur ermüdungsähnliche Zustände angeführt, von denen hier nur die Monotonie als eine ermüdungsähnliche Reaktion aufgrund von reizarmen Situationen oder einer geringen Veränderlichkeit von Reizen relevant ist. Gründe können z.B. kurzyklisch-repetitive, sozial stark isolierte Arbeitsprozesse, reizarme Überwachungstätigkeiten und Tätigkeiten mit geringer motorischer Handlung sein [Bok91].

Soziale Angemessenheit:

Die Aufgaben aus der Informationslogistik sind in der Regel nur Teile der Gesamtaufgabe. Daher ist eine Bewertung der Komponenten Arbeitsinhalt, Arbeitsaufgabe, Arbeitsumgebung und Entlohnung nicht sinnvoll. Relevant ist dagegen die sozial-emotionale Beanspruchung durch allgemeine subjektive Befürchtungen gegenüber einer Technik in Form von Angst vor Entlassung, Überwachung oder Degradierung.

[Man76] fordert eine Möglichkeit zu sozialen Kontakten der Mitarbeiter im Arbeitsprozess, der aber nicht zum Zwang werden sollte.

Persönlichkeitsentwicklung:

Die Gestaltung der Arbeitsprozesse soll der Persönlichkeitsentwicklung dienen. Dazu sollte dem Einzelnen ein Handlungsspielraum eingeräumt werden, der sowohl den quantitativen (Tätigkeitsspielraum) als auch den qualitativen Aufgabenumfang (Dispositionsspielraum) umfasst [Uli72]. Die Nutzung der Fähigkeiten der Mitarbeiter postuliert auch das Toyota-Produktions-System.

Mehrere Untersuchungen haben ergeben, dass es für die Arbeitszufriedenheit der Mitarbeiter weniger auf z.B. richtige Zykluslängen als vielmehr auf den Inhalt eines Arbeitsprozesses ankommt. Die Arbeit sollte „bildungs- und qualifikationsfördernd“ sein [Bok91]. Ablauftechnische Zwänge verschwenden nach dem Toyota-Produktions-System vorhandene Ressourcen für das Unternehmen in Form von Fähigkeiten und Fertigkeiten der Mitarbeiter. Deshalb wird eine Einschätzung der Möglichkeit der Mitarbeiter, aufgrund oder trotz der Informationstechnologie eine soziale Anerkennung ihrer Arbeit und eine soziale Einbindung in eine Gruppe erlangen zu können, im Oberbaustein berücksichtigt.

Bezogen auf die objektnahe Informationslogistik wird der individuelle Gesundheitsschutz zu großen Teilen von den allgemeinen Eigenschaften der Technik beeinflusst und wird daher im Oberbaustein, kategorisiert durch die einzelnen Belastungs-/Beanspruchungsformen, bewertet. Beispiele sind mögliche gesundheitliche Auswirkungen der technischen Funktionsweise wie z.B. eine Belastung durch elektromagnetische Felder oder Lichtbündelung, aber auch Auswirkungen durch die oben schon genannten allgemeinen subjektiven Befürchtungen.

Alleine Aspekte, die durch die tatsächliche Verwendung einer Technik in Form eines speziellen Wirkprinzips entstehen, werden im Prozessbaustein bewertet. Hier sind vor allem energetisch-effektorische Belastungen, z.B. ein notwendiges Heben oder Tragen von Produkten durch einen Mitarbeiter, aber auch spezifische Ausprägungen der informatorisch-mentalener Belastung zu bewerten. Beispielsweise führt ein Wirkprinzip "Vorführen gesamte Ware einzeln vor Identifikationstechnologie, dabei Beachtung, dass kein Einzelteil vergessen wird" tendenziell zu höherer informatorisch-mentaler Beanspruchung als "Ware wird automatisch einzeln vorgeführt, es muss nur schematisch Identifikation erfolgen". Auch die Einhaltung des Wechsels zwischen den Belastungsarten kann nur unter Berücksichtigung des tatsächlichen Wirkprinzips bewertet werden. Wenn ein Wirkprinzip eine komplette Automatisierung vorsieht, so wird die Beurteilung der Mitarbeiterorientierung im Wirkprinzip ausgeschaltet.

Die soziale Angemessenheit einer Informationstechnologie wird analog zum individuellen Gesundheitsschutz von den allgemeinen Eigenschaften der Technologie beeinflusst und wird daher im Oberbaustein bewertet. Spezielle Aspekte auf der Ebene der Wirkprinzipien werden nicht gesehen.

Die Betrachtung der Persönlichkeitsentwicklung unter dem Aspekt des Einsatzes von Informationstechnologie ist weitgehend unabhängig vom einzelnen Wirkprinzip und daher werden die oben beschriebenen Punkte im Oberbaustein abgebildet.

Bewertung der Passung zu den Schnittstellen zwischen Unternehmen der Kette

Die Kriterien in diesem Abschnitt werden durchgehend im Bereichsbaustein bewertet, da jeder Unternehmensbereich seine spezifisch zugeordneten Partner hat, deren Randbedingungen sich auf nahezu alle Prozesse in dem Bereich auswirken.

Kompatibilität innerhalb des Partnerkreises

Eine wesentliche Grundlage der Verwendung von Informationstechnologie über Unternehmensgrenzen hinweg sind verbindliche Standards von Technik und Informationen. Gerade bei neu sich etablierenden Technologien wie beispielsweise RFID oder Sensornetzwerken ist eine übergreifende Standardisierung häufig noch nicht vorhanden, was eine Untersuchung bei der Technologiebewertung notwendig macht. Brüche in der Standardisierung ergeben sich häufig über Branchen- und Landesgrenzen. Daher werden diese beiden Dimensionen betrachtet.

Branchenseitig wird der Stand der Standardisierung innerhalb der Branche, hier Ersatzteilwesen der Automobilindustrie, sowie branchenübergreifend bewertet. Die Zugehörigkeit des betrachteten Unternehmens zu einer Branche bzw. konträr der Grad des branchenübergreifenden Handelns ergibt die Betroffenheit des Unternehmens bezüglich des jeweiligen Standes der Standardisierung.

Nach Landesgrenzen gibt es nationale, internationale sowie auf einen Wirtschaftsraum, hier Europa, bezogene Unterschiede. Nationale Alleingänge werden hier nicht betrachtet, da die Unternehmen der Automobilindustrie mindestens innerhalb eines Wirtschaftsraumes tätig sind. Da diese Tätigkeit sich in der Regel auf den gesamten Wirtschaftsraum ausdehnt, werden auch Detailunterschiede in die mittlere Bewertung innerhalb eines Wirtschaftsraumes einfließen.

Migrationsfähigkeit und –aufwand

Besonders für die Einführung, aber auch für einen stabilen Betrieb sind die Voraussetzungen bezüglich Umstellung und Betrieb der Partner zu betrachten. Unternehmen haben neben den bei der Gestaltung der Informationslogistik betrachteten Beziehungen oftmals viele weitere Partner, die das Gesamtgeschehen des Unternehmens beeinflussen und damit betrachtet werden müssen. Beispielsweise kann die Einführung einer Technologie in einem Unternehmensbereich wie dem Wareneingang aufgrund von Randbedingungen an die Migration von vielen oder allen Partnern des Unternehmens gebunden sein. Wird tatsächlich nur ein Teilbereich bei der Gestaltung der Informationslogistik betrachtet, der im Unternehmen getrennt behandelt werden kann, so können die übrigen, unbeteiligten Partner bei der Bewertung ausgeklammert werden.

Die Migrationsfähigkeit umfasst zunächst die Möglichkeit des Unternehmens, seine Partner durch einvernehmliches Übereinkommen oder auf Basis seiner Prozesshoheit zum Umstellen auf die gewünschte Technologie zu bewegen. Darüber hinaus müssen aber auch die Wirtschaftlichkeit und die technische Befähigung bei den Partnern vorhanden sowie die anvisierten Termine einhaltbar sein.

Der Migrationsaufwand wird hier über folgende Variablen abgeschätzt: Anzahl und Verteilung der Partner, Sprachbarrieren und eine mögliche bestehende Nutzung der gleichen oder verwandten Technik.

Passung zu speziellen Anforderungen von Partnern

Unternehmen müssen sich auf die Belange ihrer Kunden ausrichten. Dieser Aspekt ist auch ein zentraler Leitsatz des TPS und wird daher hier berücksichtigt. Bestehende oder mögliche zukünftige Forderungen von Kunden bezüglich der Informationstechnologie sind daher direkte Einflussgrößen für ihre Gestaltung im Unternehmen. Darüber hinaus kann aber auch ohne direkte Forderungen eine bekannte Ausrichtung auf die von den Kunden anvisierte Technologieausrichtung zu Wettbewerbsvorteilen und Kundenbindung führen.

Diese Kriterien sind Teil des Bereichsbausteins und werden nur bewertet, wenn Kunden im betrachteten Unternehmensbereich eine Rolle spielen.

Bewertung der Passung zum Umfeld des einzelnen Unternehmens in der Kette

Umweltqualität

Bereits im Jahre 1993 wurde zu der Frage, durch welche Leistungen ein Unternehmen bei Kunden besonders bevorzugt wird, mit 63% eine Umweltorientierung am höchsten bewertet [Han93]. Damit ist die Berücksichtigung der Umwelt zu einem Qualitätskriterium eines Unternehmens geworden [Eng97] und wird daher in die Bewertung der Informationstechnologien einbezogen. Auch die Richtlinie zur Technologiebewertung berücksichtigt die Umweltqualität [VDI3780]. Das Toyota-Produktions-System formuliert das hiermit stark verbundene Ziel der Vermeidung von Verschwendung von Ressourcen.

Nach [Eng97] wird in Unternehmen aus ökologisch stärker betroffenen Branchen dem Umweltschutzziel eine höhere Bedeutung zugewiesen als in anderen Branchen. Für die hier betrachtete Automobilbranche trifft dies zwar hauptsächlich auf die ökologische Wirkung der Endprodukte zu, aber dennoch rückt auch der Produktions- und Logistikkbereich im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung und Imageförderung in den Betrachtungsrahmen.

[Ahb90] führt die folgenden Kriterien für eine umweltgerechte, also eine den „Gesetzmäßigkeiten der natürlichen Umwelt“ [Sch92] entsprechenden Verhaltensweise von Unternehmen an:

- Achtsamkeit bei der Verwendung knapper Ressourcen
- Einsatz von regenerativen Materialien und Energien

- Weitgehende Vermeidung von stofflichen Emissionen, Abwärme, Lärm und Strahlung
- Risikobegrenzung.

Abwärme, Lärm und Risikobegrenzung werden für die Bewertung des Einsatzes von Informationstechnologie nicht als zutreffend angesehen. Die übrigen Kriterien werden im Sinne einer Beurteilung der Güte des Umgangs mit den Ressourcen und der Güte der Abgabe von schädlichen Substanzen berücksichtigt. Die Kriterien sind Teil des Oberbausteins, da sie grundlegend für eine Informationstechnologie gültig und unabhängig vom Wirkprinzip sind.

Wohlstand der Gesellschaft

Es wird in Anlehnung an [VDI3780] bewertet, ob tendenziell die Einführung einer Identifikationstechnologie zu einer Auswirkung auf die Beschäftigungszahlen im betrachteten Unternehmen bzw. der zugehörigen Wertschöpfungs- und Nutzungskette führt. Dabei wird berücksichtigt, ob die Anzahl der betroffenen Arbeitsplätze für die Gesellschaft zu spürbaren Auswirkungen führt. Da dies bei der Gestaltung der Informationslogistik eher unwahrscheinlich ist, handelt es sich um ein Randkriterium, das aber nicht ganz ausgelassen werden soll. Es wird, da allgemein für ein Unternehmen gültig, im Oberbaustein bewertet.

5.10 Schritt f: Erweiterungsmöglichkeit der wirtschaftlichen Bewertung mithilfe von Wirkprinzipien

In Kapitel 2.3.2 ist bereits angedeutet worden, dass die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ein wichtiger Beurteilungsfaktor des Vorgehensmodells zur Gestaltung der Informationslogistik ist. Für die Konstruktionsphase reicht dabei eine grobe Kostenorientierung aus. Sie soll hier zunächst nur einen möglichen Bedarf zur Änderung der Wirkstruktur aufgrund hoher wirtschaftlicher Risiken aufzeigen. Wichtig ist dabei, die Nutzer in ihrer konstruktiven Arbeit möglichst wenig zeitlich einzuschränken.

Bereits bei der Bewertung der Wirkprinzipien durch eine der Technologiebewertung angelehnten Vorgehensweise sind daher in Kapitel 5.9 wirtschaftliche Aspekte als ein Teilaspekt der ganzheitlichen Bewertung der Wirkprinzipien eingeflossen. Außerdem ist sie isoliert auf ein einzelnes Wirkprinzip zum Zwecke einer effektiven und dennoch passenden Auswahl bezogen. Wichtig ist nun zusätzlich auch eine Betrachtung wirtschaftlicher Belange der aus der Kombination der Wirkprinzipien entstehenden Wirkstruktur. Wie beim Entwurf der Konzeption an sich ist dabei eine vertikale und horizontale Prozesssicht erforderlich, um den Nutzern auch hier eine Verminderung der Komplexität der Übersicht und eine ganzheitliche Optimierung ermöglichen zu können. Es liegt nahe, möglichst die Wirkprinzipien, die ohnehin im Vorgehensmodell Verwendung finden, daher auch für die Berechnung der Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit zu verwenden. Die kategorisierenden Eigenschaften von Wirkprinzipien ermöglichen auch genauso eine kategorisierte Bewertung in einer modularen Form. Der Vorteil von Wirkprinzipien liegt hier in einer festen Definition einer bestimmten Ablaufsequenz und bestimmten Komponenten von Hardware und Software. Diese Definition ist zwar nur in abstrakter Darstellung vorhanden, in der Konzeptphase reicht jedoch eine grobe Ermittlung

der Wirtschaftlichkeit aus. Vorteil der Möglichkeit zu einer modulartigen Ermittlung der Wirtschaftlichkeit ist gegenüber der einzelnen Prozessbetrachtung weniger eine Effizienzsteigerung bei manueller Durchführung als vielmehr die Möglichkeit zu einer automatisierten Umsetzung in einer Softwarearchitektur, die zu einer weiteren Entlastung der Nutzer bei konstantem Überblick führt.

Im Folgenden werden nur die beim Erfassen, Verarbeiten und Speichern von Informationen hauptsächlichsten Kostenbestandteile berücksichtigt. Dies sind:

- Hardware- und Softwarekosten
- Handhabungskosten
- Wegekosten.

Weitere Kostenbestandteile, die der praktischen Anwendung der Informationstechnologien zuzuordnen sind wie beispielsweise Wartung, Schulung, Beratung und Implementierung werden zunächst nicht berücksichtigt und bleiben der Beurteilung des jeweiligen Falles der Anwendung vorbehalten.

5.10.1 Hardware- und Softwarekosten

Ein Wirkprinzip gibt in seiner grundlegenden Darstellung klar die Anzahl und abstrakte Art an benötigter Hardware und auch teilweise Software vor. Wird für einen Ort, an dem ein zu gestaltendes Prozessmodul eingesetzt wird, die Anzahl der Arbeitsstationen angegeben, an denen das Prozessmodul eingesetzt wird, so können leicht mit der Auswahl eines Wirkprinzips die groben Investitionskosten bestimmt und zur Bewertung eingesetzt werden.

Neben Hardwarekomponenten, die für jeden Einsatz eines Wirkprinzips benötigt werden, gibt es Komponenten der Hardware und Software, die einmalig für eine bestimmte Technologie eingesetzt werden müssen. Sobald zum ersten Mal in der gesamten Struktur oder bei einem Partner das Wirkprinzip angewendet wird, erfolgt eine Berechnung dieser Kosten. Diese einmaligen Investitionen können beispielsweise sein:

- Hardware: Zentraler Server und zentrale Bandsicherung bei einem Rechnersystem
- Software: Middlewaresoftware bei dem Einsatz von RFID
- Sonstige gravierende Kostenbestandteile: Einmalige Aufnahmegebühr bei GS1 Germany für die Aufnahme in die EPC-Nutzerstruktur.

Die Einmaligkeit der Kosten kann sich auf einen einzelnen Partner der Kette, aber ggf. auch partnerübergreifend beziehen.

Um auf einfache Art die Auswirkung von Prognosen der Preisentwicklung berücksichtigen zu können, wird ein Faktor (Preisgleitklausel) abhängig von der Technologie verwendet (vgl. Abb. 5-16).

Bei einigen Wirkprinzipien kann die Ausgestaltung der Hardware anwendungsbezogen ganz unterschiedliche Größen und damit Kosten haben. So kann beispielsweise die Hardware in

einer Produktionsmaschine mit gebundenem Materialfluss von Einzelteilen ganz anders gerartet sein als bei der Anwendung des gleichen Wirkprinzips z.B. an einem Entladetor (stationär) oder auf einem Gabelstapler (mobil). Da auch die Anzahl dieser möglichen Ausprägungen antizipierbar und begrenzt ist, kann durch eine entsprechende Angabe im Prozessmodul die Auswirkung der zugehörigen Kosten gesteuert werden. In der Datenbank werden die unterschiedlichen Hardwarekosten bereitgehalten (vgl. Abb.5-16).

Die Kosten für die Informationsträger können als Teil der Kosten eingerechnet werden, die ab dem einmaligen Anwenden eines entsprechenden Wirkprinzips anfallen. In diesem Falle muss nur ein Betrachtungszeitraum und die jährliche Anzahl an Objekten an der Stelle des Prozessmoduls angegeben werden.

		Faktor Hardwarekosten Rechnersystem				
		1,05				
		Faktor Hardwarekosten Barcode				
		0,9				
		Faktor Hardwarekosten RFID				
		0,4				
		Faktor Hardwarekosten Sensornetzwerk				
		0,7	L	L	S	S
		Kosten/Einzelteil 2007	B1	B2	B3	B4
Summe Investitionskosten einmalig (M)itarbeiter (z.B. Scannerhandschuh)			360	0	540	0
Summe Investitionskosten einmalig (k)lein (z.B. Produktionslinie)			360	585	0	2925
Summe Investitionskosten einmalig (T)ransportfahrzeug (z.B. Gabelstapler)			360	0	855	0
Summe Investitionskosten einmalig (g)roß (z.B. Ladetor)			360	1035	0	5175
Kosten , wenn mindestens einmal Technologie verwendet wird			0	0	0	0
Arbeitsplatz mit PC inkl. Tastatur und Bildschirm, Zugang zu entsprechender Software, z.B. Lagerverwaltungsrechner oder ERP-Software		1200	1260			
Barcode-Handscanner		400	360	360		
personengebundener Scanner		600	540		540	
Barcode-Scanner Transportfahrzeug (z.B. Gabelstapler)		700	630		630	
stationärer Barcode-Scanner klein (z.B. für Einzelteilidentifikation Produktionslinie)		400	360		360	1800
stationärer Barcode-Scanner groß (z.B. für Tor Wareneingang/-ausgang)		900	810		810	4050
Installationskosten stationär klein (z.B. an Produktionslinie)		250	225		225	1125
Installationskosten stationär (z.B. am Ladetor mit Leitplanke etc.)		250	225		225	1125
Installationskosten Transportfahrzeug (z.B. Gabelstapler)		250	225		225	

Abbildung 5-16: Ausschnitt Datenblatt Hardwarekosten mit Entwicklungsfaktoren

5.10.2 Handhabungskosten

Analog zu Hard- und Software ist auch die notwendige Handhabung entsprechend des ausgewählten Wirkprinzips grob erfassbar. Für die Konzeptionsphase reicht es aus, auf dieser Basis mit Einsatz eines Wirkprinzips in einem Prozessmodul automatisch die entsprechenden Handhabungskosten einzusetzen (vgl. Abb. 5-17).

Kosten für Handhabung der Informationstechnologie entstehen im Materialfluss hauptsächlich durch:

- Aufnehmen/Ablegen/Befestigen der Informationsträger (Beleg, Technik - z.B. Scanner, Ware)
- Suchzeiten für Mitarbeiter (z.B. Tabelle, Wert in Tabelle, Ware, Beleg)

- Wartezeiten für Mitarbeiter (Verarbeitungszeiten Lesen/Schreiben, Ermitteln, Drucken, reduzierte Fahrgeschwindigkeit, notwendiger Halt)

Die Berechnung des Handhabungsaufwandes erfolgt an den Schnittstellen zwischen den Informationstechnologien. Zwar entsteht durch das einzelne Wirkprinzip bereits Handhabungsaufwand, beispielsweise durch die Bewegung eines Handscanners. Darüber hinaus entsteht aber auch noch ein Handhabungsaufwand durch eine erforderliche Informationsverteilung. Meistens handelt es sich um den Übergang zwischen einem nicht für die Entscheidungsfindung befähigten Informationsträger und einem solchen mit dieser Eigenschaft. Der Handhabungsaufwand ist also letztendlich eine Kombination der Aufwände für die Informationserfassung bzw. –speicherung und der zur Entscheidungsfindung möglicherweise notwendigen Informationsverteilung.

Handlungen, die in ihrer zeitlichen Länge von der Größe der Information abhängen, werden abhängig von dieser Größe eingerechnet.

Informationen, die im gleichen Prozessmodul mit dem gleichen Wirkprinzip bearbeitet werden, können zusammengefasst werden, wenn die Technologie dies zulässt, so dass sich eine Reduzierung des Bearbeitungsaufwandes der Informationen im Ganzen ergibt. Ein Beispiel ist die Pulklesung von RFID oder die Funktionalität von Sensorknoten. Hier kann mit einem anzugebenden Faktor die Anzahl der gleichzeitig verarbeitbaren Informationen berücksichtigt werden. Ebenfalls sind analog zu den Hardware- und Softwarekosten Unterschiede zwischen automatischem und manuellem Ablauf zu berücksichtigen (vgl. Abb. 5-17).

Die Verrechnung erfolgt pro eingesetztem Wirkprinzip. Eine Doppelverrechnung von Handlungen in einem Schritt der Informationserfassung muss jedoch dann vermieden werden, wenn bei mehrmaligem Verwenden eines Wirkprinzips in einem Prozessschritt nur ein gesammelter Schritt notwendig ist. Ein Beispiel ist das einmalige Scannen eines Barcodes, in den alle Informationen integriert werden. Abb. 5-18 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt der Gesamttabelle.

+) es wird Zeit geschätzt, da keine Angabe verfügbar; ++) abh. Von Länge Information				L	L/S
Quellen: Lolling/Bosch	Dauer (s)		K9	B1	R5
Summe Zeit (sec) automatisch	A		2	0,5	2
Summe Zeit (sec) manuell	M		8	3,5	7
Summe Zeit (sec), zu multiplizieren mit Informationslänge automatisch	A		0	0	0
Summe Zeit (sec), zu multiplizieren mit Informationslänge manuell	M		0	0	0
Lese-/Schreibgerät handhaben					
Lese-/Schreibgerät aufnehmen und platzieren; vereinfachte Annahme: Kein mehrfaches Lesen (dann würde sich Aufnehmen/Platzieren auf mehrere Lesevorgänge verteilen)	2			2	
Betätigen Lese-/Schreibgerät (Taste an Scanner drücken)	1			1	
Tabelle in Zentralrechner (z.B. Lagerverwaltungsrechner) und Eingabe-/Ausgabefeld suchen+	5				
weitere Bewegung mit Hand oder Werkzeug, Festmachen oder Lösen	1				
Informationsträger handhaben					
Informationsträger aufnehmen und platzieren (z.B. Beleg oder Produkt mit Informationsträger; vereinfachte Annahme: alle <1kg)	2		2		2
weitere Bewegung mit Hand oder Werkzeug, Festmachen oder Lösen	1		1		
Informationsträger aus Kartei heraussuchen +)	5		5		
Handhabung Schreibvorgang					
Eingabe Information über Tastatur oder Schrift 0,5s pro 3 Ziffern++)	0,166667				
manuelles Schreiben von bis zu 3 handgeschriebenen Ziffern und Zeichen 0,8s +) ++) (Zeit in eigener Schätzung etwas höher angesetzt, da (fremde) Handschrift in der Regel langsamer zu lesen)	0,266667				
Schreiben auf elektronischen Informationsträger (RFID, Sensorknoten) 0,5s pro 10 Ziffern +) ++)	0,03				
Sprachausgabe +) (Abhängigkeit von Länge vernachlässigt)	1				
Lesevorgang					
manuelles Lesen 0,5s von bis zu 3 gedruckten Ziffern und Zeichen (von Beleg oder Display) ++) ++++)	0,17				
manuelles Lesen 0,8s von bis zu 3 handgeschriebenen Ziffern und Zeichen (von Beleg oder Display) +) ++) (Zeit in eigener Schätzung etwas höher angesetzt, da (fremde) Handschrift in der Regel langsamer zu lesen)	0,27				
Auslesen elektronischer Informationsträger (RFID, Sensorknoten) pro 10 Ziffern +) ++) (in Schreiben enthalten)	0				
Auslesen 1D-/2D-Code (hier besteht Möglichkeit, in ungünstigen Umgebungen höhere Zeiten für ggf. mehrere Leseversuche einzusetzen)	0,5			0,5	
Spracheingabe +) (Abhängigkeit von Länge vernachlässigt)	1				
Wartezeiten Personal während Informationsannahme (Lesen) oder -abgabe (Schreiben)					
Warten auf Ausdruck Beleg/Papier: Basiszeit für Datenübertragung/Papiertransport etc); auch Scannen +)	1				
Warten auf Ausdruck Beleg/Papier: Zeit pro Zeile (etwa 100 Zeichen); auch Scannen +) ++) (Grob-schätzung!)	0,1				
Ausdruck Barcode (Pauschalangabe) +)	0,5				
Lesen/Schreiben Information von Zentraldatenbank (z.B. ONS-Server) 0,5s pro 10 Ziffern +) ++); vernachlässigt: mögliche zusätzliche Zeiten durch Systemüberlastung	0,05				
Umlauf Lesegerät/Informationsträger (spezielle Wirkprinzipien) +)	5				5
Weitergabe Information von Mensch durch Kommunikation (pauschale Schätzung) +)	5				

Abbildung 5-17: Beispielhafte Darstellung Datenblatt Handhabungskosten Wirkprinzip

5.10.3 Wegezeiten

Es wird für die Supply-Chain-Kette ein optimaler Soll-Materialfluss gezeichnet (vgl. Abb. 5-19). Jeder Punkt, an dem ein Prozessmodul umgesetzt wird, wird mit einem Buchstaben auf dieser Ideallinie gekennzeichnet. Wenn die Informationslogistik in der Realplanung tatsächlich an dieser Stelle stattfinden kann, fallen keine Wegezeiten und damit Wegekosten an. Die Überlegung lautet dazu, dass auf der Ideallinie die Ware ohnehin unabhängig von einem Kennzeichnungskonzept transportiert werden muss. Wird die Ware jedoch aufgrund eines Wirkprinzips der Informationstechnologie an einem anderen Ort abgestellt, so wird dieser Ort mit dem Buchstaben des zugehörigen Prozessschrittes auf der Ideallinie und einem fortlaufenden Zähler gekennzeichnet. In einer Tabelle wird die Entfernung zwischen

a) Vorbereitung Entscheidungsfindung

*) Buchstabe+Zahl = nur in Verbindung mit speziellem Wirkprinzip möglich;

nur Buchstabe = jedes Wirkprinzip der Gruppe möglich

**) weitere Möglichkeiten: Einscannen in RS, dann Ausgabe über Bildschirm oder Lautsprecher; wurde hier als wenig praxisnah nicht aufgenommen

***) hier zunächst nicht als Alternativen genannt (können nachgetragen werden): Eingabe Klarschrift in RS über Scannen; Eingabe Information Me->RS über Spracheingabe

Code	freie Technologie	Entscheidungsfindung	Weg	Bewertung Handhabung generell	Bewertung Handhabung Aufnahme Information durch Wirkprinzip*)	
AM1	Steuergerät	Mensch (Gedächtnis)	Anschluss Steuergerät an Diagnosegerät, Auswahl Fahrzeug, Abfrage Fehlercodes, Anzeige auf Bildschirm	ja	0	
MM0	Mensch (Gedächtnis)	Mensch (Gedächtnis)	keine ("gleicher Mensch")	nein	0	
MM1	Mensch (Gedächtnis)	Mensch (Gedächtnis)	Kommunikation	ja	0	
ZM1	Rechnersystem	Mensch (Gedächtnis)	Ablesen Bildschirm (feststehend oder Handheld)	ja	0	
ZM2	Rechnersystem	Mensch (Gedächtnis)	Lautsprecher (Stimme oder Warnton) (Rüttler als Warnung vernachlässigt)	ja	0	
KM1	UM1, VM1, WM1	Klarschrift (Papier)	Klarsch->Me (Lesen)**)	ja	K1	
BM1	UM1, XM1, YM1	1D-/2D-Code	Einlesen 1D-/2D-Code, dann Ausgabe an Mensch über Bildschirm: Bar->RS+RS->Me	ja	B	
BM2	UM2, XM2, YM2	1D-/2D-Code	Einlesen 1D-/2D-Code, dann Ausgabe an Mensch über Lautsprecher: Bar->RS+RS->Me	ja	B	
RM10	VM10, XM10	RFID	Einlesen RFID, dann Ausgabe an Mensch über Bildschirm: RFID->RS+RS->Me	ja	R	
GM10		RFID (G)	Einlesen RFID, dann Ausgabe an Mensch über Bildschirm: RFID->RS+RS->Me	ja	R+G	
RM20	VM20, XM20	RFID	Einlesen RFID, dann Ausgabe an Mensch über Lautsprecher: RFID->RS+RS->Me	ja	R	
SM10	WM10, YM10	Sensorknoten	Lesen Sensorknoten, dann Ausgabe an Mensch über Bildschirm: Sens.kn->RS+RS->Mensch	ja	S	
SM20	WM20, YM20	Sensorknoten	Lesen Sensorknoten, dann Ausgabe an Mensch über Lautsprecher: Sens.kn->RS+RS->Mensch	ja	S	
MZ1		Mensch (Gedächtnis)	Rechnersystem	Tastatureingabe (Touchscreen vernachlässigt)	ja	0
MZ2		Mensch (Gedächtnis)	Rechnersystem	Spracheingabe	ja	0
ZZ0		Rechnersystem	Rechnersystem	(gleicher Rechnersystem)	nein	0
ZZ1		Rechnersystem	Rechnersystem	elektronische Schnittstelle (z. B. EDI)	ja	0
KZ1	UZ1, VZ1, WZ1	Klarschrift (Papier)	Rechnersystem	Einscannen: Klarsch ->RS	ja	K2
KZ2	UZ2, VZ2, WZ2	Klarschrift (Papier)	Rechnersystem	Lesen Information durch Mensch und Eingabe in RS über Tastatur: Klarsch->Me+Me->RS	ja	K1
KZ3	UZ3, VZ3, WZ3	Klarschrift (Papier)	Rechnersystem	Lesen Information durch Mensch und Eingabe in RS über Spracheingabe: Klarsch->Me+Me->RS	ja	K1
BZ10	UZ10, XZ10, YZ10	1D-/2D-Code	Rechnersystem	Bar->RS	ja	B
RZ0	VZ0, XZ0	RFID	Rechnersystem	RFID->RS	ja	R
PZ0		RFID (P)	Rechnersystem	RFID (P) ->RS	ja	R+P
GZ1		RFID (G)	Rechnersystem	RFID (G) -> RS	ja	R+G
SZ0	WZ0, YZ0	Sensorknoten	Rechnersystem	elektronische Schnittstelle	nein	0
MS1		Mensch (Gedächtnis)	Sensorknoten	Eingabe in RS über Tastatur, Weitergabe an Sensornetz: Mensch->RS + RS->Sensorknoten	ja	0
MS2		Mensch (Gedächtnis)	Sensorknoten	Eingabe in RS über Lautsprecher, Weitergabe an Sensornetz: Mensch->RS + RS->Sensorknoten	ja	0
ZS0		Rechnersystem	Sensorknoten	elektronische Schnittstelle	nein	0
KS1	US1, VS1, WS1	Klarschrift (Papier)	Sensorknoten	Klarsch->RS+RS->Sensor	ja	K2
KS2	US2, VS2, WS2	Klarschrift (Papier)	Sensorknoten	Mensch liest Information, Eingabe in RS und Weitergabe an Sensornetz: Klarsch->Me+Me->RS+RS->Sensor***)	ja	K1
BS99	US99, XS99, YS99	1D-/2D-Code	Sensorknoten	Bar->RS+RS->Sensor	ja	B
RS10	VS10, XS10	RFID	Sensorknoten	RFID -> RS (Lese-/Schreibgerät), RS-> Sensor (elektronische Schnittstelle)	ja	R
GS10		RFID	Sensorknoten	RFID -> RS (Lese-/Schreibgerät), RS-> Sensor (elektronische Schnittstelle)	ja	R+G
PS10		RFID	Sensorknoten	RFID -> RS (Lese-/Schreibgerät), RS-> Sensor (elektronische Schnittstelle)	ja	R+P
SS0	WS0, YS0	Sensorknoten	Sensorknoten	Sensornetz	nein	0

b) Nachbereitung Entscheidungsfindung

Code	Entscheidungsfindung	freie Technologie	Weg (RS = Rechnersystem)	Bewertung Handhabung generell	zusätzlich Bewertung
MM0	Mensch (Gedächtnis)	Mensch (Gedächtnis)	keine ("gleicher Mensch")	nein	0
MM1	Mensch (Gedächtnis)	Mensch (Gedächtnis)	Kommunikation	ja	UMM1
MZ1	Mensch (Gedächtnis)	Rechnersystem	Tastatureingabe (Touchscreen vernachlässigt)	ja	UMZ1
MZ2	Mensch (Gedächtnis)	Rechnersystem	Spracheingabe	ja	UMZ2

Abbildung 5-18: Verwendete Wirkprinzipien bei der Informationsverteilung (Ausschnitt)

Idealpunkt und neuem Punkt in Meter angegeben. Für die Berechnung wird entschieden, ob die Bewegung manuell oder automatisch, beispielsweise über Förderband, erfolgt. Bei einer manuell durchgeführten Bewegung werden Personalkosten berechnet. Es muss berücksichtigt werden, dass ggf. mehrere Objekte gleichzeitig bewegt werden und damit eine gesammelte Berechnung erfolgen muss. Wird weiterhin das Wirkprinzip an einem dritten Ort durchgeführt, beispielsweise steht ein Rechner-Arbeitsplatz einige Meter vom Soll-Abstellort der Ware entfernt, so entstehen dadurch erneut Wegezeiten für den Weg zwischen Ware und Arbeitsplatz. Der Weg wird doppelt berechnet mal Anzahl der Objekte im Betrachtungszeitraum.

Allgemein sind zusätzliche Wege erforderlich für:

- Transport Ware auf Platz außerhalb Hauptstrang Materialfluss (Ware, in manuellem Lager auch Personal)

- Klarschrift/Beleg ohne Befestigung an Ware: Verteilung von einem Platz zum anderen (Personal)
- Gänge ohne Material, um Informationen abzuholen oder zu bringen (beispielsweise Montageanleitung in Werkstatt an anderem Platz lesen; Gang zu Rechnersystem)

Für den Sonderfall der Überbrückung einer längeren Entfernung bei nicht am Objekt befestigten Informationsträgern, müssen entsprechende Kosten berücksichtigt werden:

- Einrechnung Zeiten für Post-/Faxversand (Klarschrift)
- Hardwareseitig Einrechnung Aufbau EDI-Verbindung (Rechnersystem)
- Mitgabe mit Material (z.B. Frachtpapiere werden mitgegeben; dann Handling- aber kein Wegeaufwand; auch kein Handlingaufwand, wenn in Tasche an Behälter, da dann Material ohnehin bewegt wird).

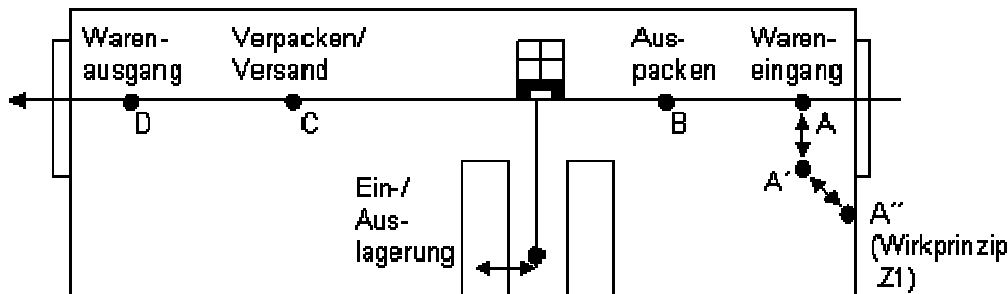


Abbildung 5-19: Vereinfachte Beispieldarstellung für wirtschaftliche Bewertung Wegekosten in Lagerstufe

5.11 Schritt g: Zusammenfassung der Kategorisierung

Der letzte Schritt des Vorgehensmodells wird nur durchlaufen, sofern zuvor eine Kategorisierung der Produktgruppen stattgefunden hat.

In den vorangegangenen Schritten wurde bezogen auf einzelne Produktkategorien eine Konzeption der Informationslogistik erzielt. Die entstandenen Einzelkonzepte sind nun darauf zu prüfen, ob ein konsistentes Zusammenspiel möglich ist. Dazu werden zunächst anhand der betrachteten Prozesse der Einzelkonzepte Schnittpunkte erarbeitet. Im Idealfall ist in den einzelnen Konzepten die gleiche Lösung für einen Schnittpunkt gefunden worden, so dass ein Parallelbetrieb zu einem Synchronbetrieb wird. Ist dies nicht der Fall, wird eine parallele Umsetzung im betroffenen Prozess auf technische und wirtschaftliche Machbarkeit untersucht. Vor allem wird der vorhandene Einbauraum, die Mehrfachbelastung von Investitionsbudget bei der Anschaffung sowie Auswirkungen auf Mitarbeiter und die Wartung während des Betriebs betrachtet. Ist ein paralleler Betrieb für einzelne Schnittpunkte wirtschaftlich oder technisch nicht tragbar, müssen die jeweiligen Einzelkonzepte punktuell an dieser Stelle angepasst werden. Möglicherweise sind hierzu mehrere Iterationsschritte erforderlich.

Im Kapitel 5 wurde detailliert ein Vorgehensmodell entwickelt und vorgestellt, mit dem der Nutzer schrittweise zu dem Ziel eines Grobkonzeptes einer optimierten Informationslogistik geführt wird. Für die Anwendung des Vorgehensmodells ist nicht methodisch festgelegt, ob einzelne Schritte vollständig manuell oder mit Unterstützung durch Software durchgeführt werden. Grundlegend hängt dies davon ab, welchen Umfang das betrachtete System annimmt.

Die Wertschöpfungs- und Nutzungskette von Produkten im Ersatzteilbereich der Automobilbranche zeichnet sich in der Regel durch eine hohe Anzahl an Partnern und eine große Menge an benötigten Informationen aus. Das in diesem Abschnitt vorgestellte Vorgehensmodell kann in seiner Anwendung daher trotz der Modellbildung eine hohe Komplexität erreichen. Das erfordert eine geeignete Software, die den Nutzer in der Beherrschung dieser Komplexität maßgeblich unterstützt. Daher wird in Kapitel 6 eine Softwarearchitektur vorgestellt, die vor allem Aufgaben der Verwaltung großer Informationsmengen und die Bewertung von Wirkprinzipien aufgrund von einzelnen Kriterien übernimmt sowie über verschiedene Prüfungen die Passung der entwickelten Informationslogistik im Sinne des Abschnittes 5 überwacht.

6 Softwarearchitektur zur Grobkonzeption einer optimalen Informationslogistik

6.1 Überblicksdarstellung Softwarearchitektur

Die für die Unterstützung des Vorgehensmodells aus Abschnitt 5 entwickelte Softwarearchitektur besteht aus fünf Teilen. Abb. 6-1 zeigt das Zusammenspiel dieser Werkzeuge mit den anderen Werkzeugen und dem Nutzer:

- Ein-/Ausgabemaske: Strukturierte Aufnahme von relevanten Eingabewerten zu den linguistischen Variablen durch die Nutzer für die Bewertung der angebotenen Wirkprinzipien in der Lösungssammlung; aufbereitete Weitergabe an die Fuzzy-Logik und die Ausgabe der von der Fuzzy-Logik zurückgemeldeten Ergebnisse an die nachfolgenden Systeme; siehe Kapitel 6.2
- Software-Werkzeug der Fuzzy-Logik zur wirtschaftlichen und technologischen Bewertung der Wirkprinzipien; siehe Kapitel 6.2
- Karte der Wirkprinzipien (Lösungssammlung); siehe Kapitel 5.4
- Instrument zur ganzheitlichen Konzeptplanung: Zentrales Werkzeug zur Bestimmung des Konzeptes der Informationslogistik (Wirkstruktur); siehe Kapitel 6.3
- Berechnungswerkzeug: Ganzheitliche Berechnung der wirtschaftlichen Auswirkungen des Konzeptes. Im Umfang dieser Arbeit ist die Darstellung einer Umsetzung in eine Softwarearchitektur zur praktischen Anwendung nicht vorgesehen.

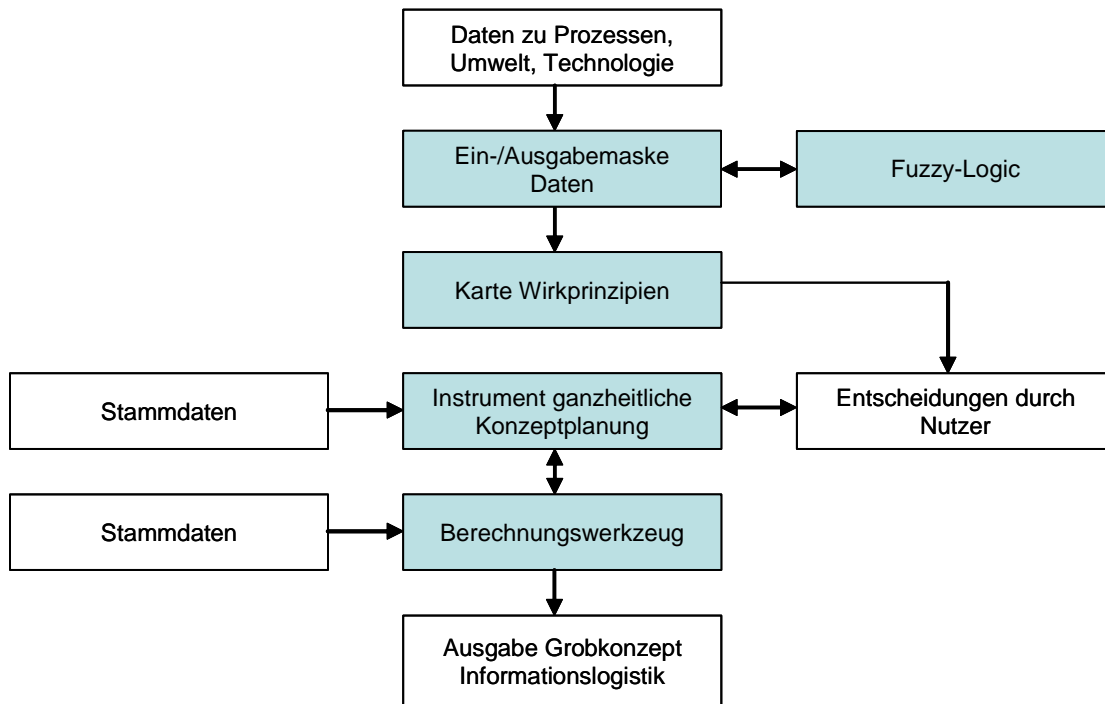


Abbildung 6-1: Softwarearchitektur

6.2 Fuzzy-Werkzeug

Die softwareseitige Umsetzung der Bewertung in Fuzzy-Logik erfolgt mit dem Produkt *fuzzyTech* 5.70 der Firma Inform GmbH, Aachen. Es ist nach Unternehmensangabe das derzeit weltweit führende Entwicklungswerkzeug auf dem Gebiet der Fuzzy-Logik [Fuz07]. Programmaufbau und -ablauf sind eng an die Theorie der Fuzzy-Logik angelehnt. Daher eignet es sich sehr gut für eine Umsetzung der Bewertungsbausteine analog des Vorgehensmodells in eine Software-Umgebung.

Der Fuzzy-Baum wird in *fuzzyTech* über eine grafische Oberfläche erzeugt (vgl. Abb. 6-2). Terme und Regelbasen können über eine Fenstertechnik konfiguriert werden (vgl. Abb. 6-3).

Die Bearbeitung der Eingangsdaten für alle Bewertungsbausteine erfolgt in einer Schablone, die in *Microsoft Excel* prototypisch angelegt wurde (vgl. Abb. 6-4)

Die Datenkommunikation zwischen *fuzzyTech* und *Microsoft Excel* wird mittels einer csv-Datei (Comma Separated Values oder Character Separated Values) durchgeführt, die für jede Technologie einen eigenen Datensatz enthält (vgl. Abb. 6-5), hier repräsentiert durch eine Technologie im Sinne einer Spalte in Abb. 6-4. Es können gleichzeitig mehrere Datensätze von *fuzzyTech* über eine Kommunikationsdatei verarbeitet werden. In der Ausgabe-datei von *fuzzyTech* wird das Ergebnis als Zahlenwert hinter den Eingangs-Datensatz geschrieben.

Die Ergebnisse werden anschließend in die Tabelle der Wirkprinzipien übernommen und von den Nutzern für die Bewertung im Instrument zur ganzheitlichen Konzeptplanung verwendet, welches im folgenden Kapitel in seiner Umsetzung beschrieben wird.

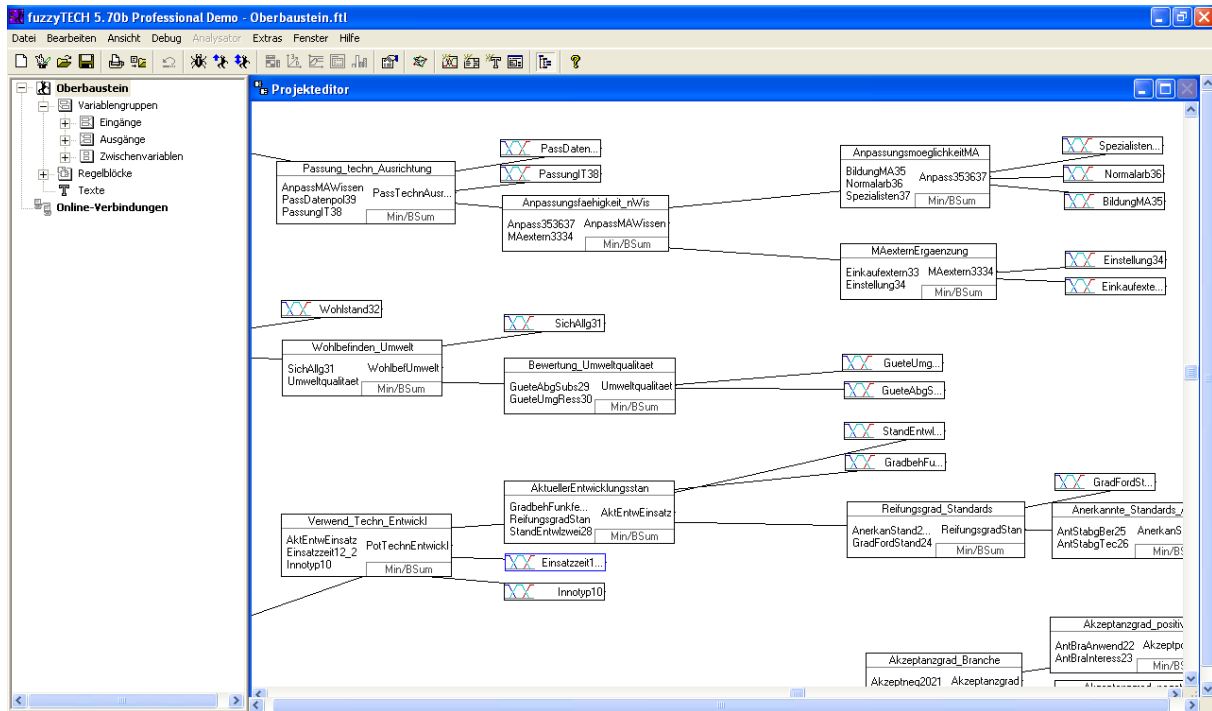


Abbildung 6-2: Oberfläche fuzzyTech 5.70, Beispielausschnitt Oberbaustein

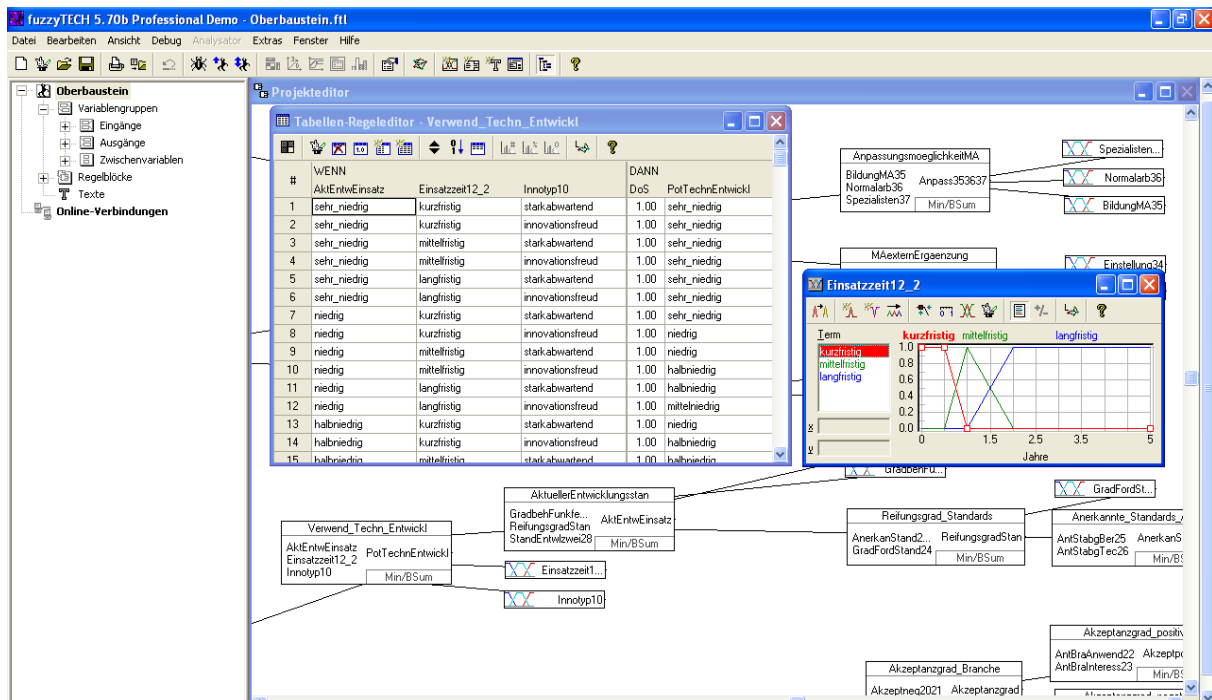


Abbildung 6-3: Fenstertechnik für die Konfigurierung von Termen und Regelbasen

(*): siehe nähere Erläuterung	Name fuzzyTech	Grundwertebereich	manuelle Tätigkeit (M)	Klarschrift (K)	Rechnersystem (Z)	1D-/2D-Code (B)
Handlungsfreiheit / Autonomie bei Handlungsausführung / Möglichkeit Kreativität und Einsatz der Fähigkeiten; daraus Möglichkeit der Verantwortung und Wertung Bedeutsamkeit der Arbeit	Handlungsfrei45	0-6	6	4	2	1
Psychisches Wohlbefinden	PsychischWohl41	0-6	2	3	6	6
Physisches Wohlbefinden (*)	PhysischWohl40	0-6	6	6	5	4
Vorhandensein/Notwendigkeit einer übergeordneten Ebene zur Beherrschung der Technik (Spezialisten) (Wartung, Installation, einfache Erweiterungen und Anpassungen)	Spezialisten37	0-6	6	6	6	6
Vorhandenes/benötigtes Bildungsniveau an Normalarbeitsplätzen	Normalarb36	0-6				
Offenheit/Befähigung ausreichender Anzahl vorhandener MA zu Bildungsanpassung	BildungMA35	0-6				

Abbildung 6-4: Eingabemaske Bewertung, hier Beispielausschnitt Oberbaustein

```
Handlungsfrei45,PsychischWohl41,PhysischWohl40,Spezialisten37,Normalarb36,BildungMA35,6,2,6,6,6,6,2,2,6,2,6,6,18,18,1,1,0,2,2,1,1,0,2,0,7,-0,4,-0,4,0,1,1,5,1,2,1,2,0,97,2,2
```

Abbildung 6-5: Form der Datenkommunikation zwischen fuzzyTech und Microsoft Excel, hier Beispielausschnitt Datensatz für Oberbaustein

6.3 Instrument zur ganzheitlichen Konzeptplanung

Das Instrument zur ganzheitlichen Konzeptplanung ist die zentrale Software zur Festlegung der Wirkstruktur der Informationslogistik in vertikaler und horizontaler Passung zu den betrachteten Prozessen. Es wurde prototypisch in *Microsoft Excel* umgesetzt.

Das Programm besteht aus drei Bereichen:

- **Grundeinstellungen:** Hier werden die Stammdaten des Programms verwaltet. Dies ist zum einen das Informationsmodell, zum anderen werden Einstellungen zu Vorgaben und Verboten von Informationstechnologien sowie der Weitergabe von Informationen an jeweils nachfolgende Partner verwaltet. Die betrachteten Technologien und Ebenen gehören auch in den Bereich der Grundeinstellungen, wenn sie auch im Prototyp auf der Arbeitsebene realisiert worden sind.
- **Arbeitsebene:** Die Arbeitsebene ist die eigentliche Nutzerebene. Hier erfolgt auf Basis einzelner Prozesse die horizontale und vertikale Festlegung der Architektur der Informationslogistik
- **Ergebnisaggregation/-darstellung:** Als Grundlage für die Feinplanung der Informationslogistik, die der hier unterstützten Konzeptphase folgt, werden die Festlegungen aus der Arbeitsebene zusammengefasst und aufbereitet.

6.3.1 Grundeinstellungen

Informationsmodell

Das Werkzeug ist bezüglich der betrachteten Informationen sehr flexibel: Das System ist auf derzeit maximal 150 verschiedene Informationen ausgelegt, kann aber erweitert werden. Informationen können einfach eingetragen oder gelöscht werden. Eine hohe Flexibilität ist notwendig, um nachträglich Prozesse aufnehmen zu können, die sich aufgrund von Marktverschiebungen oder rechtlichen Gründen oder durch neue Maßnahmen der Unternehmen ergeben (Marketingmaßnahmen, neue Forderungen der Kunden, gesetzliche Änderungen – hier v.a. Kennzeichnungspflichten) und so mit möglichst geringem Aufwand eine aktualisierte Betrachtung der Informationslogistik zu ermöglichen.

Abb. 5-6 in Kapitel 5.7 zeigt bereits einen Ausschnitt aus der entwickelten Software, in dem die Informationen im Sinne einer horizontalen Sicht eingetragen werden.

Im Laufe der Wertschöpfungs- und Nutzungskette werden Informationen generiert (out), ohne Änderung verwendet (in) und geändert (in/out). Die Bestimmung der letzten Verwendung wird auf der Arbeitsebene vorgenommen und daher auch dort beschrieben.

In dieser Tabelle wird auch hinterlegt, welche maximale Länge die Information hat, ob sie als Hilfs- oder Mussinformation einzustufen ist und wie sie klassifiziert wurde. Nicht dargestellt ist die Einstellungsmöglichkeit, ob eine Information bei mehrmaligem Abspeichern kumuliert oder überschreibend behandelt wird. Eine kumulierte Speicherung ist beispielsweise bei Daten zur Buchungshistorie erforderlich, bei der die gesamte Historie über alle Prozesse für spätere Auswertungen vorgehalten werden soll.

Vorgaben und Verbote von Informationstechnologien; Weitergabe von Daten

Es sind in einer Supply Chain nicht immer bei allen Partnern alle Technologien erwünscht oder möglich. Beispielsweise könnte der Einsatz innovativer Technologie bei mittelständisch geprägten Speditionen mit heterogener Kunden-/Güterstruktur kritisch gesehen werden. In diesem Falle kann die Technologie für einzelne Partner ausgeschaltet werden. Die Einstellung wird auf der Arbeitsebene überwacht (vgl. Abb. 6-6).

	Rechnersystem	RFID	Klarschrift	1D-/2D-Code
Eingabe, wenn nicht erlaubt:	Z	R	K	B
Partner A		R		
Partner B				

Abbildung 6-6: Tabelle zum Ausschluss von Technologien für einzelne Partner

Andererseits kann es sinnvoll sein, aus verschiedenen Gründen bei einem Partner oder generell für die Supply Chain eine Technologie vorzuschreiben. Dies kann beispielsweise bei bestehenden Vereinbarungen oder Verträgen erforderlich sein, die über eine bestimmte Laufzeit eine bestimmte Form der Kommunikation vorschreiben und die nicht geändert werden sollen oder können.

Eine solche Festlegung kann generell für die gesamte Supply Chain, für einzelne Partner, für eine Informationskategorie (z.B. alle Stammdaten eines Lagers) oder für einzelne Informationen erfolgen. In Abb. 6-7 ist beispielhaft die Vorgabe von 1D/2D-Code (B) für die Einzelinformation C gezeigt.

Die Festlegung hilft auch bei der Betrachtung unterschiedlicher Szenarien, festgelegt durch unterschiedliche Prämissen, für die Informationslogistik. Generelle Datenvorgaben vereinfachen hierbei die Detailarbeit in den einzelnen Prozessmodulen.

In den Prozessmodulen werden die Verbote dem Bearbeiter angezeigt und mithilfe einer Warnmeldung die Einhaltung der Regeln überwacht.

Analog kann auch die Weitergabe der Informationen an nachfolgende Partner in den Grundeinstellungen vordefiniert werden. Informationen können als intern eingestuft oder aus unternehmenspolitischen Gründen nicht oder nur für einzelne Partner verschlüsselt lesbar weitergegeben werden. Wird nichts ausgewählt, ist die Weitergabe der Information ohne Einschränkungen möglich. In Abb. 6-7 ist beispielhaft von Partner A vorgegeben worden, dass alle Informationen der gesamten Kategorie 2 nur verschlüsselt weitergegeben werden können. Auch diese Vorgaben werden in der Arbeitsumgebung auf Einhaltung überwacht.

		Kategorie 1		Kategorie 2			
		Information a	Information b	Information c	Information d	Information e	
Partner A	Generelle Vorgabe Technologieträger Informationskategorie						
	Generelle Vorgabe Technologieträger Einzelinformation						
	Generelle Vorgabe Technik - Ergebnis für Einzelinformation		0	0	0	0	
	Vorgabe Technologieträger Informationskategorie für Partner						
	Vorgabe Technologieträger Einzelinformation für Partner				B		
	Vorgabe Technik einzelner Partner - Ergebnis für Einzelinformation	AT	0	0	B	0	0
	Einstellung Weitergabe Daten: Ebene Informationskategorie ab Partner			Weitergabe verschlüsselt erlaubt			
Einstellung Weitergabe Daten: Ebene Einzelinformation ab Partner							
Vorgabe Weitergabe einz. Partner - Ergebnis für Einzelinformation	AW	0	Weitergabe verschlüsselt erlaubt	Weitergabe verschlüsselt erlaubt	Weitergabe verschlüsselt erlaubt	Weitergabe verschlüsselt erlaubt	

Abbildung 6-7: Tabelle zur Vorgabe von Informationstechnologie

Technologien

Grundsätzlich wurden die verschiedenen, hier betrachteten Technologien bereits in Kapitel 2.2.2 vorgestellt.

Es werden die in Tabelle 6-1 genannten Basistechnologien verwendet.

Beschreibung	Abkürzung	Enthaltene Basistechnologien
Basistechnologien		
Manuelle Speicherung/Bearbeitung	M	M
Klarschrift	K	K
1D-/2D-Code (voller Informationsinhalt)	B	B
1D-/2D-Code (Referenznummer, volle Information auf Rechnersystem des Partners, bei Übergang zu anderem Partner ist Weitergabe der Information von Rechnersystem zu Rechnersystem erforderlich)	C	C
RFID (voller Informationsinhalt)	R	R
RFID (Referenznummer, volle Information auf ONS-Server analog Vorschlag EPCGlobal)	G	G
RFID (Referenznummer, volle Information auf Rechnersystem des Partners, bei Übergang zu anderem Partner ist Weitergabe der Information von Rechnersystem zu Rechnersystem erforderlich)	P	G
Sensornetzwerktechnologie	S	S
Rechnersystem	Z	Z

Tabelle 6-1: Verwendete Basistechnologien

Die Variante P ist ein Sonderfall. Es handelt sich prinzipiell um eine Kombination von RFID(G) mit einem Rechnersystem. Da diese Variante aber besondere Details aufweist, beispielsweise die Form der Datenweitergabe, wird sie als eigene Basistechnologie geführt.

[Gud07] kritisiert die Verteilung von Informationen auf zwei, in manchen Fällen gar drei oder vier Informationsträgern. Es wird eine Beschränkung auf „ein [...] einzelnes Etikett, einer Beschriftung oder einer Kodierung“ vorgeschlagen. Wenn weitere Steuerungsinformationen erforderlich sind, so wird die Verwendung eines Begleitdokumentes oder die Bereitstellung der zusätzlichen Informationen über ein Rechnersystem empfohlen.

Es werden jedoch, wie schon erwähnt, in der Automobilindustrie Basistechnologien miteinander kombiniert, beispielsweise der VDA-Warenanhänger nach [VDA4902] als Kombination von 1D-/2D-Code und Klarschrift. Dabei sollte die gleiche Information nicht auf mehreren Ebenen vorhanden sein, um partielle Veränderungen der Information zu vermeiden und die übergreifende Eindeutigkeit zu erhalten.

Wie Abb. 6-8 darstellt, ist nicht jede mögliche Kombination der betrachteten Basistechnologien sinnvoll.

	Rechner-system	manuell	Klar-schrift	1D-/2D Code	1D-/2D Code (C)	RFID	RFID (G)	RFID (P)	Sensor-netz
Rechner-system		1)	1)	1)	3)	1)	3)	3)	1)
manuell			1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)
Klarschrift				U	4)	V	4)	4)	W
1D-/2D-Code					5)	X	4)	4)	Y
1D-/2D-Code (C)						4)	D	E	F
RFID							4)	4)	2)
RFID(G)								5)	2)
RFID(P)									2)
Sensornetz									

1)	Diese Kombinationen sind aufgrund nicht einzuhaltender Dateneindeutigkeit auszuschließen. Darüber hinaus ist die Datenhaltung nicht verbunden (Rechnersystem bleibt in versendendem Unternehmen, während 1D-/2D-Code/Klarschrift/RFID/Sensorknoten mobil – z.B. am Packstück – sind). Hinweis: Die Kombination Klarschrift mit RFID/Sensornetz birgt auch die Gefahr von fehlender Dateneindeutigkeit: Während bei Klarschrift/1D-/2D-Code beide bei Änderung neu gedruckt werden müssen (angenommen, beides auf gleichem Papier), können Klarschrift und RFID/Sensorknoten unabhängig voneinander geändert werden. Hier werden die Kombinationen trotzdem angeboten, da für aktuelle Diskussion von RFID eine Bewertung interessant erscheint.
2)	Sensorknoten haben bereits RFID-ähnliche Funktionen in sich, so dass eine Kombination keinen Zusatznutzen ergibt

3)	Die Varianten 1D-/2D-Code (C), RFID(P) und RFID(G) beinhalten bereits in ihrem Wirkprinzip eine Kombination von Rechnersystem und RFID/1D-/2D-Code
4)	Eine Kombination von Technologien, die die komplette Information am Objekt mitnehmen und solchen, die eine Identifikationsnummer für eine Zuordnung von zentral gespeicherten Daten beinhalten, werden aus Gründen der nicht einzuhaltenen Datenkonsistenz ausgeschlossen.
5)	Kombinationen gleicher Technologie mit unterschiedlichem Dateninhalt (komplette Information – Identifikationsnummer für zentrale Datenablage) für eine Information führen zu keinem Zusatznutzen und sind aufgrund der Gefahr der fehlenden Datenkonsistenz auszuschließen.

Abbildung 6-8: Morphologische Kombination der Basistechnologien

[Fou05] schlägt sogar eine dreifache Beschriftung von Etiketten im innerbetrieblichen Materialfluss vor: „elektronisch mit RFID, mit einem 1D-/2D-Code und mit Klarzeichen – und das in einem Druckgang“. Diese Kombination wird in dieser Arbeit zunächst vernachlässigt, kann aber grundlegend von der Systematik abgebildet werden.

Daraus ergibt sich die Tab. 6-2 der für die Betrachtung des Ersatzteilwesens der Automobilbranche als sinnvoll erachteten Kombinationsmöglichkeiten:

Für Ersatzteilwesen relevante Kombinationen	Abk.	Enthaltene Basistechnologien
1D-/2D-Code (voller Informationsinhalt) – Klarschrift	U	KB
RFID (voller Informationsinhalt) – Klarschrift	V	KR
Sensornetzwerk – Klarschrift	W	KS
1D-/2D-Code (voller Informationsinhalt) – RFID (voller Informationsinhalt)	X	BR
1D-/2D-Code (voller Informationsinhalt) – Sensornetzwerk	Y	BS
1D-/2D-Code (Referenznummer) - RFID (Referenznummer, ONS-Server)	D	CG
1D-/2D-Code (Referenznummer) - RFID (Referenznummer, Rechnersystemstruktur Partner)	E	CG
1D-/2D-Code (Referenznummer) - Sensornetzwerk (Referenznummer)	F	CS

Tabelle 6-2: Für Betrachtung des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie als sinnvoll erachtete Kombinationsmöglichkeiten

Grundsätzlich ist das Programm flexibel für Änderungen in der Liste der betrachteten Technologien. So kann eine neu aufkommende Technologie beispielsweise problemlos in die bisherige, mit dem Programm entwickelte Struktur der Informationslogistik eingebaut werden.

Ebenen

Der Begriff `Ebene` bezeichnet die Stelle am Objekt, an der die Information angebracht ist. Die in Tab. 6-3 genannten Ebenen sind im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie von Bedeutung.

Kürzel	Ebene
FRE	Keine produktnahe Ebene
TRA	Transportfahrzeug
LIE	Lieferung/Lieferpapiere
PBÜ	Packstückbündel
PST	Packstück
BEH	Behälter (allgemein)
KLT	Kleinladungsträger (gefüllt)
STP	Großpackeinheit/Stückpackeinheit
ETV	Einzelteil (Verpackung)
ETK	Einzelteil (kundenspezifische Verpackung)
ETP	Einzelteil (Produkt)
OBJ	Einsatzobjekt des Produktes
EXT	Erwerb von außerhalb Betrachtungsgrenze

Tabelle 6-3: Ebenen im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie

- FRE frei: keine Ebene im Sinne einer Produktebene darstellbar, z.B. Kommissionierbeleg
- OBJ Objekt: z.B. Fahrzeug, in welches Teil eingebaut wird; im weiteren Sinne auch für Verkaufsregal etc.
- EXT extern: Information wird zum Zeitpunkt der Erfassung nicht von einem Informationsträger übernommen, sondern z.B. externe Messung (Umgebungstemperatur o.ä.)

Es sind grundsätzlich auch Konzepte, nach denen die Ware unverpackt vom Werk angeliefert wird und erst im Versandprozess eine Verpackung erfolgt, abbildbar.

Die Ebenen unterliegen im Durchlauf der Wertschöpfungs- und Nutzungskette Änderungen. Beispielsweise wird ein Packstück im Versand erzeugt und im Wareneingang des nächsten Partners wieder aufgelöst. Während anderer Prozessmodule, beispielsweise der Kommissionierung, ist die Ebene Packstück gar nicht vorhanden. Allgemein können Ebenen die folgenden Status annehmen:

- E = Erzeugung der Ebene in Modul; keine Erfassung von Informationen von dieser Ebene in diesem Prozess möglich
- V = Ebene steht Prozessmodul von Eingang bis Ausgang zur Verfügung (Erfassung und Speicherung der Information möglich)
- A = Ebene wird innerhalb des Moduls aufgelöst; keine Speicherung möglich
- N = Ebene in diesem Modul nicht vorhanden

Die Einstellung, welchen Status die Ebenen in einem Prozessmodul haben, erfolgt in einer Tabelle, wie sie in Abb. 6-9 gezeigt wird.

	Mögliche Packebene									
	Transport-fahrzeug	Lieferung	Packstück-bündel	Pack-stück	KLT (gefüllt)	GrPAE/ StPAE	Einzelteil (Verpackung)	Einzelteil (kuzspez. Verpackung)	Einzelteil (Produkt)	Objekt, an dem Produkt eingesetzt wird
Partner A - Prozess 1	N	N	N	N	N	N	N	N	V	N
Partner A - Prozess 2	N	N	N	N	N	E	E	N	V	N
Partner A - Prozess 3	E	E	E	E	E	V	V	N	V	N
Partner B - Prozess 1	V	V	V	V	V	V	V	N	V	N
Partner C - Prozess 1	A	A	A	A	V	V	V	N	V	N
Partner C - Prozess 2	N	N	N	N	A	A	A	N	V	E

Abbildung 6-9: Einstellung der Packebenenstatus in den Prozessen

Analog zu der Technologie können für die Untersuchung auch Packebenen ausgeschlossen werden. In diesem Falle ist die betreffende Ebene in jedem Prozessmodul auf „N“ zu setzen.

6.3.2 Arbeitsebene

Auf der Arbeitsebene wird letztendlich die Entscheidung der Nutzer bezüglich der Wirkstruktur der Informationslogistik getroffen. Dabei unterstützt das Programm bei der horizontalen Passung durch Überprüfung der Einhaltung der Randbedingungen und der in den Grundeinstellungen getroffenen Vorgaben. Die vertikale Passung wird innerhalb der Arbeitsebene überprüft.

Basis der Arbeitsebene ist das Prozessmodell. Pro Prozessmodul wird eine getrennte Arbeitsmappe angelegt. In diese Arbeitsmappe werden die für das Prozessmodul relevanten Informationen eingetragen, es werden automatisch die für die Nutzer relevanten Randbedingungen ergänzt. In jeder Arbeitsmappe können beliebig viele Schritte der Entscheidungsfindung definiert und bearbeitet werden.

Die Arbeitsmappe gliedert sich pro Entscheidungsfindung in ihrem Hauptteil in drei Bereiche. Für die Benennung wird auf Begriffe des SCOR-Modells zurückgegriffen [Sch05]:

Source (Erfassung der Information) = Informationen, die in den Prozess einfließen

Make (Entscheidungsfindung) = Entscheidung, die aufgrund der erfassten Informationen getroffen wird

Deliver (Speichern der Information) = Informationen, die aus der Informationsverarbeitung entstehen bzw. eine Änderung erfahren

Darüber hinaus wird zwischen allen Bereichen ein Übergangsbereich der Informationsverteilung angeboten, der beispielsweise alle Informationen auf die einheitliche Technologie bringt, mit der die Entscheidungsfindung erfolgt. Im Regelfall fließen mehrere Informationen in eine Entscheidungsfindung ein. Die Erfassung dieser Informationen kann über unterschiedliche Technologien erfolgen, weil für die verschiedenen Informationen mit Sicht auf die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette (horizontale Passung) jeweils eine andere Technologie das Optimum darstellt. Wissensverteilung ist nach Kapitel 2.2.3 möglichst zu vermeiden.

Am Ende der Arbeitsmappe werden in Tabellen Entscheidungen zur Verschlüsselung sowie zu Informationen ohne weitere Verwendung getroffen.

Source

Hier werden die Entscheidungen getroffen, die die Erfassung der benötigten Informationen betrifft. Warnmeldungen unterstützen den Nutzer bei der Einhaltung der Vorgaben.

"Source"									
Kategorie (in)	Daten in	Ebene Information (in)				Informationserfassung			
		Ebene	Status	Ebene	<-!	!			
		Wirkprinzip					Vorgabe	nicht erlaubt	Wahl
Kategorie 2	Information C	STP	V				B	R	B2

Abbildung 6-10: Ausschnitt Bereich „Source“ aus Arbeitsebene am Beispiel Prozess 3 des Partners A

Das Beispiel in Abb. 6-10 ist auf den zuvor dargestellten Beispieldaten aufgebaut. Bei der Konfigurierung der Arbeitsmappe wird die Information C als eine in dem Prozessmodul eingehende Information, siehe Abb. 5-6, eingetragen. Die Vorgaben und Verbote der Technologie werden automatisch ergänzt (vgl. Abb. 6-6 und 6-7). Daraufhin erfolgt die manuelle Entscheidung über Technologie und Ebene der Erfassung aufgrund der Bewertungsergebnisse der Wirkprinzipien. Die Nutzer entscheiden sich in diesem Beispiel für eine Erfassung der Daten über das Wirkprinzip B1 auf der Ebene Großpackeinheit/Stückpackeinheit (STP) (vgl. Abb. 5-5). Um die horizontale Passung zu gewährleisten, werden sie dabei von der automatisch gefüllten Tabelle „Vorgänger“ unterstützt. In dieser Tabelle werden Ebene und Technologie gezeigt, mit der die Information in vorangehenden Prozessmodulen zuletzt gespeichert wird (vgl. Abb. 6-11). Wird die Ebene zwischenzeitlich aufgelöst oder wurde die Information zuvor nicht gespeichert, so bleibt diese Tabelle leer. In diesem Falle kann die Information nicht aus einem Speicher gelesen werden, sondern muss auf anderem Wege, beispielsweise Sensorik, beschafft werden. Die Verschlüsselung wird weiter unten beschrieben.

Vorgänger		
Medium vorige Verwendung (letzte Speicherung, sofern nicht zwischenzeitlich Auflösung Ebene)		
Ebene	Technik	Verschlü ss.
STP	B	

Abbildung 6-11: Ausschnitt Bereich „Vorgänger“ aus Arbeitsebene am Beispiel des Prozesses 3 des Partners A

Auf eine Darstellung der bereits in nachfolgenden Prozessen vorhandenen Festlegungen wird im Prototyp verzichtet, stellt aber grundlegend eine weitere Unterstützung bei der Gewährleistung der horizontalen Passung dar.

Wird gegen Vorgaben oder Verbote verstoßen, so wird dies über das Warnfeld „!“ angezeigt, eine fehlende horizontale Passung über „<-!“. Wenn ein Eintrag der Nutzer erforderlich ist, wird das Feld rot unterlegt oder mit einem roten Pfeil markiert. Dies gilt für alle Teile der Arbeitsebene und wird für die folgenden Bereiche nicht mehr explizit erwähnt. So erfahren die Nutzer in der komplexen Datenumgebung eine automatisierte Unterstützung. Die hier gezeigten Beispiele sind zueinander passend gehalten, daher sind die Warnfelder nicht gefüllt.

Make

"Make"		
Entscheidungsfindung		
Ziel	Ebene	WiPr
verbale Definition der Entscheidungs- findung	FRE	Z1

Abbildung 6-12: Ausschnitt Bereich „Make“ aus Arbeitsebene am Beispiel des Prozesses 3 des Partners A

In diesem Bereich wird bei der Konfigurierung der Inhalt der Entscheidungsfindung eingetragen. Es hilft den Nutzern bei der Orientierung. Analog zum Bereich „Source“ werden Wirkprinzip (WiPr) und Ebene eingetragen, auf der nach Festlegung der Nutzer die Entscheidungsfindung stattfinden soll. Bei dem in Abb. 6-12 gezeigten Beispiel wurde ein Rechner-system gewählt.

Deliver

"Deliver"													
Informationsspeicherung				Ebene Information (out)				Technik/Ebene Vorgänger			Kategorie (out)	Daten out	
Vor-gabe	nicht erlaubt	Wahl	V	E	Ebene Wirkprinzip	Status Ebene	->!	A	Ebene	Technik	Verschl üss.		
	R	Z1			FRE	V			FRE	Z		Kategorie 2	Information D

Abbildung 6-13: Ausschnitt Bereich „Deliver“ aus Arbeitsebene am Beispiel des Prozess 3 des Partners A

Die Informationen, die aus einer Entscheidungsfindung entstehen, werden zunächst im Bereich „Deliver“ konfiguriert (vgl. Abb. 6-13). Analog zum Bereich „Source“ werden Ebene und Technologie einer vorangegangenen Speicherung der Information dargestellt. Das weitere Vorgehen entspricht dem des Bereiches „Source“.

In der Spalte „A“ wird hier zusätzlich eine Warnung gezeigt, wenn eine Ebene verwendet wird, die im aktuellen Prozess nicht besteht oder die aufgelöst wird.

Informationsverteilung

In dem hier gezeigten Beispiel können beide Varianten des Zwischenbereiches „Informationsverteilung“ gezeigt werden. Abb. 6-14 zeigt den Bereich zwischen „Source“ und „Make“. Da die Information über 1D-/2D-Code erfasst (Source), aber in einem Rechnersystem verarbeitet wird (Make), muss eine Verteilung der Information stattfinden. Die Nutzer haben sich hier für die Variante 10 entschieden (vgl. Tab. 5-18 in Kap. 5.10).

Informationsverteilung		
->	v-n	WiPr
	BZ	10

Abbildung 6-14: Wissensverteilung Source-Make

Informationsverteilung		
->	v-n	WiPr
	ZZ	

Abbildung 6-15: Wissensverteilung Make-Deliver

Abb. 6-15 zeigt den Bereich Wissensverteilung zwischen „Make“ und „Deliver“. In beiden Fällen wurde im Beispiel ein Rechnersystem als Technologie gewählt. Damit ist keine Verteilung aus technologischer Sicht erforderlich. In Falle gleicher Technologie werden zusätzlich die Ebenen verglichen. Würden im Beispiel „Make“ und „Deliver“ auf unterschiedlichen Ebenen durchgeführt, so wäre eine Wissensverteilung zu berücksichtigen.

Verschlüsselung

Bei einigen Informationen kann es kritisch sein, wenn unbefugte Personen Zugriff bekommen. Daher wurde bereits die Möglichkeit beschrieben, die Weitergabe von Daten über die Grenzen eines Partners hinaus zu unterbinden. Eine weitere Möglichkeit ist die Verschlüsselung von Daten.

Verschlüsselung ist nicht bei allen Technologien möglich. Bei den hier betrachteten Technologien kommen nur RFID und Sensornetzwerk in Frage. In einer eigenen Tabelle kann angegeben werden, ob die Information verschlüsselt gespeichert werden soll oder nicht (vgl. Abb. 6-16). Im Prototyp ist keine Überprüfung eingesetzt, ob eine Verschlüsselung mit der gewählten Technologie möglich ist.

Information	Verschlüsselung	!
Information C	ja	

Abbildung 6-16: Tabelle Verschlüsselung

Eine Verschlüsselung ist prinzipiell auch noch möglich, wenn die Information bereits auf dem Medium gespeichert ist (z.B. RFID). Dann muss ein Umsetzen der Information von einem unverschlüsselten in einen verschlüsselten Teil der Technologie erfolgen. Dies ist nur möglich, wenn in der Teilentscheidung eine Speicherung der Information auf die Technologie und Ebene vorgesehen ist. Der Fall tritt ein, wenn in der Teilentscheidung eine Änderung oder eine Archivierung der Information erfolgt. Das Programm übernimmt die Einstellung einer nachträglichen Verschlüsselung nicht, wenn die Information gelöscht oder nur verwendet wird oder bei letzter Verwendung der Information eine Belassung auf der Technologie eingetragen wird (siehe „Informationen ohne weitere Verwendung“).

Wird eine Information verschlüsselt gespeichert, so wird dies im Sinne der Sicherstellung der horizontalen Passung in den Angaben zu Vorgängern angezeigt (vgl. Abb. 6-10).

Schreibschutz von Speicherplätzen

Neben Informationen, die durch Unbefugte nicht gelesen werden dürfen, gibt es auch Informationen, die nicht überschrieben werden sollten. Dies wird durch Speicherplätze ermöglicht, die nur bis zu einem bestimmten Zeitpunkt beschreibbar sind und anschließend nur noch das Lesen der Information zulassen. So kann beispielsweise ein Speicherplatz bis zu einem bestimmten Prozess änderbar sein und dann für die Folgeprozesse für Änderungen gesperrt werden oder sogar nur ein einziger Schreibvorgang möglich sein.

In der prototypischen Umsetzung der Softwarearchitektur ist diese Funktionalität nicht verwirklicht, so dass sie bei Bedarf manuell berücksichtigt werden muss. Sie ist nur für Technologien notwendig, die aufgrund ihrer Eigenschaften eine Änderung der Information ermöglichen.

Informationen ohne weitere Verwendung

Im Sinne einer schlanken Informationslogistik sollen keine Informationen verfügbar sein, die im aktuellen oder in folgenden Prozessen keine Verwendung finden. Dazu gehören auch Informationen, die im Folgenden nicht mehr gelesen, sondern neu angelegt werden. Dies wird durch das Programm automatisch geprüft. So wird beispielsweise in Abb. 5-6 die Information C nach dem hier betrachteten Prozess 3 des Partners A nicht mehr verwendet. Vielmehr wird die Information in Prozess 2 des Partners C neu beschrieben.

Einige Informationen sollen für spätere Auswertungen zur Verfügung stehen oder müssen gesetzlich noch für eine bestimmte Zeit aufbewahrt werden. Möglichkeiten für den Umgang mit einer Information nach der letzten Verwendung sind:

- Belassen: In diesem Falle bleibt die Information in der zuletzt gespeicherten Form erhalten (Technologie/Ebene)
- Archivieren: Die Daten werden in der Regel durch eine Informationsverteilung auf eine andere Form der Speicherung (Technologie/Ebene) transferiert (z.B. zentrale Speicherung in Archiv von Controlling oder Buchhaltung)
- Löschen: Die Information wird von der aktuellen Technologie/Ebene gelöscht.

Eine Löschung kann erzwungen werden, in dem ein Partnerübergang stattfindet und der versendende Partner eine Weitergabe der Information verweigert. Die abgemilderte Form ist die Verschlüsselung, siehe dort.

Vorgehen für Informationen ohne weitere Verwendung bzw. bei Auflösen Packebene												
	Entscheidung Umgang mit Information				Informationsverteilung			Informationsspeicherung			Z	A
	letzte Verw?	Aufl. Packebene	->	Vorgehen? (nur bei letzter Verwendung)	->	v-n	Wipr	->	Wirkprinzip	->		
Information C	ja			Archivierung		BZ	10		Z1		FRE	

Abbildung 6-17: Tabelle zur Entscheidung über Informationen ohne weitere Verwendung

In Fortführung des hier gezeigten Beispiels wird in Abb. 6-17 die Information C archiviert. Sie könnte beispielsweise für eine spätere Auswertung noch relevant sein.

Partnerübergang

Der Übergang von einem Partner auf einen anderen muss kritisch überwacht werden, um in der Architektur der Informationslogistik keine unternehmensinternen Informationen weiterzugeben und um die Weitergabe von Informationen mit Technologien zu verhindern, die von folgenden Partnern nicht erwünscht oder umsetzbar sind.

Die Tabelle Partnerübergang ist nur eine Prüftabelle, die den Nutzer auf die Nichteinhaltung von Vorgaben bezüglich Weitergabe und Technologiewahl aufmerksam macht. Eine Änderung der Konstellation der Information kann nur in einem Prozessmodul erfolgen.

Daher muss entweder bei der letzten regulären Verwendung die Information passend gespeichert werden oder es muss in einem folgenden Prozessmodul kurz vor dem Übergang auf den nächsten Partner eine reine Informationsverteilung stattfinden (z.B. Umetikettieren im Versandbereich). Dies führt allerdings zu Kosten und Zeitbedarf und ist daher möglichst zu vermeiden.

6.3.3 Ergebnisaggregation/-darstellung

Ziel des Vorgehensmodells und damit auch seiner Abbildung in einer Software ist eine grob festgelegte Architektur der Informationslogistik einer zu betrachtenden Wertschöpfungs- und Nutzungskette. Für die anschließende Feinplanung ist eine aggregierte Darstellung der Ergebnisse erforderlich.

Es werden zwei Tabellen mit unterschiedlicher Zielsetzung zur Verfügung gestellt:

- Detaillierte Übersicht Technologieverwendung in der Informationslogistik
- Darstellung benötigter Technologieeigenschaften

Übersicht Technologieverteilung

Die Tabelle zeigt eine Übersicht über die gesamte betrachtete Wertschöpfungs- und Nutzungskette. Es ist ersichtlich, wann welche Information auf welcher Ebene und mit welcher Technologie aufgrund des in der Arbeitsebene festgelegten Konzeptes der Informationslogistik eingeplant ist.

Neben der generellen Übersicht beinhaltet die Tabelle eine Auflistung, welcher Partner welche Informationstechnologie an welcher Stelle bereitstellen muss.

Um eine konzentrierte Darstellung erreichen zu können, wird die Information in der in Abb. 6-18 dargestellten Weise codiert angegeben. Wird dabei ein Codeteil nicht benötigt, so tritt an seine Stelle ein Bindestrich, um die Syntax des gesamten Codes beizubehalten.

Codeteil	Beschreibung/Codierung	Beispiel
Technologie		B
Ebene		STP
Angabe Verschlüsselung	(V)erschlüsselung	-
Lebenszyklus Information	(N)euanlage/(Ä)nderung/(V)erwendung	N
Informationen ohne weitere Verwendung	(L)öschung/(A)rchivierung/(B)elassen der Information	-
Länge der Information	+/- (Länge)	+3
Ergebnis Beispiel		BSTP-N-+3

Abbildung 6-18: Codierung Verwendung einer Information

Abb. 6-19 zeigt beispielhaft für das in 6.3.1 und 6.3.2 dargestellte Beispiel eine Übersicht der Technologieverteilung.

		Information C	Information D
	Partner A - Prozess 1	BSTP-N-+3	ZFRE-V
	Partner A - Prozess 2	BSTP-	ZFRE-
	Partner A - Prozess 3	ZFRE-ÄÄ+3	ZFRE-Ä
	Partner B - Prozess 1		ZFRE-Ä
	Partner C - Prozess 1		ZFRE-
	Partner C - Prozess 2	(...)	ZFRE-

Abbildung 6-19: Übersicht Technologieverteilung (Beispiel in Ergänzung zu 6.3.1 und 6.3.2)

Darstellung benötigter Technologieeigenschaften

Die zweite Zielübersicht zeigt, welche Technologie in welcher Grobauslegung zu beschaffen ist. Es werden damit kumuliert dargestellt:

- Art der verwendeten Technologien
- Größe des benötigten Speichers
- Form des benötigten Speichers (Lesen/Schreiben, Anteil an Speicher mit Verschlüsselung)
- Ort der Bereitstellung von Informationsträgern.

Damit kann eine in der Feinplanung weiter zu detaillierende Vorgabe zur Technologiebeschaffung sowie Verhandlungen über die Kostenverteilung, besonders bezüglich der Informationsträger, erfolgen.

Die Größe des benötigten Speichers ergibt sich aus der größten Summe der einzelnen Längen der Informationen zwischen Aufsetzen und Absetzen eines Informationsträgers.

Abb. 6-20 zeigt einen Ausschnitt aus der Tabelle mit Beispieldaten.

Typ+Ebene	Rechnersystem		manuell	Klarschrift				
	Z	Z		KFRE	KTRA	KLIE	KPBÜ	KPST
Verschlüsselung	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Startwert	0	0	0	0	0	0	0	0
	50230	0	0					230
ZFRE-N-+10000	60230	0	0					230
MFRE-N-+7	60230	0	7					230
ZFRE-N-+10000	70230	0	7					230
	70230	0	7					230
	70230	0	7					230
	70230	0	7					230

Abbildung 6-20: Darstellung benötigter Technologieeigenschaften

7 Evaluierung des Vorgehensmodells anhand einer Beispielanwendung

7.1 Schritt a: Definition der Aufgabenstellung

Für die Evaluierung des zuvor entwickelten Vorgehensmodells wird ein Projekt gewählt, welches eine grundlegende Neuausrichtung der Informationslogistik für ein spezielles Produkt im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie beinhaltet. Die Untersuchung umfasst die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette dieses Produktes. Ziel der Untersuchung ist es, ohne Berücksichtigung der bestehenden Lösungen ein auf aktuellen Gegebenheiten und Einschätzungen zu Technologien und Randbedingungen beruhendes, optimiertes Konzept vorzuschlagen. Die aktuelle Ausprägung der Informationslogistik ist vielfach historisch bedingt und ist nicht übergreifend geplant worden. Zusätzlich sind einige aktuelle Themen wie beispielsweise der Plagiatschutz neu in die Informationslogistik einzubauen. Bei dieser Gelegenheit sollen auch die bisher nicht eingesetzten Technologien RFID und Sensornetzwerk eine Berücksichtigung finden.

Ziel der Untersuchung ist zunächst ein kurz- bis mittelfristig umsetzbares Konzept für die Informationslogistik. Gleichzeitig wird bewertet, wie auf Basis der langfristigen Einschätzung von Entwicklung und Verbreitung der Informationstechnologien ein visionäres Szenario aussehen könnte. Die kurz- bis mittelfristige Betrachtung wird gerade bei den neuen Technologien voraussichtlich einige Einschränkungen definieren. Daher wird für das visionäre Konzept abgeschätzt werden, welche dieser Einschränkungen in Zukunft aufgehoben werden könnten und wie sich die etablierten Technologien weiter am Markt halten werden. Mit dem visionären Szenario besteht die Möglichkeit, unkonventionelle Wege zu beschreiten und so auch aus heutiger Sicht unrealistische Lösungen in die Diskussionen einzubringen.

7.1.1 Allgemein: Einschränkung betrachteter Wirkprinzipien aus Lösungssammlung

Für das Projekt werden nicht alle in der Lösungssammlung dargestellten Wirkprinzipien berücksichtigt.

Tab. 7-1 zeigt die Wirkprinzipien, die bezogen auf die betrachtete Ebene durch die Nutzer für die Betrachtung ausgewählt wurden. Der untere Teil der Tabelle zeigt zusätzlich, welche Ebenen für welche Partner in der betrachteten Wertschöpfungs- und Nutzungskette genutzt werden können. Eine solche Vorüberlegung spart viel Zeit und Aufwand bei der projektspezifischen Bewertung.

Pulks mit innen liegenden Objekten werden beispielsweise komplett aus der Betrachtung ausgeschlossen. Neben dem Sensornetzwerk, auf deren Funktion auch in einem metallischen Pulk abgezielt wird, sind sämtliche weiteren Wirkprinzipien der Lösungssammlung aktuell nicht zu einem Informationsaustausch in einem solchen Pulk befähigt. Es wird daher die Vorgabe in [VDA5501] verwendet, nach der alle Objekte so ausgerichtet sein müssen, dass mindestens eine Seite nach außen zeigt.

		Informationsträger an						Einzelteil (verpackt/ unverpackt)/ StPAE/GrPAE /KLT IM PULK (auch Teile in der Mitte)
		Einzelteil (verpackt/ unverpackt)/StPAE E/GrPAE	Behälter/KLT/Pack stück/Packstückbü ndel	Einzelteil (verpackt/ unverpackt)/ StPAE/GrPAE /KLT IM PULK (jedes Teil mit Außenseite)	Lieferung, frei (Beleg o.ä.)	Lagerplatz	Objekt, an dem Produkt eingesetzt wird	
In Projekt betrachtete Wirkprinzipien (Auswahl)	K1	x	x	x	x	x	x	wird ausgeschlossen!
	K3, B6	x			x			
	K4, B7	x				x	x	
	K6, B9	x						
	K8, B11	x						
	B1	x	x	x	x	x	x	
	B2	x	x	x	x			
	B3	x	x	x	x			
	B5	x			x			
	R1	x	x	x	x			
	R2	x	x	x	x			
	R5		x	x				
	R6	x	x	x		x	x	
	R9	x			x			
	S1	x	x	x		x	x	
M	x	x	x	x	x	x		
Z	x	x	x	x	x	x		
G, C, P	x	x	x	x	x	x		
Verwendung Wirkprinzipien	Werk I	x	x	x	x	x		
	Werk II	x	x	x	x	x		
	Lager Werk	x	x	x	x	x		
	Lager Handel	x	x	x	x	x		
	Sonderprozesse	x	x					
	Werkstatt	x			x		x	
	Serieninstandsetzung	x						
	Betrieb	x					x	
Marketing	x							

Tabelle 7-1: Auswahl und Zuordnung der im Projekt betrachteten Wirkprinzipien

7.2 Schritt b: Festlegung der zu betrachtenden Prozesse und deren Granularität

7.2.1 Die reale Wertschöpfungs- und Nutzungskette des betrachteten Produktes

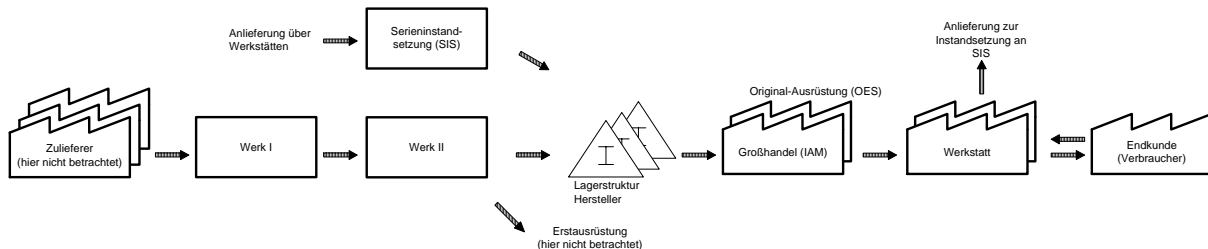


Abbildung 7-1: Prinzipskizze Erstellungs-/Nutzungskette betrachtetes Produkt

Die in Abb. 7-1 dargestellte Wertschöpfungs- und Nutzungskette des betrachteten Produktes wird bei der Konzeption der Informationslogistik komplett betrachtet.

Die Fertigung des Produktes erfolgt in einem Fertigungsverbund mehrerer Werke. Werk I fertigt eine elektronische Komponente. Es besteht im Kern aus einer Platine auf einer Trägerplatte aus Metall zur Hitzeableitung. Ein umgebender Kunststoffbehälter mit eingegossenen Anschlüssen, die mit der Platine verbunden werden, dient als Schutz. Das Werk II fertigt die mechanische Einheit und verbindet sie mit der elektronischen Komponente zum fertigen Produkt. Zulieferer von Halbfabrikaten als auch die Auslieferung in die Erstausrüstung der OEMs werden hier nicht betrachtet.

Als Ersatzteil wird das Produkt über die Lagerstruktur des Herstellers sowie im nächsten Schritt über Großhandel (IAM) bzw. die Lagerstruktur des OES an die Werkstatt geliefert. Der Begriff Werkstatt wird im Folgenden als Synonym für alle im Ersatzteilwesen vorhandenen Strukturen zur Instandhaltung von Fahrzeugen verwendet. In der Werkstatt erfolgt der Verbau in ein Fahrzeug im Austausch gegen Lager ein defektes Bauteil und die anschließende Betriebsphase.

Defekte Produkte werden in einem Prozess der Serieninstandsetzung zu neuwertigen Austauschteilen aufgearbeitet und erneut in den Nutzungskreislauf eingebracht. In der Serieninstandsetzung wird nur die elektronische Komponente aufbereitet. Es ist eine einmalige Aufarbeitung möglich.

7.2.2 Modellierung der Wertschöpfungs- und Nutzungskette unter Festlegung der Granularität

Die in 7.2.1 beschriebene Wertschöpfungs- und Nutzungskette wird zunächst in ein Prozessmodell umgewandelt. Unter dem Begriff Modell versteht [VDI3633] „eine vereinfachte Nachbildung eines existierenden oder gedachten Systems mit seinen Prozessen in einem anderen begrifflichen oder gegenständlichen System“. Es hilft bei Aufgabenstellungen, für

die eine direkte Lösung am Original zu vielschichtig wäre [VDI3633]. Für die Konzeption der Informationslogistik in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie ist durch ihre Komplexität daher eine Modellierung sinnvoll und notwendig.

Die Modellierungsphilosophie als eine Form der Abbildung des realen Systems wird bausteinorientiert gewählt. Dabei werden nach [VDI3633] Standardmodellelemente definiert, die aufgrund der konkreten Aufgabenstellung zusammengestellt, parametrisiert und auch an den Anwendungsfall angepasst werden können.

Einzelne Handlungsbestandteile im Original, die relevant für die betrachtete Aufgabenstellung sind und damit in das Modell eingebracht werden, treten in einem realen System oftmals mehrfach auf. Entsprechend können auch in einem Modell einzelne Komponenten, auch als Modellelemente bezeichnet, wiederholt verwendet werden. Dazu werden diese Handlungsbestandteile isoliert in ein einzelnes Modellelement eingebracht [VDI3633]. Beispielsweise sind die Lagerprozesse in den unterschiedlichen Lagern der Kette aus Sicht der Informationsverarbeitung weitgehend ähnlich. Weiterhin können innerhalb eines Lagers die für unterschiedliche Zwecke stattfindenden Transporte aus Sicht der Informationsverarbeitung in einem Modell hinreichend genau als gleich angesehen werden. Dies ermöglicht die effiziente Anwendung von Prozessmodulen, die nach einer einmaligen Definition für alle parallelen Anwendungen in der Prozesskette kopiert werden können. Alle weiteren, sich nicht wiederholenden Prozessschritte werden ebenfalls in Prozessmodulen dargestellt. Dabei werden alle thematisch zusammengehörigen Prozessschritte in jeweils einem Prozessmodul gesammelt. Jedes Prozessmodul kann damit durch diese Aggregation aus Sicht der Informationslogistik mehrere Entscheidungsschritte beinhalten.

Im Prozessmodell wird der Schwerpunkt auf die Lagerabläufe, die Werkstatt- sowie die Betriebsphase des Produktes gelegt. Es wird in diesen Teilen für alle Prozessmodule generell ein hoher Detaillierungsgrad bezüglich der berücksichtigten Prozessschritte erreicht. Dies gilt in besonderem Maße für Prozessschritte, die Informationen bereitstellen oder verarbeiten, die für die gesamte Kette relevant sind. Für die Fertigung und die Serieninstandsetzung werden hingegen nur Prozesse betrachtet, die Informationen für die Prozessmodule im Schwerpunktbereich zur Verfügung stellen oder Abnehmer dieser Information sind. Weiterhin wird die Fertigung der mechanischen Komponente nicht betrachtet. Im Laufe des Projektes wurde die elektronische Komponente als Träger der Information festgelegt.

Auch die Speditionen bilden keinen Schwerpunkt der Betrachtung. Daher wird auch hier nur eine geringe Granularität der Prozessschritte zugelassen. Vereinfachend wird angenommen, dass in allen interbetrieblichen Transporten ein Direkttransport zum Ziel ohne Einschaltung von Verteilzentren durchgeführt wird und dass der Informationsbedarf für alle Transporte in der Kette gleich ist. Durch diese Vereinfachung sind die einzelnen Transporte in einem gemeinsamen Prozessmodul abbildbar.

Abb. 7-2 zeigt einen Ausschnitt des Prozessmodells am Beispiel des Warenausgangs. Anhand des Kommissioniervorgangs im Warenausgang ist die Ausrichtung auf Prozessmodule

gut zu erkennen. Anstelle eines eigenen Prozessmoduls „Kommissionieren“ wird der Vorgang in seine einzelnen Bestandteile aufgelöst. Die Transportvorgänge können dann mit dem allgemeinen Prozessmodul `innerbetrieblicher Transport` abgebildet und es müssen nur noch zwei kleinere spezielle Prozessmodule ergänzt werden. Im Falle von `Mann zu Ware` wird am Platz die Menge kommissioniert. Das Prozessmodell hat keinen nachgewiesenen Referenzcharakter für das Ersatzteilwesen der Automobilindustrie, sondern ist für diesen Anwendungsfall gültig.

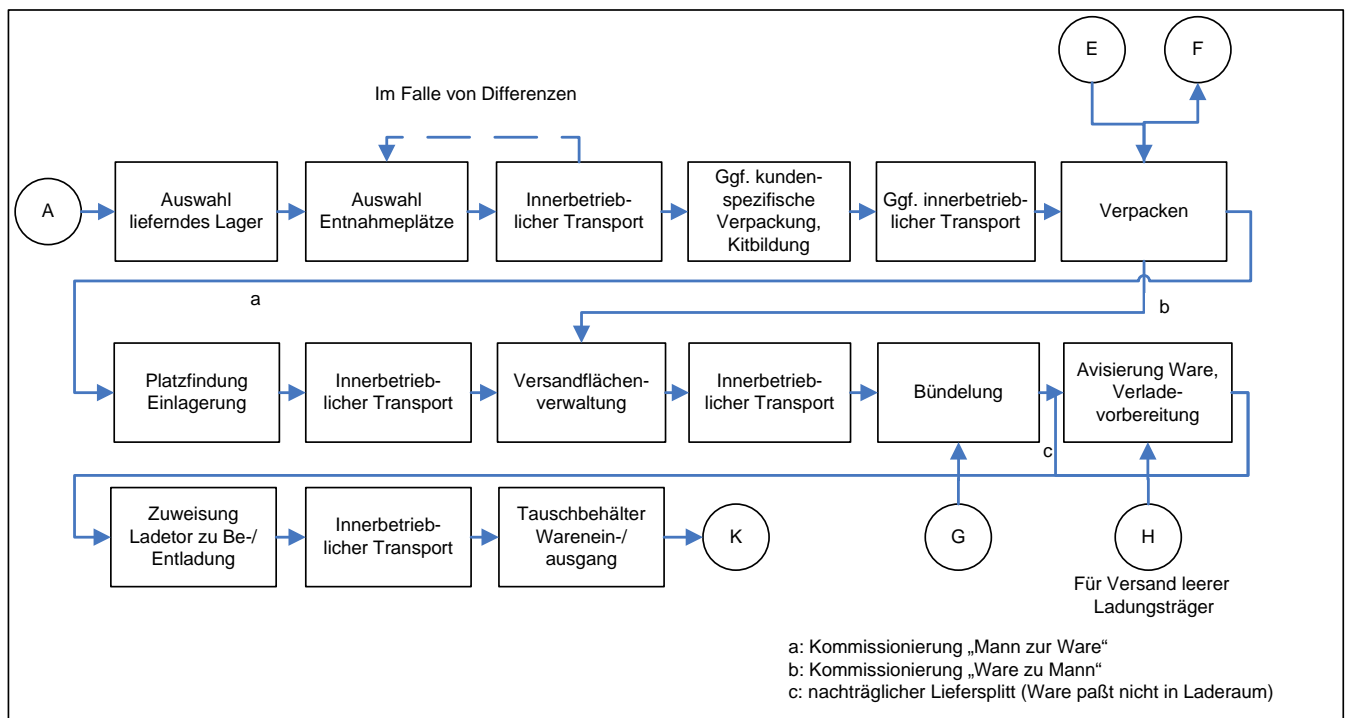


Abbildung 7-2: Ausschnitt aus Prozessmodell: Warenausgang

7.3 Schritt c: Analyse der Anforderungen und Informationsbedarf

Zunächst werden die Anforderungen der Partner an den Informationsfluss für das vorliegende Projekt analysiert. Schwerpunktmäßig werden Anforderungen an solche Informationen betrachtet, deren Erfassung und Bereitstellung in unterschiedlichen Prozessen ablaufen und die damit möglichst prozessübergreifend in der Wertschöpfungs- und Nutzungskette verwendet werden. Es können aber auch Anforderungen an Informationen eine Berücksichtigung finden, die nur innerhalb eines Prozessmoduls gebraucht werden, die aber bei einer Entscheidungsfindung zur Bereitstellung von in der Prozesskette relevanten Informationen beteiligt sind oder die durch Verwendung von Informationen aus der Prozesskette heraus entstehen.

In Abb. 7-3 wird ein Ausschnitt einer Darstellung von gesammelten Anforderungen wie auch der Möglichkeit einer direkten oder indirekten Unterstützung durch Informationstechnologien gezeigt. Jedes Thema ist in einem Kreis dargestellt, der die Teilnehmer umfasst, für die das Thema zutrifft. Entsprechend der in Kap. 7.2.2 bereits genannten Ausrichtung auf die Schwerpunktbereiche Lager, Werkstatt und Betrieb werden nur Anforderungen aus diesen

Bereichen betrachtet. Die Fertigung dient in dieser Betrachtung hauptsächlich als Informationsquelle. Für die Serieninstandsetzung ist hier lediglich die Anforderung nach einer schnellen Erkennung von Typ und Zustand des aufzubereitenden Objektes zu berücksichtigen. Es werden im Weiteren nur solche Bedürfnisse weiter berücksichtigt, die mindestens indirekt durch Informationstechnologie zu unterstützen sind.

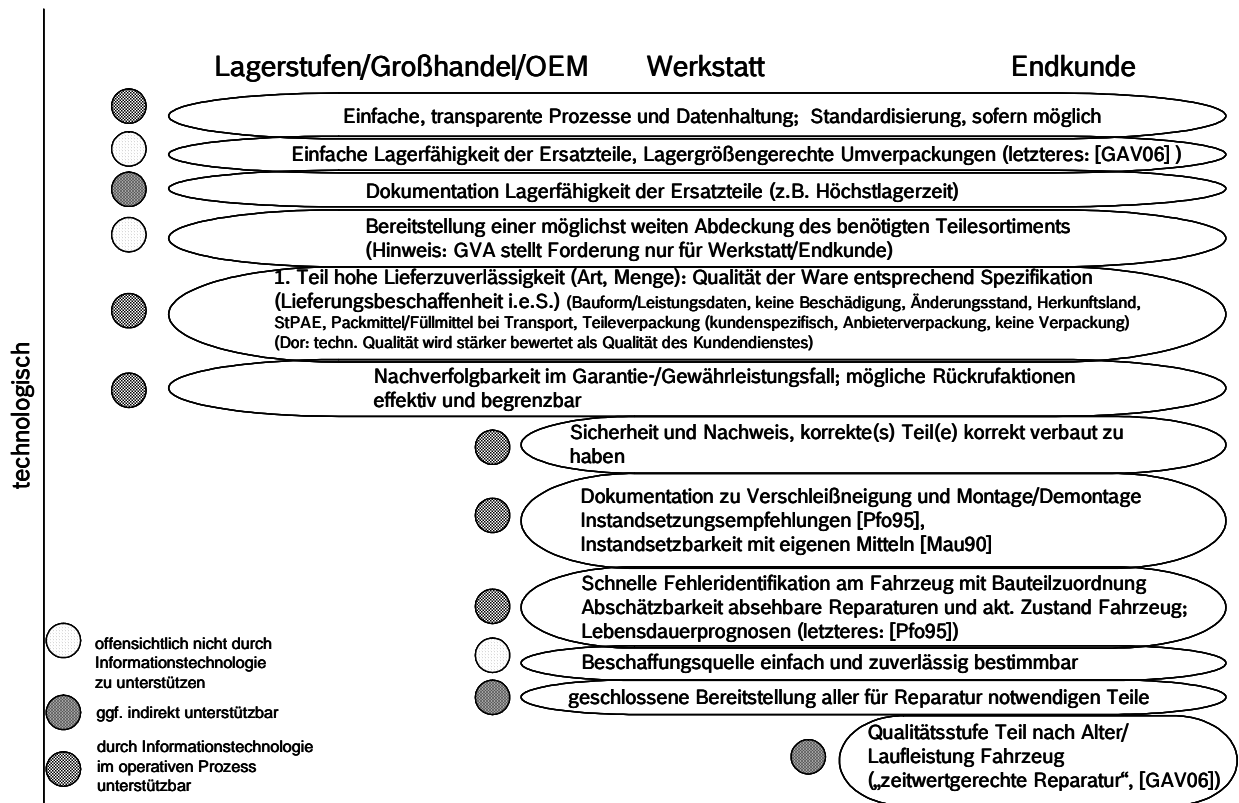


Abbildung 7-3: Beispielauszug Darstellung Anforderungen der Teilnehmer in Wertschöpfungs- und Nutzungskette

Aufbauend auf den Anforderungen an die objektnahe Informationslogistik ist eine Sammlung der betrachteten Informationen entstanden. Neben den Anforderungen wurden auch die für die Hilfsprozesse erforderlichen Informationen mit berücksichtigt. Hilfsprozesse sind beispielsweise die Einlagerung und Kommissionierung im Lager mit Informationen zu Bestand und Lagerplatzverteilung.

Zunächst kann eine Darstellung der benötigten Informationen auf der Ebene von generellen Kategorien bestimmt werden. Abb. 7-5 zeigt im Überblick den objektnahen Informationsfluss im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie. Die Darstellung ist in drei Teile aufgeteilt. Der Teil A zeigt die mögliche Herkunft von Informationen. Der Teil B ist der Zentralteil der Gesamtdarstellung und zeigt die relevanten Kategorien an objektnahen Informationen. Der Teil C stellt die Abnehmer der Informationskategorien dar. So kann aus der Darstellung einerseits gelesen werden, von welchen Partnern der Wertschöpfungs- und Nutzungskette eine betrachtete Informationskategorie verwendet wird und bedient werden kann. Andererseits wird

ein einzelner Partner bezüglich der von ihm bedienbaren und verwendeten Informationskategorien betrachtet.

7.4 Schritt d: Kategorisierung betrachtete Produkte in Produktgruppen

In der Anwendung des Vorgehensmodells wird nur eine Produktgruppe betrachtet. Daher entfällt hier die Kategorisierung.

7.5 Schritt e: Erstellung Wirkstruktur mit unterstützender Bewertung

7.5.1 Allgemeines zur Anwendung des Bewertungswerkzeuges im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie

Im Vorgehensmodell ist allgemein ein Bewertungsbaum zur Bewertung der Wirkprinzipien eingeführt worden. Für die Umsetzung in der Softwarearchitektur mithilfe von *fuzzyTech* werden sowohl die Terme der einzelnen linguistischen Variablen wie auch die Regeln für die Aggregation der Einzelkriterien zu einer Gesamtbewertung definiert.

Die Terme der linguistischen Variablen werden hier anhand von Koordinaten beschrieben. Durch die Darstellung $\{w;x;(y;)z\}$ wird die einzelne, hier immer lineare Zugehörigkeitsfunktion beschrieben. Abb. 7-4 zeigt die Form der Verwendung der Koordinaten.

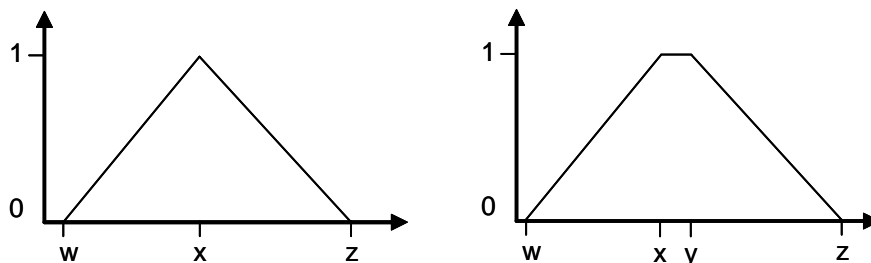


Abbildung 7-4: Darstellung Koordinaten für Zugehörigkeitsfunktion $\{w;x;(y;)z\}$

Der Grundwertbereich ist bei vielen Kriterien in Form eines Punktsystems ausgelegt. Dabei wird bestimmten Eigenschaften eines Kriteriums ein Punktwert zugewiesen. Zwischenwerte sind häufig möglich. Ein Beispiel für einen solchen Grundwertebereich wird in Abb. 7-6

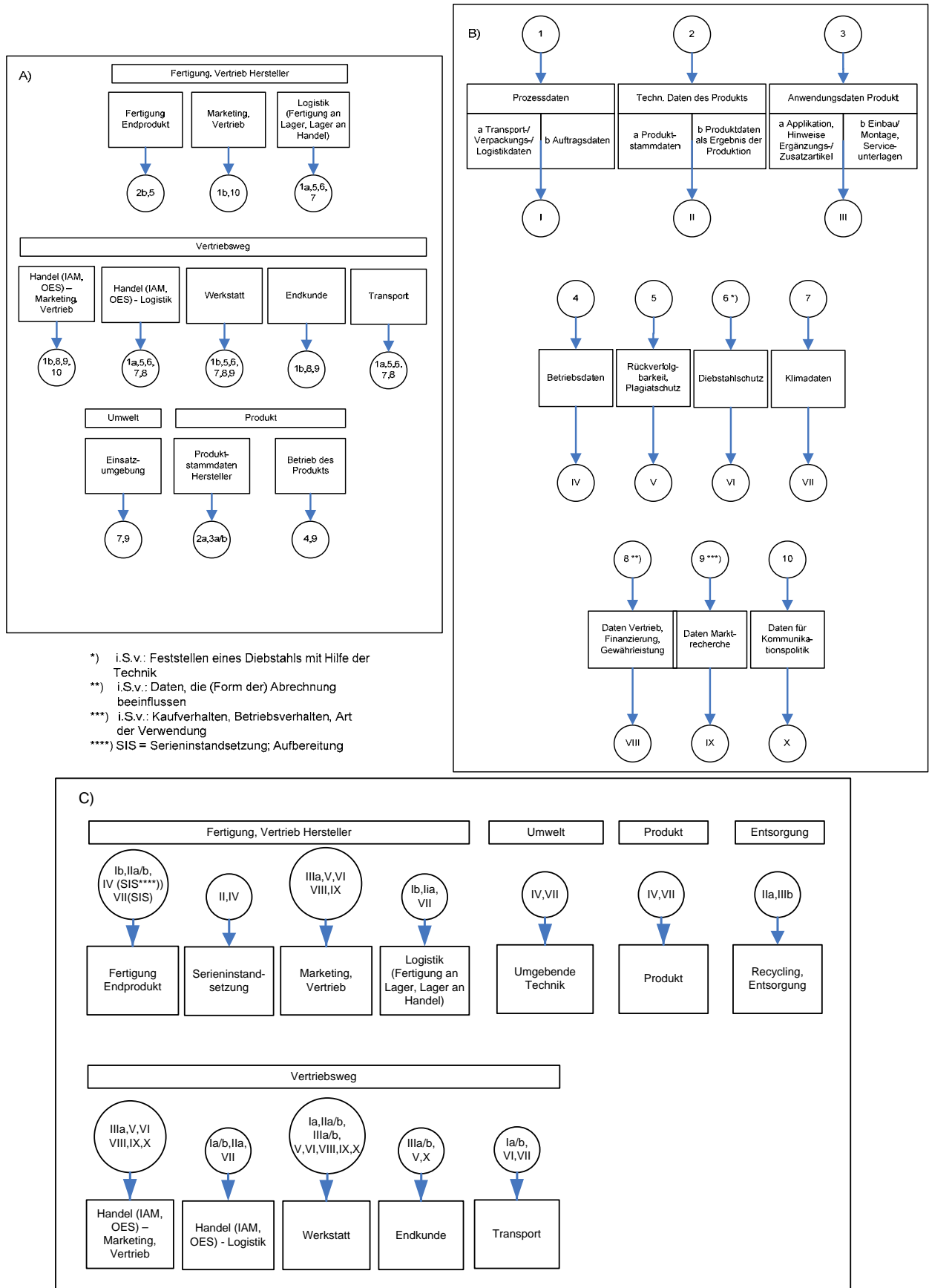


Abbildung 7-5: Überblick objektnaher Informationsfluss Ersatzteilwesen Automobilindustrie

gezeigt, die gleichzeitig einen Ausschnitt aus der Gesamttabelle der linguistischen Variablen darstellt, für die Gesamttabelle siehe Anhang.

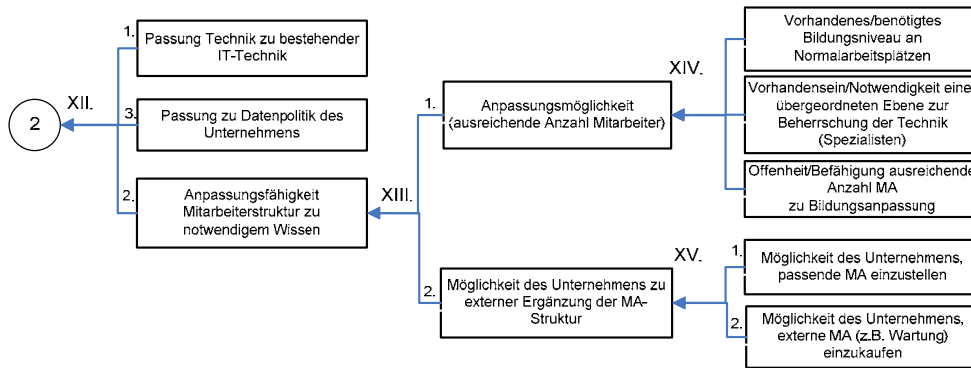
Für die Regeln zur Aggregation wird in Abb. 7-7 ein Beispiel gezeigt, vollständige Darstellung für alle Fuzzy-Bäume siehe Anhang. Wenn keine Gewichtung genannt wird, so liegt hinter der Bewertung der Kriterien ein Kennfeld mit situationsbezogener Gewichtung (beispielsweise XIV. in Abb. 7-7).

Das Vorgehen der Bewertung ist wie folgt gegliedert:

- Organisation der Bewertung der einzelnen Bausteine
- Erläuterungen zur Durchführung der Bewertung

Eingabekriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Name fuzzy Tech	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
					1	2	3	4	5	
Passung Technik zu bestehender IT-Technik	R	Passung IT38	0-6	niedrig, hoch	0,0,6	0,6,6	%	%	%	0 - Technik ist zu bestehender Technik bzw. Technikausrichtung nicht kompatibel 2 - Technik passt in einzelnen Eigenschaften extrem nicht zu bestehender IT-Technik; durch Anpassung umliegender Technologien wäre Technologie aber als Sonderlösung möglich (z)
Passung zu Datenpolitik des Unternehmens	R	Pass Datenpol 39	0-6	niedrig, hoch	0,0,6	0,6,6	%	%	%	Unterkriterien sind: - Hohe Verlustsicherheit der Daten (a) - hohe Verfügbarkeit der Daten (b) - schneller, effizienter und allgemeiner Zugriff möglich (Transparenz) (c) - einfacher Systemaufbau (d) Trifft ein Punkt voll zu, so wird er mit 1,5 Punkten bew

Abbildung 7-6: Ausschnitt Tabelle Ausgestaltung Terme der einzelnen linguistischen Variablen



XII:

Die Passung der Technik zur bestehenden IT-Infrastruktur und die Anpassungsfähigkeit der Mitarbeiterstruktur werden tendenziell als wichtiger erachtet als die Passung zur Datenpolitik. Vor allem die Technikstruktur mit Schnittstellen und Datenstrukturen ist in größeren Unternehmen oftmals nur schwer anpassbar, während die Datenpolitik flexibler an neue Gegebenheiten angepasst werden kann.

(...)

Abbildung 7-7: Ausschnitt Zuordnung Gewichtung zu Bewertungsbaum

7.5.2 Bewertungswerkzeug - Organisation

Oberbaustein

Es werden grundsätzlich alle Partner betrachtet, die im Prozessmodell festgelegt wurden (vgl. Tab. 7-2). Die Werke werden zusammen bewertet, da sich die Produktionslinien der beiden Werke aus Sicht der Informationstechnologie nicht nennenswert unterscheiden.

Für die Lagerstufe und für die Werkstatt werden IAM und OES getrennt betrachtet, um herauszufinden, inwiefern sich die Unterschiede der beiden Kanäle auf die Bewertung der Informationstechnologien beziehungsweise der Wirkprinzipien auswirken. Aufgrund der Situation vor Ort wird das Lager von IAM zusätzlich für ein automatisiertes Lager betrachtet.

Werke I+II
Lager_Handel IAM
Lager_Handel IAM_automatisiert
Lager_Handel OES
Sonderprozesse
Werkstatt_IAM
Werkstatt_OES
SIS
Spedition
Betrieb
Marketing

Tabelle 7-2: Betrachtete Partner für Bewertung Oberbaustein

Bereichsbaustein

Für die Werke wird nur der Warenausgangsbereich bewertet.

Die Lagerstruktur hat sowohl in Wareneingang als auch in Warenausgang eine verzweigte Struktur, die unbedingt beachtet werden muss. Zur Vereinfachung wird die Bewertung auf Basis der Handelslager des Herstellers vorgenommen und eine Übertragung auf die Lager der Handelskunden IAM wie auch für OES aufgrund der vergleichbaren Strukturen hinreichend genau angesehen.

Von den Sonderprozessen haben Lieferanten und Kunden im Sinne der Kriterien des Bereichsbausteins nur auf die Rückverfolgbarkeit Auswirkungen. Es steht hier die Umsetzungsmöglichkeit der Partner im Vordergrund, die im Wareneingangsteil (Lieferanten) beurteilt wird. Forderungen, wie sie die Kundenseite des Bereichsbausteins hauptsächlich untersucht, sind für die Rückverfolgbarkeit ohne Belang.

Für die Werkstatt ist zunächst die Lieferantenstruktur im Sinne von mehreren Herstellern und Großhändlern interessant, da hier durch unterschiedliche Technologien ein großer Mehraufwand in der Verwendung der Produkte entstehen kann. Andererseits entstehen durch die Typenvielfalt der Fahrzeuge unterschiedliche Anforderungen. Es wird in der Betrachtung von einer Werkstatt ausgegangen, die mehrere Fahrzeugtypen bedient.

Da für die Serieninstandsetzung der Fokus auf der Erkennung von Typ und Zustand der Teile liegt, wird nur die Lieferantenseite des Bereichsbausteins betrachtet.

Speditionen sind als Dienstleister in dem hier betrachteten Umfeld ausschließlich den Kunden gegenüber ausgerichtet und haben in diesem Zusammenhang keine Lieferanten. Damit passen nur die Kriterien in Bezug auf den Kunden für die Speditionen.

Tab. 7-3 zeigt die bewerteten Bereiche der Partner zusammengefasst.

Werke I+II	Kunde
Lager Handel	Lieferant/Kunde
Rückverfolgbarkeit	Lieferant
Werkstatt	Lieferant/Kunde
Serieninstandsetzung	Lieferant
Spedition	Kunde

Tabelle 7-3: Betrachtete Bereiche der Partner für Bewertung Bereichsbaustein

Prozessbaustein

Die Bewertung der Kriterien im Prozessbaustein hängt stark von den Umgebungsbedingungen für das einzelne Wirkprinzip ab. Es wurde analysiert, dass es in der betrachteten Wertschöpfungs- und Nutzungskette zwei verschiedene Bedingungen gibt, die einen hohen Einfluss auf die Bewertung haben und kombiniert zu Varianten der Bewertung führen:

- Automatisierter/nicht automatisierter Prozess
- Abstand der Objekte und Klima/Schmutz
 - Enge Folge der Objekte im gebundenen Materialfluss in sauberer, temperierter Umgebung (nur innerhalb Fertigungslinie)
 - Nicht gebundener Materialfluss in sauberer und temperierter Umgebung (z.B. Prüfplatz in Fertigung, Lager, büronahe Prozessschritte in der Werkstatt)
 - Nicht gebundener Materialfluss in schmutziger und feuchter Umgebung (z.B. Betrieb, Werkstatt, Serieninstandsetzung)

Tab. 7-4 zeigt zehn Varianten, die für das vorliegende Projekt ausgewiesen und bewertet werden. Zwei weitere Varianten sind in ihrer Ausprägung mit anderen Varianten deckungsgleich.

Werke (Produktion)	automatisiert	nicht automatisiert	sehr enge Folge/ gebundener Mat.fluss/ sauber und temperiert	eher weiter Abstand/ ungebundener Mat.fluss/ sauber und temperiert	eher weiter Abstand/ ungebundener Mat.fluss/ schmutzige u. feuchte Umgebung	Anzahl Versionen
Einzelteil/StPAE/ GrPAE	1	2	X (1)	X (2)		1
Behälter/KLT/Packstück/ Packstückbündel						
Einzelteil / StPAE/GrPAE /KLT IM PULK (jedes Teil mit Außenseite)						
Lieferung, frei (Beleg o.ä.)						
Lagerplatz						
Objekt, an dem Produkt eingesetzt wird						
Lagerstufen, Werke (manuelle Prozesse)	automatisiert	nicht automatisiert	sehr enge Folge/ gebundener Mat.fluss/ sauber und temperiert	eher weiter Abstand/ ungebundener Mat.fluss/ sauber und temperiert	eher weiter Abstand/ ungebundener Mat.fluss/ schmutzige u. feuchte Umgebung	Anzahl Versionen
Einzelteil/StPAE/ GrPAE		(wie 2)		X (wie 2)		7
Behälter/KLT/Packstück/ Packstückbündel	3	4		X		
Einzelteil / StPAE/GrPAE /KLT IM PULK (jedes Teil mit Außenseite)	5	6		X		
Lieferung, frei (Beleg o.ä.)		7		X		
Lagerplatz		8		X		
Objekt, an dem Produkt eingesetzt wird						
Werkstatt, Serieninstandsetzung, Betrieb	automatisiert	nicht automatisiert	sehr enge Folge/ gebundener Mat.fluss/ sauber und temperiert	eher weiter Abstand/ ungebundener Mat.fluss/ sauber und temperiert	eher weiter Abstand/ ungebundener Mat.fluss/ schmutzige u. feuchte Umgebung	Anzahl Versionen
Einzelteil/StPAE/ GrPAE		9			X	2
Behälter/KLT/Packstück/ Packstückbündel						
Einzelteil / StPAE/GrPAE /KLT IM PULK (jedes Teil mit Außenseite)						
Lieferung, frei (Beleg o.ä.)		(wie 7)		(X)		
Lagerplatz						
Objekt, an dem Produkt eingesetzt wird		10			X	

Tabelle 7-4: Betrachtete Varianten für Bewertung Prozessbaustein

7.5.3 Bewertungswerkzeug - Durchführung

Die Bewertung der Kriterien wird für das vorliegende Projekt durch das Projektteam durchgeführt. Derzeit sind nicht für alle Kriterien Werte in der Literatur zu finden. Daher wird für einige Werte eine Schätzung im Konsens der Beteiligten vorgenommen.

Für die Referenzbewertung wird aufgrund der hohen Bedeutung der Lager in dem hier behandelten Projekt ein manuelles Lager des Herstellers zugrunde gelegt.

Die Abbildungen 7-8 (Realszenario, kurz- bis mittelfristig) und 7-9 (Vision) zeigen einen Ausschnitt aus den Bewertungstabellen auf Basis des bereits in Abb. 7-6 dargestellten Beispiels aus dem Oberbaustein.

In der Tabelle wird in einer eigenen Spalte angegeben, ob die Kriterien bei der Bewertung eines automatisierten Prozesses Verwendung finden. In den Bewertungstabellen für die Vision ist zusätzlich angegeben, ob ein Kriterium grundlegend als für die Zukunft unveränderlich angesehen wird. Beide Fälle entlasten den Nutzer zusätzlich zu der Einrichtung der zent-

ral und als Referenz bewerteten Kriterien durch eine Reduzierung der Anzahl der zu bewertenden Kriterien.

(*) : siehe nähere Erläuterung	Z/R/A (*)	Ausschaltung Kriterium bei Automatisierung (*)	1D-/2D-Code (B)	RFID (R)	RFID (Referenznr.; "ONS") (G)	RFID (Referenznr.; "Metro") (P)	Sensornetz (S)
Passung Technik zu bestehender IT-Technik (*)	R		6 heute bereits weit verbreiteter Standard in nahezu allen Unternehmen	5 möglicher Einfluss der elektromagnetischen Strahlung auf andere Technologien in Unternehmen; durch räumliche Anordnung etc. aber auszuräumen	5 wie RFID (R)	5 wie RFID (R)	3 aktuell wird bei Sensornetzwerken 2,4GHz bevorzugt; Auswirkungen auf WLAN etc. möglich
Passung zu Datenpolitik des Unternehmens	R		= 0.5+0+0.5+1.5 =2.5 a) Beleg kann verloren gehen b/c) abhängig, ob Beleg an nachfragender Stelle d) trifft zu	= 0.5+0+0.5+1=2 a) Tag kann verloren gehen b/c) wie (B) d) Aufbau Lese-/Schreibpunkte komplizierter als bei Barcode; einfacher als (Z)	= 1.5+1.5+1+0.25 =4.25 a/b) wie (Z) c) Scannen des RFID plus Abfragezeit im (Z) eingeschränkt schnell d) wie (Z) mit zusätzlicher Zugriffsarchitektur via RFID	= 1.5+1.5+1+0.25 =4.25 a/b) wie (Z) c) Scannen des RFID plus Abfragezeit im (Z) eingeschränkt schnell d) wie (Z) mit zusätzlicher Zugriffsarchitektur via RFID	= 1+1+1+0.5=3.5 a) innerhalb Sensornetzwerk Sicherheit durch Spiegelung etc. möglich, aber mobil nicht so sicher wie (Z) b) innerhalb eines Sensornetzwerkes schneller Zugriff auch ohne Nähe zu Objekt und sehr mobil d) wie (Z)

Abbildung 7-8: Beispiel Bewertung (Referenzbewertung; Realszenario)

(*) : siehe nähere Erläuterung	Z/R/A (*)	Ausschaltung Kriterium bei Automatisierung (*)	Keine Änderung für Zukunft zu erwarten	1D-/2D-Code (B)	RFID (R)	RFID (Referenznr.; "ONS") (G)	RFID (Referenznr.; "Metro") (P)	Sensornetz (S)
Passung Technik zu bestehender IT-Technik (*)				6	6 Heute bestehende Probleme mit diffuser Strahlung und der davon ausgehenden möglichen Beeinflussung bestehender Technik wird voraussichtlich durch Weiterentwicklung der Technologie nivelliert (daher aufgewertet)	6 wie RFID (R)	6 wie RFID (R)	5 Es werden aktuell Anwendungen für Logistik entwickelt (868MHz) - damit gelten Anmerkungen zu RFID - da derzeit jedoch noch starker Fokus auf 2,4GHz, wird diese Entwicklung gegenüber RFID etwas abgeschwächt bewertet
Passung zu Datenpolitik des Unternehmens			X	2.5	2	4.25	4.25	3.5

Abbildung 7-9: Beispiel Bewertung (Referenzbewertung; Vision)

7.5.4 Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Anwendung des Bewertungswerkzeuges im Anwendungsbeispiel

In den Tabellen 7-5, 7-6 und 7-7 werden die Ergebnisse der Bewertung zu den drei Bausteinen dargestellt. Das Spektrum der Bewertungsergebnisse nutzt den gesetzten Rahmen der Benotung weitgehend aus. Alleine die sehr geringe Bewertungsstufe zwischen 0 und 1 wird nicht vergeben. Dies bedeutet, dass von den betrachteten Technologien keine grundsätzlich ungeeignet für den hier betrachteten Einsatzfall ist.

Grundlegend fällt auf, dass die Ergebnisse der Partner insbesondere für den Ober-, aber auch für den Bereichsbaustein bezogen auf eine einzelne Technologie dicht beieinander liegen. Selbst wenn die Bewertung einer Technologie für einen Partner stärker von den Ergebnissen der übrigen Partner abweicht, so bleibt dennoch die Rangordnung der Bewertungsergebnisse zwischen den Technologien bei allen Partnern weitgehend gleich. Für zukünftige Untersuchungen liegt damit nahe, ohne nennenswerte Fehler für Bereichs- und Oberbaustein eine einheitliche Bewertung der Technologien für die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette durchzuführen, was den Aufwand für die Grobbewertung reduziert. Dies gilt durchgängig auch für den Vergleich der Bewertungsergebnisse zwischen IAM und OES. Eine Beachtung des Partners sowie des Vertriebskanals kann also alleine auf spezifische Randbedingungen (Forderung oder Ausschluss einer Technologie durch Partner) reduziert werden.

Es ist bei der Auswertung zu beachten, dass aufgrund einer fehlenden realen Datenbasis für viele Kriterien, besonders im Bereichsbaustein, viele subjektive Werte in Form von Schätzungen der Beteiligten auf Basis von Erfahrungen und Gesprächen mit Experten in die Bewertung eingeflossen sind. Um diesen Aspekt genügend zu berücksichtigen, wird in der Auswertung eine Unterscheidung der Wertung von Technologien erst ab einer halben Benotungsstufe vorgenommen.

Oberbaustein

Das Rechnersystem übernimmt im Oberbaustein nach Tab. 7-5 eine klare Führung sowohl in dem realen als auch im visionären Szenario. Eine hohe Mitarbeiterakzeptanz, eine hohe Stabilität bei gleichzeitig geringer Fehlerrate und eine hohe Sicherheit zeichnen diese Technologie aus. Auch die manuelle Tätigkeit erzielt in der Summe aller Kriterien ein sehr gutes Ergebnis. Klarschrift und die Varianten von 1D-/2D-Codes werden gering unter den ersten beiden Technologien bewertet. Zu den Varianten der RFID-Technologie ergibt sich ein deutlicher Abstand. Sensornetzwerke belegen mit einem weiteren größeren Abstand von den RFID-Varianten den letzten Platz der Bewertung.

Die Entwicklung zum visionären Szenario zeigt zwar eine deutliche Anhebung der Bewertung der neuen Technologien RFID und Sensornetzwerke, wobei letztere das Niveau der RFID-Varianten erreichen. 1D-/2D-Codes und Rechnersysteme werden leicht aufgewertet. Damit

nähern sich die Bewertungen der Technologien aneinander an. Dennoch wird die Rangfolge der Technologien in der visionären Betrachtung nicht verändert.

		man. Tätigkeit (M)	Klarschrift (K)	Rechnersystem (Z)	1D-/2D-Code (B)	1D-/2D-Code (Referenznr) (C)	RFID (R)	RFID (Referenznr.; "ONS") (G)	RFID (Referenznr.; "Metro") (P)	Sensornetz (S)
Werke	R	4,96	4,52	5,46	4,87	4,49	2,99	3,18	3,43	2,66
Lager Handel IAM	R	4,96	4,52	5,26	4,65	4,34	2,80	2,95	3,13	2,48
Lager Handel IAM auto.	R	4,96	4,70	5,46	4,86	4,55	3,02	3,20	3,19	2,69
Lager Handel OES	R	4,96	4,52	5,26	4,65	4,33	2,80	2,95	3,13	2,48
Sonderprozesse	R	4,96	4,52	5,26	4,65	4,32	2,80	2,95	3,13	2,50
Werkstatt IAM	R	4,96	4,35	5,46	4,66	4,41	2,70	2,83	3,09	2,43
Werkstatt OES	R	4,96	4,52	5,46	4,66	4,34	2,71	2,83	3,07	2,49
SIS	R	4,96	4,35	5,46	4,68	4,30	2,78	2,92	3,15	2,48
Spedition	R	4,96	4,20	4,92	4,33	4,14	2,80	2,98	3,22	2,74
Betrieb	R	4,96	4,35	5,58	4,86	4,24	2,97	3,18	3,38	2,79
Marketing	R	4,96	4,35	5,58	4,86	4,24	2,97	3,18	3,38	2,79
Werke	V	4,96	4,52	5,57	5,05	5,26	3,80	3,89	4,12	4,03
Lager Handel IAM	V	4,96	4,52	5,40	4,82	4,99	3,70	3,80	4,05	3,93
Lager Handel IAM auto.	V	4,96	4,74	5,57	5,04	5,26	3,89	3,89	4,12	4,04
Lager Handel OES	V	4,96	4,52	5,40	4,82	4,99	3,54	3,63	3,61	3,98
Sonderprozesse	V	4,96	4,34	5,57	4,82	5,00	3,70	3,80	4,05	4,00
Werkstatt IAM	V	4,96	4,35	5,57	4,82	5,02	3,70	3,82	4,05	3,90
Werkstatt OES	V	4,96	4,52	5,57	4,82	5,00	3,70	3,80	4,41	3,93
SIS	V	4,96	4,35	5,57	4,81	5,00	3,70	3,80	4,06	3,91
Spedition	V	4,96	4,52	5,40	4,71	4,91	3,55	3,68	3,91	3,73
Betrieb	V	4,96	4,35	5,57	4,93	5,08	4,02	4,02	4,14	3,96
Marketing	V	4,96	4,35	5,57	4,93	5,08	4,02	4,02	4,14	3,96

Tabelle 7-5: Ergebnis Bewertung Oberbaustein (R = Realszenario; V = Visionäres Szenario)

Prozessbaustein

Die Sensorknoten sind in beiden Szenarien der Bewertung des Prozessbausteins nach Tab. 7-6 klarer Favorit. Jedoch ist zu bedenken, dass die grundsätzliche Machbarkeit gerade bei der Bewertung dieser Technologie stark auf theoretischen Erwägungen beruht. Vor einem überstürzten Einsatz der Technologie sollten daher nähere praktische Erfahrungen gesammelt werden.

Ebenso sind die Wirkprinzipien unter Einbezug eines Rechnersystems (Z1, G, C, P), der Klarschrift sowie der manuellen Tätigkeit sehr hoch bewertet. Abgesehen von einer gegenüber den automatisierten Technologien sehr schwachen Fehlererkennung und einer geringen Sicherheit vor Datenverlust weist die manuelle Tätigkeit viele Vorteile, vor allem Flexibilität und Robustheit, auf. Dieser insgesamt über alle Bausteine sehr guten Bewertung der manuellen Tätigkeit steht allerdings eine hohe Kostenbelastung gegenüber, die bei der Erstellung der Wirkstruktur separat berücksichtigt wird.

Die Wirkprinzipien mit den Technologien RFID und 1D-/2D-Code sind insgesamt schlechter bewertet als die Wirkprinzipien auf Basis anderer Technologien. Im realen Szenario sind beide Technologien noch weitgehend gleichauf in der Bewertung. Die Pulklesung ist die einzige Anwendung, in der im realen Szenario die auf RFID basierenden Wirkprinzipien deutlich

besser abschneiden als die Lösungen auf Basis 1D-/2D-Code. Dies war aufgrund der Eigenschaften der Technologien allerdings auch zu erwarten. In der visionären Betrachtung ist durch die voraussichtliche Weiterentwicklung die RFID-Technologie in den Wirkprinzipien deutlich im Vorteil gegenüber dem 1D-/2D-Code.

		autom.	Fertig.	Lager	Schmutz	M1	Z1	G, C, P	K1	K3, B6	K4, B7	K6, B9	K8, B11	B1	R6	B2	R1	B3	R2	B5	R9	R5	S1
1	R	X	X				4,4	5,0		4,9	4,1	5,0	4,3	2,8	2,6	3,4	3,0	3,3	2,9	2,6	2,3		5,1
2	R		X	X		4,4	4,2	5,0	3,4	4,3	3,6	5,0	4,2	2,2	2,7	3,1	3,2	3,0	3,2	2,2	2,5		5,1
3	R	X		X			5,2	5,0						3,0	3,1	3,5	3,5	3,4	3,5			3,3	5,2
4	R			X		4,4	4,2	5,0	3,4					2,2	2,7	3,1	3,2	3,0	3,2			3,2	5,2
5	R	X		X			5,2	5,0						2,8	3,1	2,9	3,5	2,7	3,5			3,3	5,2
6	R		X	X		4,3	4,2	5,0	3,0					1,6	2,7	2,5	3,2	2,4	3,2			3,2	5,2
7	R			X		4,4	4,2	5,0	3,4	4,6				3,1		3,2	3,5	3,1	3,2	3,0	2,9		
8	R			X		5,0	4,2	5,2	4,0		4,0			3,3	3,3								5,2
9	R				X	4,4	4,2	5,0	3,4	4,3	3,6	5,0	4,2	2,2	2,5	3,1	3,2	3,0	3,2	2,2		2,7	5,1
10	R				X	4,4	4,2	5,0	3,4		3,6			2,2	2,7								5,2
1	V	X	X			4,4	5,2			4,9	4,1	5,0	4,3	2,8	3,0	3,4	3,5	3,3	3,4	2,6	2,8		5,3
2	V			X		4,4	4,2	5,2	3,4	4,3	3,6	5,0	4,2	2,2	3,1	3,1	3,6	3,0	3,5	2,2	2,9		5,3
3	V	X		X			5,2	5,2						3,0	3,6	3,5	4,0	3,4	3,9			3,4	5,3
4	V			X		4,4	4,2	5,2	3,4					2,2	3,1	3,1	3,6	3,0	3,5			3,2	5,3
5	V	X		X			5,2	5,2						2,8	3,6	2,9	3,9	2,7	3,9			3,4	5,3
6	V		X	X		4,3	4,2	5,2	3,0					1,6	3,1	2,5	3,5	2,4	3,4			3,2	5,3
7	V			X		4,4	4,2	5,2	3,4	4,6				3,1		3,2	3,6	3,1	3,5	3,0	3,5		
8	V			X		5,0	4,2	5,4	4,0		4,0			3,3	3,8								5,3
9	V				X	4,4	4,2	5,2	3,4	4,3	3,6	5,0	4,2	2,2	3,1	3,1	3,6	3,0	3,5	2,2	2,9		5,3
10	V				X	4,4	4,2	5,2	3,4		3,6			2,2	3,1								5,3

Tabelle 7-6: Ergebnis Bewertung Prozessbaustein

Im Prozessbaustein zeigen die fertigungsrelevanten Versionen Besonderheiten auf: Beim Schreiben der Information überwiegt eindeutig aktuell wie auch in einer visionären Betrachtung die Klarschrift bzw. gleichwertig die 1D-/2D-Codes. Beim Lesen der Information liegen 1D-/2D-Codes und RFID etwa gleichauf. Dabei gibt es eine Tendenz zu einer besseren Bewertung der 1D-/2D-Codes, jedoch innerhalb der gesetzten Grenze eines halben Bewertungsschrittes. In der visionären Betrachtung erfährt RFID zwar eine relativ deutliche Aufwertung und wird nun gegenüber dem realen Szenario durchgängig tendenziell besser als die 1D-/2D-Codes bewertet, jedoch bleibt ein deutliches Absetzen der beiden Technologien voneinander auch in Zukunft voraussichtlich aus. Damit sind 1D-/2D-Codes und RFID tendenziell gleichwertig in der Fertigungsumgebung anzusehen.

Insgesamt zeigt sich auch, dass es innerhalb von einzelnen Technologien kein klar die Bewertung dominierendes Wirkprinzip gibt.

Bereichsbaustein

Im Bereichsbaustein nach Tab. 7-7 wird für die Lieferantenseite die manuelle Denktätigkeit favorisiert. Zunächst ist sie die einzige „Technologie“, die in allen Unternehmen verfügbar ist und daher unter anderem eine schnelle Umsetzungsfähigkeit erreicht. Andererseits ist die hohe Bewertung durch die Sonderrolle der manuellen Tätigkeit bei der Standardisierung zu erklären. Die Rechnersysteme, die Klarschrift sowie die 1D-/2D-Codes folgen aus vergleichbaren Gründen in ihrer Bewertung hinter der manuellen Tätigkeit. In der visionären Bewertung erfahren von diesen vier Technologien nur das Rechnersystem und die 1D-/2D-Codes

eine nennenswerte Aufwertung, was allerdings nichts an der Rangfolge ändert. Die neuen Technologien RFID und Sensornetzwerke können im realen Szenario durch geringe Standardisierung und Verbreitung im Bereichsbaustein zunächst wenig punkten. Dagegen wird ihnen zur visionären Betrachtung hin die höchste Entwicklung zugesprochen. Dennoch können beide Technologien keine Dominanz erreichen. Alleine die RFID-Varianten können eine Annäherung der Bewertung in der Vision an die anderen Technologien erreichen. Die Sensornetzwerktechnologie bleibt weiterhin hinter den übrigen Technologien zurück. 1D-/2D-Code und Rechnersystem dominieren neben der manuellen Tätigkeit in der visionären Betrachtung weiter.

		man. Tätigkeit (M)	Klarschrift (K)	Rechnersystem (Z)	1D-/2D-Code (B)	1D-/2D-Code (Referenznr) (C)	RFID (R)	RFID (Referenznr.; "ONS") (G)	RFID (Referenznr.; "Metro") (P)	Sensornetz (S)
Lager Handel Lieferant	R	5,63	4,50	4,96	4,12	2,33	1,92	2,65	3,10	1,83
Werkstatt Lieferant	R	5,63	4,50	5,34	4,88	2,71	2,50	3,01	3,19	1,83
SIS	R	5,63	4,50	5,39	5,25	3,00	2,37	3,38	3,56	1,83
Rückverfolgbarkeit	R	5,63	4,50	4,62	3,98	2,32	2,13	2,65	2,79	1,83
Werke Kunde	R	2,63	2,63	2,63	2,80	0,94	1,50	1,50	2,06	0,94
Lager Handel Kunde	R	2,63	2,63	2,63	3,85	0,94	1,50	1,50	2,06	0,94
Werkstatt Kunde	R	2,63	2,63	2,63	2,80	0,94	1,50	0,94	0,94	0,94
Spedition	R	2,63	2,63	2,35	2,73	0,94	1,50	1,50	1,50	0,94
Lager Handel Lieferant	V	5,63	4,50	5,37	5,17	4,66	4,36	4,51	4,47	3,40
Werkstatt Lieferant	V	5,63	4,50	5,34	5,11	4,27	4,76	5,07	5,01	3,40
SIS	V	5,33	4,50	5,39	5,17	3,82	5,12	5,12	5,01	3,40
Rückverfolgbarkeit	V	5,63	4,50	5,08	4,46	3,09	3,76	4,25	3,98	3,40
Werke Kunde	V	2,63	2,63	2,63	2,80	3,85	5,27	5,63	4,28	3,25
Lager Handel Kunde	V	2,63	2,63	2,63	4,13	3,85	5,12	5,63	4,62	3,25
Werkstatt Kunde	V	2,63	2,63	2,63	2,80	2,35	3,87	3,96	0,94	1,63
Spedition	V	2,63	2,63	2,63	2,62	2,35	4,58	4,78	4,34	2,52

Tabelle 7-7: Ergebnis Bewertung Bereichsbaustein (R = Realszenario; V = Visionäres Szenario)

Auf der Kundenseite nehmen die manuelle Tätigkeit, die Klarschrift und die Rechnersysteme aufgrund der fehlenden Forcierung durch die Kunden konstant in beiden Szenarien eine mittlere Position ein, für die auch keine zukünftige Entwicklung gesehen wird. 1D-/2D-Codes dominieren zunächst das Bild, werden aber in der Zukunft durch alle drei RFID-Varianten abgelöst. Für die Sensornetzwerktechnologie wird diese Entwicklung nicht im gleichen Maße gesehen, wenn sich auch eine deutliche Entwicklung zeigt.

Gesamtsicht

Abb. 7-10 zeigt eine Darstellung der zuvor beschriebenen Ergebnisse. Sie stellt schematisch die verhältnismäßigen Abstände zwischen den Technologien dar. Für den Prozessbaustein werden die Mittelwerte der Bewertungen für die Wirkprinzipien gezeigt. Dies erscheint möglich, da die Bewertungen innerhalb einer Technologie nur wenig streuen. Ober- und Prozessbaustein werden zusätzlich im Verhältnis 40:60 kombiniert. Grundsätzlich wird deutlich,

dass die Ergebnisse der Varianten mit der Verwendung einer Referenznummer gegenüber der mit voller Information teilweise deutlich besser ausfallen. Abschließend bleibt noch einmal zu betonen, dass die Bewertung zwar möglichst weit auf Fakten basiert, aber dennoch eine weitgehende Subjektivität der Ergebnisse erhalten bleibt. Dies liegt vor allem an den notwendigen Schätzungen, aber auch an Auslegungsgrenzen innerhalb von belegten Fakten sowie der festgelegten Priorisierung zwischen den Kriterien. Andere Nutzer können daher durchaus zu anderen Ergebnissen kommen.

7.5.5 Erstellung der Wirkstruktur - Organisation

Auf Basis der Bewertungsergebnisse werden Vorzugstechnologien für die Wirkstruktur der beiden zu erstellenden Szenarien festgelegt:

- **Realszenario:** Das Szenario wird ausgehend von der Istsituation, die von 1D-/2D-Code, Klarschrift und Rechnersystem geprägt ist, aufgesetzt. Da neben dem Rechnersystem und den manuellen Tätigkeiten real die Technologie 1D-/2D-Code mit Referenznummer am Besten in Prozess- und Oberbaustein abgeschnitten hat, wird vor allem geprüft, inwiefern diese bisher nur unternehmensintern eingesetzte Technologie eine Verbesserung der aktuellen Situation kettenübergreifend herbeiführen kann. Weiterhin wird die RFID-Technologie in der Lieferavis-Variante (P) berücksichtigt, wobei hier die Ergebnisse des Bereichsbausteins eine nur eingeschränkte Verwendbarkeit zwischen den Partnern anzeigt.

Für das Realszenario wird vorgeschrieben, dass jede Information auch in Klarschrift auf dem Objekt angebracht sein muss, um vom Personal problemlos identifiziert werden zu können.

- **Das visionäre Szenario** stellt die in der visionären Bewertung stark verbesserten neuen Technologien in den Vordergrund und wird absichtlich von der Istsituation inhaltlich abgehoben. Dabei steht die Anwendbarkeit von Sensornetzwerken und RFID mit Referenznummer in Lieferavis- und ONS-Variante über die Wertschöpfungs- und Nutzungskette hinweg im Vordergrund.

Für das visionäre Szenario wird davon ausgegangen, dass das Personal durchgängig mit passender Lesetechnologie ausgestattet ist, so dass Klarschrift nicht mehr zwingend vorgeschrieben ist. Die einzige Ausnahme bildet der interbetriebliche Transport. Hier kann keine durchgehende Ausstattung von beispielsweise Zoll und Polizei mit Lesegeräten vorausgesetzt werden, so dass Klarschrift weiterhin erforderlich bleibt.

Durch die mehrfache Ablage von Informationen kann es zu Inkonsistenzen kommen. Daher wird in beiden Szenarien angestrebt, Informationen nur jeweils singulär zu speichern. Die hier betrachtete kombinierte Speicherung, beispielsweise 1D-/2D-Codes und Klarschrift, wird in diesem Zusammenhang als eine singuläre Speicherung betrachtet. Die weiteren festgelegten Prämissen sind in Tab. 7-8 dargestellt.

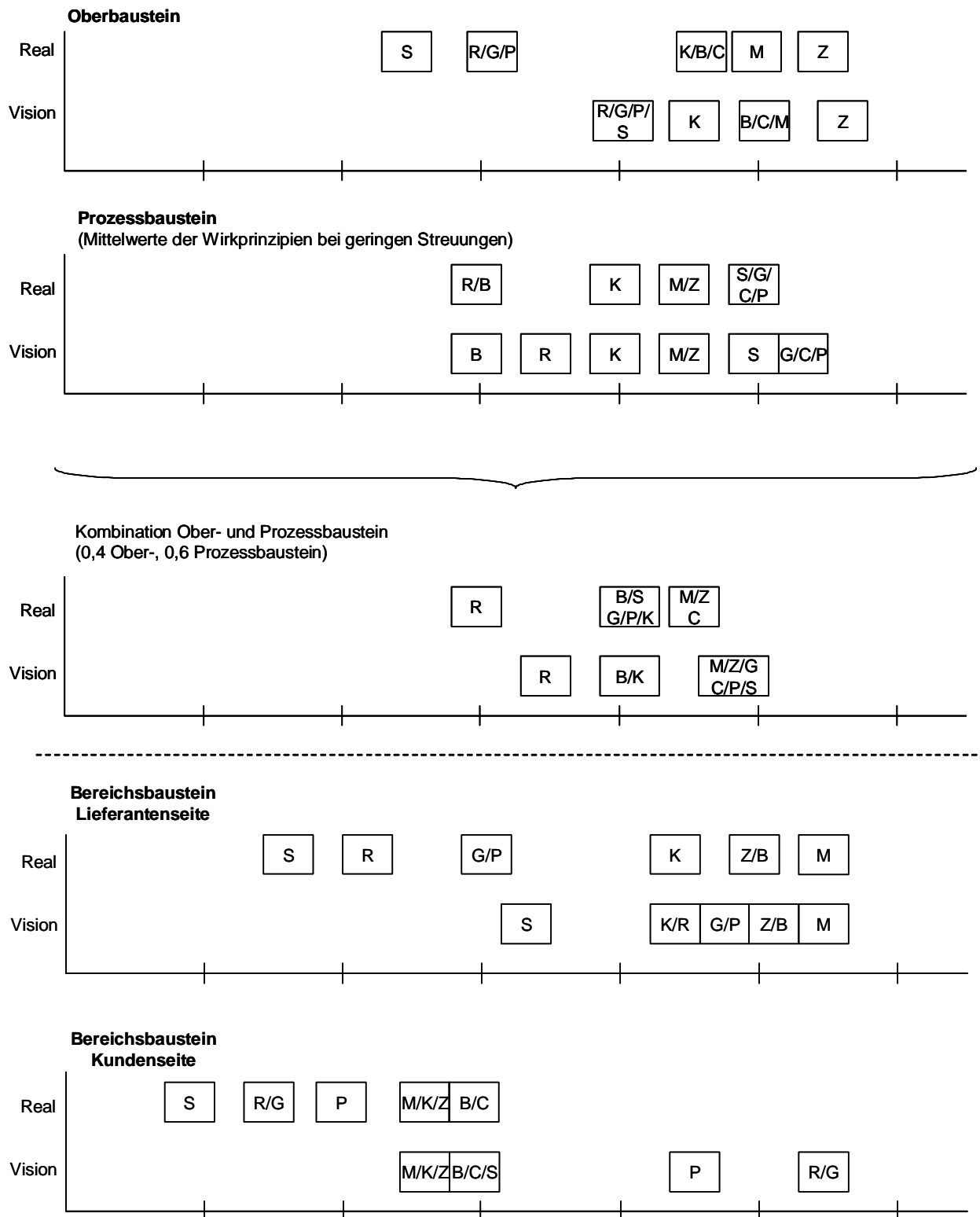


Abbildung 7-10: Kompaktdarstellung der Bewertungsergebnisse

Das Ersatzteilgeschäft der Automobilindustrie zeichnet sich durch eine heterogene Struktur in den Lagerprozessen aus. Neben dem Durchlauf von ganzen, homogenen Behältern findet auch eine Vereinzelnung statt, beispielsweise durch Einlagern von Teilen einer Lieferung in ein Fachbodenregal zur Bedienung von kleinen Lieferungen. In Wareneingang und -ausgang der Lagerstruktur sind zudem Mischbehälter zu finden. Daher wird exemplarisch das

visionäre Szenario für den Durchlauf von ganzen, homogenen Behälterladungen durch die Lagerstruktur wie auch für Vereinzelnung und Mischbehälter untersucht und die Ergebnisse auf Konsistenz geprüft.

	Realszenario	Visionäres Szenario
Ausschluss von Technologien?	- Sensorknoten werden zwar gut bewertet, allerdings auf theoretischer Basis, daher für Realszenario dennoch ausgeschlossen - RFID wird für Werkstatt und Spediteur ausgeschlossen, da Umstellung für kleine Betriebe als nicht in zwei Jahren machbar angesehen wird	Es sind alle Technologien für alle Partner zugelassen
Vorgabe von Technologien?	Klarschrift für im interbetrieblichen Transport verwendete Informationen; Auftragsabwicklung über Kanban-Karten mit 1D-/2D-Codes - Klarschrift; generell: Jede Information am Objekt muss auch in Klarschrift vorliegen	Klarschrift für im interbetrieblichen Transport verwendete Informationen
Verschlüsselung?	Für die Wertschöpfungs-/Nutzungskette kommt nur asymmetrische Verschlüsselung in Frage, da bei der symmetrischen Verschlüsselung der geheime Schlüssel im Lesegerät abgelegt ist (zu hohe Gefahr der Fälschung, da Lesegerät an alle Partner ausgegeben werden muss und Geheimhaltung daher nicht zu gewährleisten ist); Verschlüsselung voraussichtlich erst in zehn Jahren verfügbar	Es wird davon ausgegangen, dass in zehn Jahren die asymmetrische oder andere Verschlüsselungsverfahren verfügbar sind.
Verbot Weiterleitung?	keine Einschränkung für die Wertschöpfungs- und Nutzungskette des Hydroaggregates	keine Einschränkung für die Wertschöpfungs- und Nutzungskette des Hydroaggregates

Tabelle 7-8: Prämissen für die Wirkstruktur der Szenarien

7.5.6 Erstellung der Wirkstruktur - Durchführung

Die Wirkstruktur wird mit der prototypisch erstellten Software ermittelt. Ein Ausschnitt aus der ermittelten Wirkstruktur zeigt Abb. 7-11 am Beispiel der Entscheidung über die Durchführung einer Qualitätsprüfung im Wareneingang des Lagers im visionären Szenario. Ein Ausschnitt der Ergebnisaggregation zur Technologieverteilung über die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette zeigt Abb. 7-12. Für die Darstellung des Ergebnisses zu den benötigten Technologieeigenschaften wird auf Abb. 6-20 verwiesen.

Vor der Erstellung der Wirkstruktur wird für das einzelne Produkt festgelegt, an welcher Komponente die Befestigung des Informationsträgers erfolgt: Aufgrund der Serieninstandsetzung bleibt die elektronische Komponente durch den längsten Teil der Wertschöpfungs- und Nutzungskette erhalten. Gleichzeitig ist diese Komponente durch besondere Ansprüche an die Informationslogistik geprägt. Daher wird für die Erstellung der Wirkstruktur bei einer Speicherung von Informationen am Produkt die Anbringung des Informationsträgers an der elektronischen Komponente angenommen.

"Source"												
Daten in		Ebene Information (in)			Wissenserwerb							
1j	1k	1l	1m	1n	1o	1q	1r	1s	1t	1u	1v	1w
	Ebene Wirkprinzip	Status Ebene	<-!	!	Vor-gabe	nicht erlaubt	Wahl	Umrechn-ung Wahl	<-!	V	E	
Sperrkennzeichen an Ware	BEH	v			0	o	R2	R	R			
Umgebungstemperatur-/Feuchtigkeitsverlauf/Erschütterungen	ETP	v			0	o	S1	S	s			
Muster-kennzeichen	BEH	v			0	o	P2	G	P			
Ist-Bestandsart	FRE	v			0	o	Z1	Z	Z			
Historie reguläre Stichprobenprüfung, Vorgabe Wareneingangsprüfung	FRE	v			0	o	Z1	Z	Z			

"Make"									
Wissens- verteilung			Wissensentwicklung, -nutzung					Wissens-verteilung	
1x	1y	1z	1aa	1ab	1ac	1ad	1ae	1af	
->	v-n	WiPr	Ziel	Ebene	WiPr	->	v-n	WiPr	
	RZ	0	Entscheidung, ob Qualitätsprüfung durchgeführt werden soll	FRE	Z1		ZR	1	
	SZ	1					ZZ		
	PZ	0					ZZ		
	ZZ						Z		
	ZZ						Z		

"Deliver"												
Wissensbewahrung					Ebene Information (out)					Daten out		
1ag	1ai	1aj	1ak	1al	1a	1an	1ao	p	1aq	1ar	1ax	
Vor-gabe	nicht erlaubt	Wahl	Umrechn-ung Wahl	V	E	Ebene Wirkprinzip		->!	A	in		
0	o	R2	R			BEH	v			in	Sperrkennzeichen an Ware	
0	o	Z1	Z			FRE	v				Ist-Bestandsart	
0	o	Z1	Z			FRE	v				Grund/Herkunft des Prüfauftrages (WE, fehlerhaft, HLZ)	

Abbildung 7-11: Ausschnitt der Wirkstruktur (Lager Wareneingang, Entscheidung über Qualitätsprüfung)

		Qualitätsprüfung	
	Darstellung Datenstruktur z.B. RPSTVL-20 R = RFID PST = Ebene die folgenden nur bei Anfassern der Information in aktuellem Prozessmodul: V = Verwendung L = Löschung -20=Durch Löschung wird von RFID eine Informationsmenge von 20bit entfernt	Grund/Herkunft des Prüfauftrages (WE, fehlerhaft, HLZ)	Historie reguläre Stichprobenprüfung, Vorgabe Wareneingangsprüfung
...
AA	Lager_Platzfindung	ZFRE-	-
AA	Lager_Tauschbehälter Warenein-/ausgang	ZFRE-	-
AA	Lager_Innerbetrieblicher Transport	ZFRE-	-
AA	Lager_Qualitätsprüfung	ZFRE-VL-4	ZFRE-N-+200
		-	ZFRE-
AA	Lager_Beschädigte Ware im Lager / HLZ-Überschreitung	ZFRE-N-+4	ZFRE-
AA	Lager_Umlagerung, Lagerplatzbereinigung	ZFRE-	ZFRE-
AA	Lager_Inventur	ZFRE-	ZFRE-
AA	Lager_Auswahl-Entnahmeplätze	ZFRE-	ZFRE-
AA	Lager_KSV	ZFRE-	ZFRE-
AA	Lager_Verpacken	ZFRE-	ZFRE-
AA	Lager_Bündelung	ZFRE-	ZFRE-
AA	Lager_Versand (Versandflächenverwaltung, Avisierung, Verladung)	ZFRE-	ZFRE-
...

Abbildung 7-12: Ausschnitt aus der Ergebnisaggregation (Technologieverteilung) des visionären Szenarios

7.5.7 Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Erstellung der Wirkstruktur im Anwendungsbeispiel

Realszenario: Aufgrund von wahrscheinlichen Problemen bei der Beschriftung des Kunststoffgehäuses der elektronischen Komponente wurde die konsistente Einsetzbarkeit von RFID mit voller Information für die relevanten Informationen in der Produktion geprüft und als machbar eingestuft. Aufgrund der schlechten Bewertungsergebnisse dieser Technologie wurde jedoch auf eine produktionsübergreifende Verwendung verzichtet, so dass die entsprechenden Informationen am Ende der Produktion auf eine andere Technologie übertragen werden müssen.

Im realen Szenario können weiterhin einige Informationen nicht bedient werden. So ist die Abbildung des Originalitätsschutzes mit Informationstechnologien aufgrund der fehlenden Verschlüsselungstechnologie nicht umsetzbar.

Die Verwendung von Technologien mit Referenznummern (auf Basis 1D-/2D-Code (C) oder RFID (P)) hat sich als nicht geeignet herausgestellt. Grundsätzlich hat sich eine Verwendung von Referenznummern an Stellen wie dem Wareneingang oder –ausgang angeboten.

In diesen Prozessen werden jedoch Informationen wie beispielsweise Frachtdaten verarbeitet, die aufgrund der eingangs genannten Prämissen in Klarschrift gespeichert werden müssen. Wenn ohnehin einige Informationen in Klarschrift gelesen werden müssen, führen wenige über Referenznummer lesbare Informationen vermutlich nicht zu einer wesentlichen Prozessverbesserung. Auch eine Parallelspeicherung von Informationen in Klarschrift und über eine Referenznummer, wodurch eine einheitliche Lesung über Referenznummer im Lager möglich wäre, ist aufgrund der fehlenden Sicherstellung der Konsistenz nicht zu empfehlen. Erst die Aufhebung der Prämisse, dass eine Information nur einmal gespeichert ist, würde eine Nutzung von Referenznummern sinnvoll werden lassen.

Abgesehen von der Möglichkeit der Verwendung von RFID in der Produktion ist daher im Realszenario gegenüber dem aktuell umgesetzten Zustand keine Änderungsempfehlung auszusprechen. Für Investitionen in Produktions- oder Lageranlagen, die in der Regel für den langjährigen Einsatz ausgelegt werden, sind jedoch auch aktuell die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse der visionären Szenarios beachtet werden.

Visionäres Szenario: Bei der Erstellung der Wirkstruktur des visionären Szenarios konnte nachgewiesen werden, dass eine vollständige und sinnvolle Abwicklung des Informationsflusses mit den neuen Technologien RFID und Sensornetzwerke flusstechnisch möglich ist. Die 1D-/2D-Codes wurden aufgrund der testhalber absichtlich extremen Auslegung zu neuen Technologien hin komplett aus dem Informationsfluss eliminiert, wobei vor einer Umsetzung in einigen Jahren hier sicherlich noch einmal kritisch geprüft werden muss. RFID mit voller Information wird zwar auch für das visionäre Szenario im Vergleich zu den anderen Technologien schlecht bewertet, jedoch wurde sie dennoch eingesetzt, um in den Prozessen eine einheitliche Technologie beim Auslesen der Informationen im Sinne eines Synergieeffektes beibehalten zu können, wenn die Information zwangsläufig am Objekt sein muss.

Bei der Erstellung des visionären Szenarios hat sich eine klare Trennung für die Verwendung der Technologien herauskristallisiert:

- RFID mit voller Information: Verwendung für Informationen, die auch fernab eines Zugangs zu einer zentralen Datenbank zur Verfügung stehen müssen
- RFID in ONS-Variante: Verwendung für Informationen, die nur in Prozessen mit Zugang zu einer zentralen Datenbank verwendet werden. Die Informationen werden von mehr als zwei Partnern der Wertschöpfungs- und Nutzungskette verwendet, so dass sich die Ablage auf eine allgemein verfügbare Datenbank mit voraussichtlich längeren Zugriffszeiten gegenüber der Lieferavis-Variante lohnt.
- RFID in Lieferavis-Variante: Verwendung wie RFID in ONS-Variante, allerdings nur, wenn die Information von zwei möglichst benachbarten Partnern der Wertschöpfungs- und Nutzungskette verwendet werden, da die eigentlichen Informationen bilateral ausgetauscht werden müssen.
- Sensornetzwerke: Ein bezogen auf den Informationsfluss sinnvoller Einsatzort konnte im Fahrzeug gesehen werden. Die Aufnahme von Umgebungsdaten über die Sensorik, die

selbständige Berechnung von den Zustand des Produkts beschreibenden Kennzahlen sowie die kabellose und automatische Übertragung der Informationen in der Werkstatt an ein Diagnose- und Bestellsystem kann so in einer Technologie verwirklicht werden. Um unberechtigtes Auslesen zu vermeiden, könnte über einen Freigabeknopf im Fahrzeuginnen eine definierte Auslesung freigegeben werden. Hier bleiben die Ergebnisse der technischen Umsetzung von Sensornetzwerktechnologie im Projekt SMMART abzuwarten. In der Wertschöpfungs- und Nutzungskette wurden dem Sensorknoten nur die Aufnahme von Umgebungsdaten wie Klima und mechanische Beanspruchung überlassen, um während des Logistikwegs die Batterie zu schonen und um die neben RFID zusätzliche Technologie in der Logistik so selten wie möglich bedienen zu müssen. Im Fahrzeug kann der Sensorknoten über das Bordnetz versorgt werden, so dass der Nachteil einer eigenen batteriebetriebenen Technologie hier wegfällt. Für die Lagerplatzidentifikation wurden ebenfalls Sensorknoten unter der Prämisse eingesetzt, dass innerhalb der nächsten Jahre eine präzise Ortung der Knoten möglich sein wird, so dass eine Ein- und Auslagerkontrolle darüber möglich wird und gleichzeitige Informationen der Lagerplätze über weitere Strecken zur Verfügung gestellt werden können. Innerhalb der Wertschöpfungs- und Nutzungskette konnte ansonsten kein weiterer gegenüber anderen Technologien vorteilhafter Einsatz der Sensorknoten ermittelt werden.

Im visionären Szenario wird auch durch voraussichtlich in zehn Jahren verfügbare Verschlüsselungstechnologien die Verwendung von RFID für den Originalitätsschutz möglich.

Im visionären Szenario wurden exemplarisch parallel Wirkstrukturen für Misch- und homogene Behälter sowie der Vereinzelung im Lagerablauf erstellt. Für homogen gepackte Behälter wird in der erstellten Wirkstruktur an einigen Stellen eine für alle Produkte gleiche Information von einem beliebigen Einzelteil gelesen. Wird beispielsweise das Fertigungsdatum von einem einzelnen Produkt ausgelesen, so gilt diese Information im homogenen Fall für den gesamten Behälter. Durch diese Möglichkeit der Speicherung von Informationen am Produkt können auch die Wirkstrukturen von homogen gepacktem Behälter und Einzelteil weitgehend kompatibel gestaltet werden. Alleine für Informationen, die im Materialfluss für einen Pulk an Einzelprodukten entstehen, z.B. eine Entscheidung über die Ist-Bestandsart oder ein Sperrkennzeichen im Wareneingang eines Lagers, und damit aufgrund der hier als unmöglich betrachteten Pulklesung nicht am Einzelteil gespeichert werden können, ist eine Informationsverteilung im Lagerbereich bei der Vereinzelung erforderlich. Für Mischbehälter ist dagegen die Kompatibilität mit den anderen beiden Wirkstrukturen zunächst nicht gegeben. Die Verwendung von Informationen auf Einzelprodukten ist nicht möglich, wenn die Informationen vor der Vereinzelung benötigt werden, da einzelne Produktgruppen im Inneren des Mischbehälters angeordnet sein können. Die Lesung eines einzelnen, außen liegenden Produktes kann hier nicht zu einem Rückschluss auf die gesamte Palette führen. Um eine Kompatibilität zu erreichen, müsste der Behälter in Kleinladungsträger mit homogenem Inhalt aufgeteilt werden, die nach [VDA5501] mit jeweils mindestens einer Außenseite zusammengestellt werden.

Für die Behälter wurden zum Zwecke einer durchgängigen Verfolgung fest installierte Informationsträger vorausgesetzt. Grundsätzlich ist es für die ermittelte Wirkstruktur dabei uner-

heblich, ob Behälter der Größe von Gitterboxen oder Paletten verwendet werden oder Kleinladungsträger (KLT). Bei der Verwendung von KLT muss allerdings eine Anordnung im Sinne von [VDA5501], bei der jeder KLT mit mindestens einer Seite nach außen zeigt, gegeben sein.

Insgesamt zeigt die Wirkstruktur des visionären Szenarios, dass ein mit den Technologien RFID und Sensornetzwerk angelegter Informationsfluss über die gesamte Wertschöpfungs- und Nutzungskette hinweg sinnvoll möglich ist. Dabei wurde im Lager sowohl die Einzelteile wie auch die Behälterlogistik betrachtet. Es hat sich gezeigt, dass eine Beschränkung auf das einzelne Produkt und die Behälter als Träger der Informationen ausreichend ist. Während im Realszenario die Medienbrüche noch nicht reduziert werden konnten, sind im visionären Szenario viele Schnittstellen aufgehoben oder laufen automatisiert ab.

Die Bewertung der benötigten Eigenschaften zeigt am Beispiel des visionären Szenarios das in Tab. 7-9 dargestellte Ergebnis. Die benötigten Speicherebenen konnten auf Produkt, Behälter, Rechnersystem, Fahrzeug und Schriftbelege für Frachtdaten beschränkt werden. Die Summe der im Rechnersystem sowie in Klarschrift gespeicherten Informationen ist für die Beschaffung der Technologien nicht ausschlaggebend und wird daher nicht dargestellt. Für die Technologien mit Referenznummer ist daher auch nur die Länge der Referenznummer am Produkt beziehungsweise am Behälter berücksichtigt und nicht die im Hintergrund auf dem Rechnersystem gespeicherte beziehungsweise zum Partner übertragene Menge der Vollinformationen.

Technologie		G/P	R	R	S
Verschlüsselung		nein	nein	ja	nein
Ebene	Produkt	7	118	15	79
	Behälterebene	7	506		
	Fahrzeug				500

Tabella 7-9: Erforderliche maximale Speicherkapazität (Anzahl ASCII-Zeichen) auf Technologien bezogen auf Ebene in visionärem Szenario

7.6 Schritt f: Wirtschaftliche Bewertung mithilfe von Wirkprinzipien

Die wirtschaftliche Bewertung wurde in Kapitel 5 nur grob dargestellt, um die umfassende Verwendbarkeit von Wirkprinzipien im Zusammenhang mit der Informationslogistik aufzuzeigen. Vor einer Anwendung sollte die Systematik jedoch in einer Folgearbeit detailliert ausgearbeitet werden. Zunächst wird daher keine wirtschaftliche Bewertung auf Basis von Wirkprinzipien durchgeführt.

7.7 Schritt g: Zusammenfassung der Kategorien

Es wurde keine Kategorisierung durchgeführt (vgl. Kap. 7.4).

7.8 Erkenntnisse und Ergebnisse zum Vorgehensmodell; Handlungsempfehlungen

Mit dem Vorgehensmodell inklusive der zugehörigen Software, wie sie prototypisch für diese Anwendung in *Microsoft Excel* entstanden ist, ist der Aufwand gegenüber der konventionellen Methode der individuellen Aufstellung von Szenarien drastisch reduziert worden.

Die wesentlich erhöhte Effektivität des Vorgehensmodells gegenüber dem konventionellen Vorgehen resultiert vor allem aus folgenden stichwortartig dargestellten Punkten:

- Führung der Nutzer zum Ziel durch einen festen, methodischen Ablaufplan; dabei genaue Spezifikation aller benötigten Eingangsgrößen im Vorfeld
- Reduzierung der Betrachtung der relevanten Eigenschaften eines Vorgehens auf eine schematische Darstellung sowie tabellarisch erfassbare definierte Eigenschaften sowie Nutzung bereits bekannter und bewährter Lösungen
- Ständige einfache Übersichtlichkeit trotz umfangreicher und detaillierter Betrachtung, vor allem aufgrund der kompakten Darstellung in Wirkprinzipien und durch die Softwareunterstützung

Wird wie im Anwendungsbeispiel die Wertschöpfungs- und Nutzungskette unter verschiedenen zeitlichen wie auch prozessinternen Gesichtspunkten betrachtet, können weiterhin aus einem erstellten Szenario weitere Szenarien durch einen einfachen Wechsel von Wirkprinzipien und/oder Ebenen aufgebaut und gleichzeitig in seiner ganzheitlichen Passung innerhalb des alternativen Szenarios und im Vergleich zu den anderen Szenarien untersucht werden. Im gezeigten Projekt wurde beispielsweise das visionäre Szenario für den Durchlauf von Behältern erstellt, anschließend kopiert und an den erforderlichen Stellen durch Umsetzen von Wirkprinzipien und Art der Ebene auf die beiden anderen Fälle der heterogenen Behälter sowie der Vereinzelung hin angepasst und gleichzeitig untersucht. Im konventionellen Vorgehen müsste jeder einzelne Prozessschritt des bestehenden Szenarios im Detail geprüft und angepasst werden. Eine Prüfung der prozessübergreifenden Passung muss konventionell durch einen zeitaufwändigen Detailvergleich erledigt werden. Durch eine ergonomische Gestaltung der Bedienoberflächen der Software ist noch eine weitere Steigerung der Unterstützung und des Komfortempfindens der Nutzer zu erwarten.

Es ergaben sich in der Anwendung folgende Herausforderungen:

- Ein Durchhalten der Prämisse, dass jede Information nur auf einer Technologie gespeichert sein sollte, ist in wenigen Fällen nicht durchzuhalten. Ein Beispiel ist die Rückverfolgbarkeit, bei der eigentlich am Produkt befindliche Informationen benötigt werden, beispielsweise die eindeutige Produktnummer zum Abgleich mit der Liste der zurück-

zurufenden Artikel. Diese Nummer kann bei einer Rückverfolgung nicht vom Produkt direkt gelesen werden, so dass eine Zusatzspeicherung in einem zentralen Rechnersystem gemeinsam mit Informationen über aktuellen Standort, Lagerort oder Fahrzeug, erforderlich wird. Die konsistente, unterstützende Abbildung dieser Sonderprozesse wird hier nicht weiter betrachtet, da es sich um Randprozesse handelt.

- Für Informationen, die im Kreislauf umlaufen oder entgegen dem üblichen Informationsfluss laufen, können in der gewählten Ablaufdarstellung der Informationen schlecht dargestellt werden. So laufen beispielsweise die Auftragsdaten dem Informationsfluss entgegen. Dies wird durch eine Rückkoppelung in Form einer Kopie der im späteren Prozess erzeugten Information zum verwendenden Prozess hin in der Informationsübersicht gelöst.
- Wird das Vorgehensmodell ohne die Möglichkeit der Nutzung von durch eine zentrale Stelle vorbereitete Vorlagen durchgeführt, ist der Grundaufwand sehr hoch. Dies liegt an der dann sehr umfangreichen Arbeit der Bewertung. Allerdings steht dem auch eine umfangreiche und ganzheitliche Analyse gegenüber, die beim konventionellen Vorgehen nicht in dieser Tiefe zu bewerkstelligen ist. Mit einer zentralen Vorbereitung ist der Aufwand bei einer umfassenderen Analyse erheblich geringer.
- Für die Bewertung bestehen für viele Kriterien Lücken bei der fundierten Informationsgrundlage. In der gezeigten Anwendung wurde daher an einigen Stellen zwangsweise mit Schätzungen der Nutzer gearbeitet. Dadurch war nur eine grobstufige Beurteilung der Bewertungsergebnisse möglich. Um hier zu detaillierteren Aussagen kommen zu können, sollte eine Datenbank mit jeweils aktuellen Grundlageninformationen zur Verfügung gestellt werden.

In der Zukunft werden neben den hier betrachteten Technologien weitere Entwicklungen auf den Markt kommen und sich mit den bisherigen Technologien messen müssen. Am Horizont tauchen bereits werkstoffbasierte Informationsträger auf. Der Sonderforschungsbereich 653 „Gentelligente Bauteile im Lebenszyklus“ verfolgt in seiner Forschung das Ziel, Informationen direkt in der Struktur von Bauteilen zu speichern und dort sogar zu verarbeiten [Nyh06]. Durch die technologische Weiterentwicklung werden aber auch die heute bereits etablierten oder aus heutiger Sicht noch neuen Technologien gestärkt und besser ihren Einsatzbedingungen angepasst werden. Besonders im Bereich der elektronischen Informationsträger ist einiges an Innovationen zu erwarten. Unter anderem wird im Sonderforschungsbereich 637 an der Universität in Bremen sowie dem Fraunhofer IML in Dortmund am „Internet der Dinge“ als Selbststeuerung der Produkte gearbeitet und damit nach Ansicht von [Hom06] ein Paradigmenwechsel bei der Identifikation eingeleitet (vgl. auch [SFB06]). Weiterentwicklungen in den Herstellungsprozessen wird eine erneute Beurteilung von Technologien erfordern. Ein Beispiel hierfür sind aktuelle Forschungen zur Herstellung von gedruckten RFID-Transpondern auf Polymerbasis (vgl. [Boc05]).

Die Eigenschaften von Technologien und damit deren Beurteilung können sich durch die Weiterentwicklung im Zeitverlauf verändern. Dabei können auch Technologien an Bedeutung

gewinnen, die heute keine oder wenig Attraktivität für den Einsatz aufweisen. So könnte auch die Radiofrequenzidentifikation (RFID) mit vollem Informationsgehalt, die mit aktuell gegebenen oder teilweise nur schätzbaren Bewertungsgrößen für den kurzfristigen wie auch für den visionären Einsatz wenig geeignet erscheint, in Zukunft durch heute unerwartete Entwicklungen an Einsatzwert gewinnen. Interessant ist als Analogie ein Blick auf die Entwicklungsgeschichte des Barcodes, die in der Anfangsphase an einigen Stellen eine verblüffende Ähnlichkeit zu aktuellen Themen im Bereich von RFID aufweist (vgl. Abb. 7-13, Analogie zu RFID jeweils in Klammern und Fettschrift). Dies bedeutet natürlich keine zwangsweise Analogie. Es wird jedoch deutlich, dass sich scheinbar fest vorgegebene Bedingungen im Zeitverlauf durchaus unerwartet ändern können, so dass ein zunächst aussichtslos erscheinender Einsatz einer Technologie bei späterer erneuter Betrachtung ganz anders darstellen kann (siehe Jahr 1952). Daher sollte in jedem Falle die hier vorgenommene Bewertung in regelmäßigen Abständen fortgeschrieben und mit den dann gültigen Eingangsgrößen das Ergebnis überprüft werden.

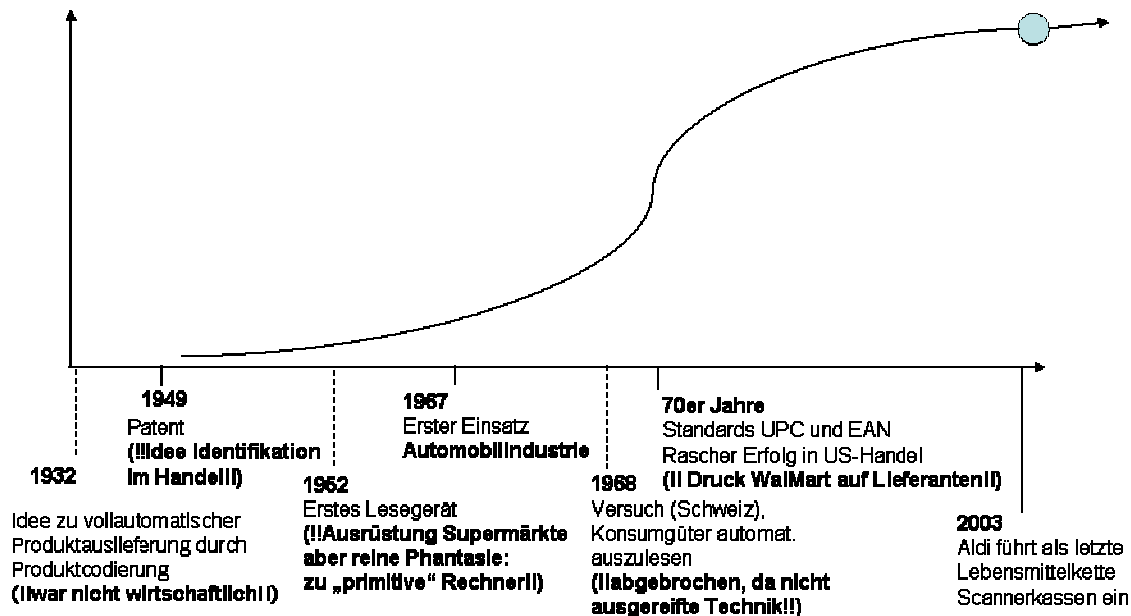


Abbildung 7-13: Entwicklungsschritte des Barcodes, die an aktuelle Probleme bei RFID erinnern (Daten aus [Ide06])

8 Zusammenfassung und Ausblick

Das grundlegende Ziel dieser Arbeit bestand darin, die Gestaltung der komplexen Informationslogistik in den Prozessen der Wertschöpfungs- und Nutzungskette des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie durch ein adäquates Vorgehensmodell zu verbessern. Damit sollte einerseits die aktuell in der Wirtschaft vorwiegende Praxis der Gestaltung überwunden werden, bei der aufwändig in jedem Einzelprojekt individuell ohne Zugriff auf bereits bestehende Lösungen und ohne methodische Unterstützung zur Bewältigung der Komplexität eine Lösung entwickelt wird. Andererseits sollte vor allem ungeachtet der derzeitigen Fokussierung auf RFID eine breite Einbeziehung aller in Frage kommenden Informationstechnologien ermöglicht werden.

Es wurde ein Vorgehensmodell entworfen, welches die Phase der Grobkonzeption des Entwicklungsprozesses als der Phase mit den höchsten Freiheitsgraden, aber auch des höchsten Einflusses auf die späteren Kosten und den späteren Nutzen der entwickelten Lösung unterstützt. Deren Anwendung schafft eine fundierte Grundlage für die weitere Ausgestaltung und Umsetzung der Informationslogistik in Form von der Art, Ausprägung und dem Zusammenspiel der eingesetzten Technologien.

Abb. 8-1 zeigt die in der Arbeit für ein solches Vorgehensmodell erarbeiteten Modellanforderungen sowie die Form, wie sie in der Arbeit gelöst wurden.

Insbesondere durch den Transfer der Konstruktionsmethodik des Maschinenbaus auf die Gestaltung der Informationslogistik ist es gelungen, die Anforderungen zu erfüllen. Die Verwendung von Wirkprinzipien als verallgemeinerte, schematische Darstellungen von Lösungsvarianten und deren Katalogisierung ermöglicht ein schnelles und unkompliziertes Gestalten sowie deren Unterstützung und Bewertung. Indem ein Wirkprinzip einen festen Handlungsvorgang mit einer definierten Verwendung von Hardware und Software schematisch vorgibt, kann

- für einen gegebenen Prozesseinsatz vorab dessen Eignung abgeschätzt,
- die anschließende Verwendung ohne aufwändige Beschreibungen durch einfache Nennung der Nummer des Wirkprinzips dokumentiert,
- die Passung zu bereits festgelegten Teilen der Informationslogistik automatisiert durchgeführt und
- der auftretende Kostenaufwand durch die modulartige Eigenschaft automatisch im Hintergrund verrechnet werden.

Mithilfe der Fuzzy-Logik, die sowohl die Unschärfe der Bewertung als auch die Mischung qualitativer und quantitativer Kriterien unterstützt, konnte eine einfache und nachvollziehbare, grobe Bewertung als Orientierungshilfe bei der Wahl der Wirkprinzipien zur Verfügung

gestellt werden. Es wurde dazu, teilweise in Anlehnung an die Technologiebewertung nach [VDI3780], ein Katalog an Kriterien erarbeitet, der die Funktionserfüllung, die Auswirkungen und Akzeptanz von Technologien sowie deren Passung zu der Wertschöpfungs- und Nutzungskette und dessen Umfeld für den gesetzten Einsatzfall definiert. Eine Unterscheidung in projektunabhängige und damit vorab durch eine zentrale Instanz bewertbare wie auch projektbezogene Kriterien hilft zu der Reduzierung des spezifischen Bewertungs- und Konzipierungsaufwandes. Für die projektbezogenen Kriterien wurde zudem eine Referenzbewertung eingeführt, um den Nutzern eine Bewertung anhand einer Vorlage mit Referenz zu der bekannten realen Umwelt zu erleichtern.

Darüber hinaus wurde durch die Einführung einer Matrixbetrachtung von Informationen die Komplexität der Überwachung der Auswirkungen einer Einzeltransaktion bei der Gestaltung der Informationslogistik wesentlich reduziert. Durch sie wird eine synchrone Überprüfung der prozessinternen wie auch prozessübergreifenden Verträglichkeit der Einordnung der einzelnen Information in das Konzept der Informationslogistik ermöglicht.

Das Vorgehensmodell konnte beispielhaft an der Wertschöpfungs- und Nutzungskette eines Produktes des Ersatzteilwesens angewendet und damit evaluiert werden. Die einfache und gegenüber den konventionellen Methoden der unternehmerischen Praxis erheblich schnellere Methode sowie die hohe Akzeptanz der Ergebnisse bewies die Nutzerfreundlichkeit und Wirksamkeit des Vorgehensmodells. Die ganzheitliche Betrachtung der Wertschöpfungs- und Nutzungskette unter geringerer geistiger Belastung durch den erforderlichen Überblick der Nutzer gegenüber den konventionellen Methoden sowie die Automatisierungseffekte aus der Verwendung von Wirkprinzipien waren dabei ausschlaggebende Punkte. Durch die schnelle Austauschbarkeit von Wirkprinzipien ist ein unkompliziertes Abgleichen von Alternativen und deren schnelle Beurteilung möglich.

In dem Beispielprojekt ist jedoch auch deutlich geworden, dass die aktuell in der Literatur oder am Markt verfügbare Datenbasis für die Bewertung einzelner Kriterien sehr lückenhaft und unpräzise ist. Der Zwang zu subjektiven Einflüssen (z.B. Schätzungen) hat feine Differenzierungen zwischen den Technologien verhindert. Es wird daher vorgeschlagen, dass zukünftige Arbeiten eine solche allgemein nutzbare, fundierte und einfach aktuell zu haltende Datenbasis für alle Kriterien schaffen. Fundierte Analysen und Tests besonders von neuen Technologien sollen frühzeitig ermöglichen, anstelle einer Beeinflussung durch Hypes nüchtern auf Basis ihrer Eigenschaften eine Bewertung durchzuführen und sie bei Verwendbarkeit in ein ganzheitliches Konzept einzubinden.

Aber auch die Methodik an sich bedarf einer weiteren Evolution. Nachfolgende Forscher sind insbesondere eingeladen, die hier nur ansatzweise entwickelte Systematik zur einfachen wirtschaftlichen Beurteilung im Sinne der bestehenden Philosophie der Methodik weiterzuentwickeln, um so eine effiziente, rundum geschlossene Vorgehensweise für die Ermittlung einer für die zu betrachtende Wertschöpfungs- und Nutzungskette optimierten Informationslogistik zu erzielen. Gleichzeitig ist auch die Lösungssammlung der ständigen Weiterentwicklung der Technologien anzupassen. Dies betrifft sowohl die Erweiterung um neue oder

verbesserte Lösungsprinzipien als auch die ständige Bereinigung um möglicherweise nicht mehr sinnvolle Wirkprinzipien.

Die vorliegende Arbeit hat sich der Grobkonzeption der Informationslogistik im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie gewidmet. Da sich in dieser Phase die Verwendung von Prinzipien der Konstruktionsmethodik als tragfähig erwiesen hat, ist eine Übertragbarkeit auf die Folgephasen Feinplanung, Realisierung und Dokumentation interessant, durch die eine vollständige, methodische Linie von der Projektidee bis zur fertigen Umsetzung der Informationslogistik Realität würde.

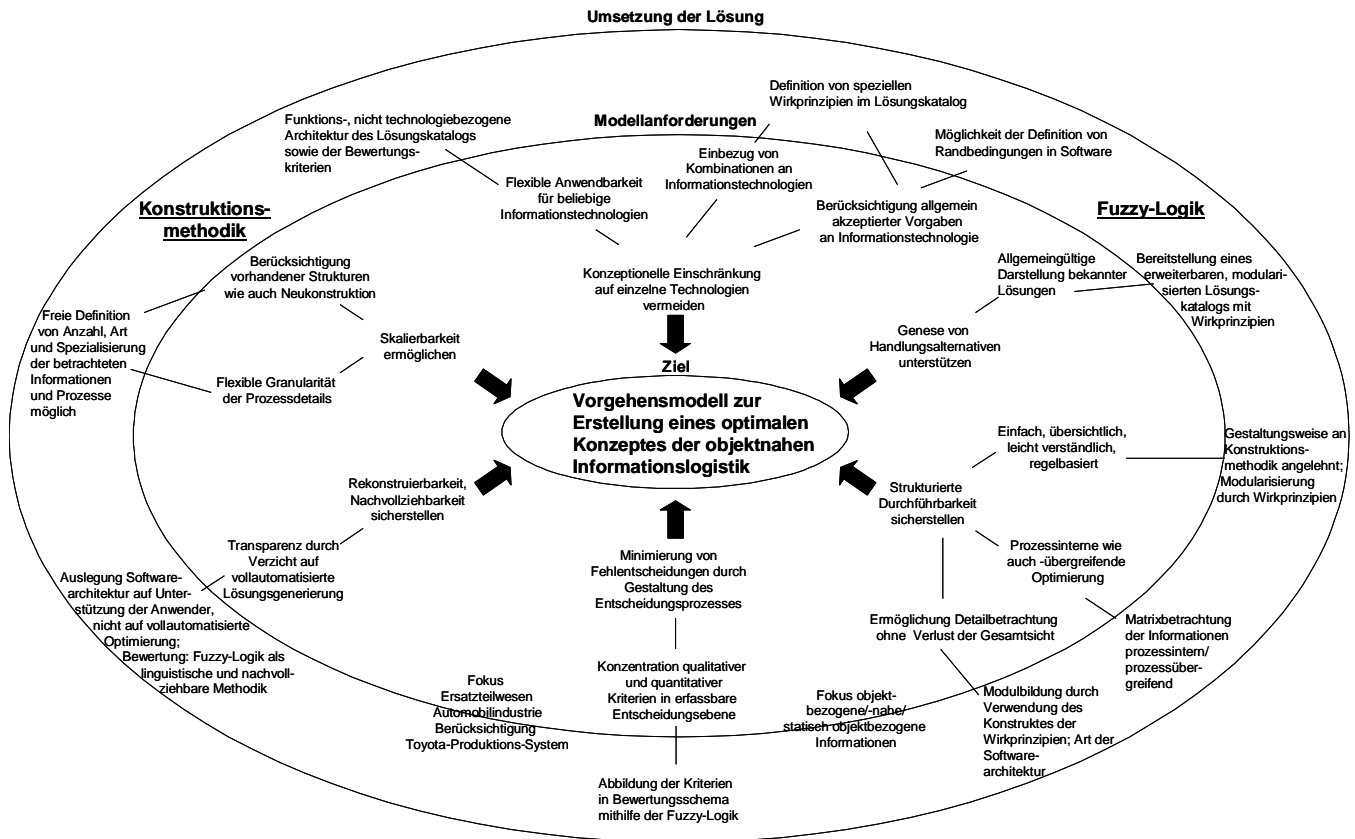


Abbildung 8-1: Ziel, Modellanforderungen und Umsetzung der Lösung in der vorliegenden Arbeit

9 Literaturverzeichnis

9.1 Monografien und Artikel

- [Ahb90] Ahbe, S.; Braunschweig, A.; Müller-Wenk, R.: Methodik für Oekobilanzen auf der Basis ökologischer Optimierung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 133. Hrsg. vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Bern: 1990
- [Ahl96] Ahlers, R.: Strategie zur Einführung unternehmensübergreifender Informationssysteme. Aachen: Shaker, 1996
- [Alt95] Altrock, C. von: Fuzzy Logic: Band 1 – Technologie. München: Oldenbourg, 1995
- [Arn07] Arnold, D.; Furmans, K.: Materialfluss in Logistiksystemen. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007
- [Aßm04] Aßmann, R.: Bedeutung des Ersatzteilmanagements von elektronischen Produkten in der Automobilindustrie. In: Lebenszyklusorientiertes Ersatzteilmanagement: Problemfeld Elektronik von der Entwicklung bis zum Auslauf, branchenübergreifende Konzepte. VDI-Berichte 1848. Düsseldorf: VDI, 2004
- [Aug90] Augustin, S.: Information als Wettbewerbsfaktor: Informationslogistik – Herausforderung an das Management. Köln: TÜV Rheinland, 1990
- [Bec96] Beckmann, H.: Theorie einer evolutionären Logistik-Planung: Basiskonzepte der Unternehmensentwicklung in Zeiten zunehmender Turbulenz unter Berücksichtigung des Prototypingansatzes. Dortmund: Praxiswissen, 1996
- [Ber05] Berndt, R.: Marketingstrategie und Marketingpolitik. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2005
- [Bie95] Biedermann, H.: Ersatzteillogistik: Beschaffung – Disposition – Organisation. Düsseldorf: VDI, 1995
- [Bir91] Birkhofer, H.: Methodik in der Konstruktionspraxis – Erfolge, Grenzen und Perspektiven. In: Hubka, V. (Hrsg.): International Conference on Engineering Design (ICED91). Zürich: 1991, S. 224-233
- [Bir96] Birkhofer, H.: Vorlesungsskriptum Höhere Konstruktionslehre. Darmstadt, 1996
- [Boc05] Bock, K.: Smart Plastics: Polytronic as Integration Platform for Multi-functional Systems. In: Intelligenter produzieren, 2005/6, S. 7-10
- [Bok91] Bokranz, R.; Landau, K.: Einführung in die Arbeitswissenschaft: Analyse und Gestaltung von Arbeitssystemen. Stuttgart: Ulmer, 1991

- [Bra06] Brandes, T.: Erfolgsfaktoren in der internationalen Ersatzteillogistik. 2. Logistikdialog Nürnberg der Bundesvereinigung Logistik e.V.. Internationale Ersatzteillogistik – Spannungsfeld zwischen Kundenservice und Kostenfalle. Nürnberg: 11. Mai 2006
- [Bro06] Brockhaus Enzyklopädie. Leipzig, Mannheim: Brockhaus AG, 2006.
Stichwort: Information
- [Bro06a] Brockhaus Enzyklopädie. Leipzig, Mannheim: Brockhaus AG, 2006.
Stichwort: Informations- und Kommunikationstechnik
- [Bro06b] Brockhaus Enzyklopädie. Leipzig, Mannheim: Brockhaus AG, 2006.
Stichwort: Klarschrift
- [Bro06c] Brockhaus Enzyklopädie. Leipzig, Mannheim: Brockhaus AG, 2006.
Stichwort: Rechenwerk
- [Bro06d] Brockhaus Enzyklopädie. Leipzig, Mannheim: Brockhaus AG, 2006.
Stichwort: Schrift
- [BSI04] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: Risiken und Chancen des Einsatzes von RFID-Systemen: Trends und Entwicklungen in Technologien, Anwendungen und Sicherheit. Ingelheim: SecuMedia, 2004
- [Bul94] Bullinger, H.J.: Einführung in das Technologiemanagement: Modelle, Methoden, Praxisbeispiele. Stuttgart: Teubner, 1994.
- [Bür00] Bürgi, R.: Sicherung der Mobilität: Unser Teil zum Ganzen. In: Effiziente Ersatzteil-Logistik. VDI-Berichte 1573. Düsseldorf: VDI, 2000
- [Chi98] Chiu, C.-Y.; Park, C.S.: Capital Budgeting Decisions with Fuzzy Projects. In: The Engineering Economist (43) 2, 1998, S. 125-150
- [Chi06] Chikova, P.; Loos, P.: Ansatz zur Verbesserung von unternehmensübergreifenden End-to-End-Prozessen mithilfe der RFID-Technologie. In: Lehner, F.; Nösekabel, H.; Kleinschmidt, P. (Hrsg.): Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2006. Band 1. Berlin: GITO, 2006
- [Con05] Conrad, K.-J.: Grundlagen der Konstruktionslehre: Methoden und Beispiele für den Maschinenbau. München, Wien: Hanser, 2005
- [Cou05] Coulon, C.-H. ; Decker, J. : Generelle Übersicht und Auswertung der RFID-Anwendungsfälle. In: Seifert, W.; Decker, J. (Hrsg.): RFID in der Logistik: Erfolgsfaktoren für die Praxis: Dokumentation des BVL-Arbeitskreises „RFID in der Logistik“. Hamburg: Dt. Verkehrs-Verlag, 2005
- [Det05] Deters, U.: Rückgrat Barcode: Betriebswirtschaftliche Aspekte müssen die entscheidenden Parameter bei der Wahl der Warenkennzeichnung sein. In: Das IndustrieMagazin, 27/2005, S. 142-144

- [Dit06] Dittmann, L.: Der angemessene Grad an Visibilität in Logistik-Netzwerken. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2006
- [Dre96] Drechsel, D.: Regelbasierte Interpolation und Fuzzy Control. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1996
- [Dre07] Drews, K.: Auto ID – die Applikation entscheidet über den Einsatz von 2D-Codes oder RFID-Technologie: Die Kombinatorik beider Technologien führt zur optimalen Lösung. In: GMA-Kongress 2007 – Automation im gesamten Lebenszyklus. VDI-Berichte 1980. Düsseldorf: VDI, 2007
- [Ebe04] Eberhardt, S.: Ersatzteillogistik. In: Arnold, D. et al. (Hrsg.): Handbuch Logistik. Berlin et al.: Springer, 2004
- [Ehr91] Ehrlenspiel, K.; Dylla, N.: Wirksamkeit von Konstruktionsstrategien. In: Hubka, V. (Hrsg.): International Conference on Engineering Design (ICED91). Zürich: 1991, S. 322-330
- [Ehr07] Ehrlenspiel, K.; Kiewert, A.; Lindemann, U.: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren: Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung. Berlin et al.: Springer, 2007
- [Ehr07a] Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung: Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. München, Wien: Carl Hanser, 2007
- [Eng97] Engelke, M.: Qualität logistischer Dienstleistungen: Operationalisierung von Qualitätsmerkmalen, Qualitätsmanagement, Umweltgerechtigkeit. Berlin: Erich Schmidt, 1997
- [Eri90] Eriksen, K.: Das Marktverhalten der Automobilhersteller auf den Kfz-Teilmärkten der Bundesrepublik Deutschland. Göttingen: Verlag Vandenhoeck und Ruprecht, 1990
- [Fin06] Finkenzeller, K.: RFID-Handbuch : Grundlagen und praktische Anwendungen induktiver Funkanlagen, Transponder und kontaktloser Chipkarten. München, Wien: Hanser, 2006
- [Fle05] Fleisch, Elgar: Die betriebliche Vision des Internets der Dinge; in: Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.): Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2005
- [Fle05a] Fleisch, E.; Strassner, M.: Innovationspotenzial von RFID für das Supply-Chain-Management. In: Wirtschaftsinformatik; 47. Jg. (2005), S. 45-54
- [Fou05] Fouhy, K.: RFID wird den Barcode nicht ersetzen. In: Das IndustrieMagazin, 27/2005, S. 3
- [Fra06] Fraunhofer (ohne Autor): Drahtlose Kommunikationssysteme. Erlangen: Fraunhofer-Institut IIS, 2006

- [Fra06a] Fraunhofer (ohne Autor): Drahtlose Sensornetzwerke: Vom Telemetriesystem bis zum selbstorganisierenden Netzwerk. Erlangen: Fraunhofer-Institut IIS, 2006
- [Fre95] Frese, E.; Heppner, K.: Ersatzteilversorgung: Strategie und Organisation. München: Verlag TCW Transfer-Centrum, 1995 (1.Auflage)
- [Gas85] Gast, O.: Analyse und Grobprojektierung von Logistik-Informationssystemen. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer, 1985
- [GAV06] Aussage des Gesamtverbandes Autoteile-Handel e.V., Ratingen, Gespräch mit Herrn Wahlen vom 26.07.2006
- [Gil07] Gillert, F.; Hansen, W.-R.: RFID für die Optimierung von Geschäftsprozessen: Prozess-Strukturen, IT-Architekturen, RFID-Infrastruktur. München, Wien: Hanser, 2007
- [Gra95] Grauel, A.: Fuzzy-Logik: Einführung in die Grundlagen mit Anwendungen. Mannheim: B.I. Wissenschaftsverlag, 1995
- [Gre03] Greulich, W. (Hrsg.): Brockhaus Computer und Informationstechnologie: Fachlexikon für Hardware, Software, Multimedia, Internet, Telekommunikation. Leipzig, Mannheim: Brockhaus, 2003
- [Gro71] Grochla, E.: Betriebswirtschaftlich-organisatorische Forschung auf dem Gebiet der Informationssysteme. In: Kortzfleisch, G. von: Wissenschaftsprogramm und Ausbildungsziele der Betriebswirtschaftslehre: Bericht von der wissenschaftlichen Tagung in St. Gallen vom 2.-5. Juni 1971. Berlin: Duncker und Humblot, 1971
- [Gro88] Grosser, C.: Kommunikationsform und Informationsvermittlung: Eine experimentelle Studie zu Behalten und Nutzung von Informationen in Abhängigkeit von ihrer formalen Präsentation. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 1988
- [Gsc77] Gscheidle, Kurt; Jordt, Andreas C.: Normierung von Entscheidungsprozessen. In: Fortschrittliche Betriebsführung und Industrial Engineering, Darmstadt 1977
- [Gud07] Gudehus, T.; Logistik: Grundlagen – Verfahren – Strategien. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2007
- [Gut03] Gutiérrez, J. A.; Callaway E.H. (Jr.); Barrett R.L. (Jr.): Low-Rate Wireless Personal Area Networks: Enabling Wireless Sensors with IEEE 802.15.4TM. New York: Standard Information Network IEEE Press, 2003
- [Har04] Harms, T.: Agentenbasierte Fabrikstrukturplanung. Garbsen: PZH, Produktionstechnisches Zentrum, 2004

- [Hen04] Henning, R.: Individualisierte Verfügbarkeitsleistungen in der Ersatzteilversorgung. Lohmar: Josef Eul, 2004
- [Hey05] Heymann, Matthias: „Kunst“ und Wissenschaft in der Technik des 20. Jahrhunderts: Zur Geschichte der Konstruktionswissenschaft. Zürich: Chronos, 2005
- [Hom04] Hompel, M. ten; Lange, V. (Hrsg.): Radio-Frequenz-Identifikation 2004: Logistiktrends für Industrie und Handel: Eine Studie der Fraunhofer AutoLog-Initiative: RFID – 2D-Code – Barcode. Dortmund: Praxiswissen, 2004
- [Hom06] Hompel, M. ten: Status und Perspektiven der aktuellen RFID-Entwicklung. In: Wolf-Kluthausen, H. (Hrsg.): Jahrbuch Logistik 2006. Korschenbroich: free Beratung GmbH, 2006.
- [Höh95] Höhn, G.: Möglichkeiten der Überführung konstruktionswissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis. In: Hubka, V. (Hrsg.): ICED95. Prag: 1995, S.62-67
- [Hub76] Hubka, V.: Theorie der Konstruktionsprozesse: Analyse der Konstruktionstätigkeit. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1976
- [Hub80] Hubka, V.: Allgemeines Vorgehensmodell des Konstruierens: Konstruktionsmethodik. Goldach: Fachpresse Goldach, 1980
- [Ide06] Ident (ohne Autor): Die Geschichte des Barcodes: Wie aus einer Zielscheibe schwarze Balken entstanden. In: Ident, Heft 6/06, 10 Jahre Ident Spezial, S. 72-77
- [Ihd99] Ihde, G. B.; Merkel, H.; Henning, R.: Ersatzteillogistik: Theoretische Grundlagen und praktische Handhabung. München: Huss, 1999
- [Irr06] Irrgang, R.: Auf dem Weg zum einsatzreifen RFID-Konzept. In: Logistik für Unternehmen, 03/2006, S. 40-41.
- [Joh07] Johannig, R.: Rewe forscht. In: Log., 4/2007, S. 20-22
- [Kei86] Keitz, B. von: Wahrnehmung von Informationen. In: Unger, F. (Hrsg.): Konsumentenpsychologie und Markenartikel. Heidelberg: Physica, 1986
- [Ker07] Kern, C. J.: Anwendung von RFID-Systemen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 2007
- [Kli03] Klimesch, C.: Ein Beitrag zur prozessgetriebenen Informationslogistik durch kontextorientiertes domänenübergreifendes Wissensmanagement. Aachen: Shaker, 2003
- [Köh05] Köhler, A.: Synonym für Konsequenz: Toyotas Werke gelten in Qualität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit als das Maß der Branche: Ein Blick hinter die Kulissen. Wirtschaftswoche, 7.4.2005, Nr. 15, S.96-98

- [Kom06] Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Entscheidung der Kommission vom 23. November 2006 zur Harmonisierung der Frequenzbänder für Geräte zur Frequenzkennzeichnung (RFID-Geräte) im Ultrafrequenzband (UHF). Aktenkennzeichen K(2006) 5599, 2006/804/EG
- [Krä02] Krämer, K.: Automatisierung in Materialfluss und Logistik: Ebenen, Informationslogistik, Identifikationssysteme, intelligente Geräte. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2002
- [Kuh92] Kuhn, A.; Wolf, P.; Bandow, G.: Qualitätsmanagement im logistischen Informationssystem. In: Pfohl, C.: Total Quality Management in der Logistik. 7. Fachtagung der Deutschen Gesellschaft für Logistik e.V., 13.05.1992, Darmstadt. Berlin: Erich Schmidt, 1992
- [Kuh02] Kuhn, A.: Prozessketten – ein Modell für die Logistik. In: Wiendahl, H.-P.: Erfolgsfaktor Logistikqualität: Vorgehen, Methoden und Werkzeuge zur Verbesserung der Logistikleistung. Berlin et al.: Springer, 2002
- [Kum05] Kummer, S., Einbock, M., Westerheide, C.: RFID in der Logistik: Handbuch für die Praxis. Wien: Bohmann, 2005
- [Laa02] Laakmann, F.; Wiesinger, G.; Beller, M.; Stracke, N.: Workbench: Workbench zur Unterstützung der Planung logistischer Netze. Technical Report 02003, Sonderforschungsbereich 559, Modellierung großer Netze in der Logistik, 2002
- [Laf00] Laffert, J.: Informations- und Materialflüsse in internationalen Logistiksystemen der Volkswagen AG. Kassel: Kassel University Press, 2000
- [Len00] Lenk, B.: Handbuch der automatischen Identifikation: Band 1. Kirchheim: Lenk, 2000
- [Len02] Lenk, B.: Handbuch der automatischen Identifikation: Band 2: 2D-Codes. Kirchheim: Lenk, 2002
- [Len04] Lenk, B.: Handbuch der automatischen Identifikation: Band 3: Strichcode-Praxis. Kirchheim: Lenk, 2004
- [Lew05] Lewis, C.: Going spare. In: Logistics Europe, 7/2005, Vol.13, no.7, S. 32-36
- [Lik04] Liker, J.K.: The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. New York, Chicago, et al.: McGraw-Hill, 2004
- [Lin81] Lindsay, P.-H.; Norman, D. A.: Einführung in die Psychologie: Informationsaufnahme und -verarbeitung beim Menschen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1981
- [Luk84] Lukas, G.: Logistische Aspekte der Ersatzteilversorgung. In: Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) e.V.: RKW-Handbuch Logistik. 8. Lieferung XII/84, Kenn-Nr. 4850. Berlin: 1984 (S.1-28)

- [Man76] Mann, W.E., Schäfer D., Metzger H.: Auf dem Weg zu neuen Arbeitsstrukturen, In: Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) e.V. (Hrsg.): Menschengerechte Arbeit – Erfahrungsaustausch zwischen Forschung und betrieblicher Praxis. Dokumentation zum RKW-Kongress am 6./7. April 1976 in Essen, S. 197-239, Frankfurt 1976
- [Man06] Mannel, A.: Prozessorientiertes Modell zur Bewertung der ökonomischen Auswirkungen des RFID-Einsatzes in der Logistik. Frankfurt: Deutscher Fachverlag GmbH, 2006
- [Man06a] Mannel, A.; Finger, M.: RFID auf Item-, Case- und Pallet-Ebene. In: Hebezeuge und Fördermittel, Heft 46 (2006) 1-2, Berlin, S. 38-39
- [Mau90] Maul, E.: Verfügbarkeit aus Sicht der Auftragsabwicklung. In: Verfügbarkeit von Materialfluss-Systemen. Planung, Betrieb, Maßnahmen. VDI-Berichte 833. Düsseldorf: VDI, 1990
- [Mef00] Meffert, H.: Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung: Konzepte, Instrumente, Praxisbeispiele. Wiesbaden: Gabler, 2000
- [Meh01] Mehl, F.: Komplexe Bewertungen: Zur ethischen Grundlegung der Technikbewertung. Münster, Hamburg, London: LIT, 2001
- [Mer06] Merk, J.; Schote, O.: Erfolgsfaktoren im Service Supply Chain Management der Hightech-Industrie. In: Barkawi, K.; Baader, A.; Montanus, S.: Erfolgreich mit After Sales Services: Geschäftsstrategien für Servicemanagement und Ersatzteillogistik. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006
- [Mil56] Miller, G.A.: The Magic Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. In: Psychological Review, Band 63, S. 81-97, 1956
- [Mül99] Müller, A.; Kuhn, A. (Hrsg): Eine EDV-gestützte Koordination der Logistik in Produktionsnetzwerken. Dortmund: Praxiswissen, 2000
- [Nau97] Nauck, D.; Kruse, R.: Fuzzy-Systeme und Soft Computing. In: Biethahn, J. (Hrsg.): Fuzzy Set-Theorie in betriebswirtschaftlichen Anwendungen. München: Franz Vahlen, 1997
- [Nyh06] Nyhuis, P.; Fisser, F.; Schmidt, M.: Bauteile als Informationsträger verändern zukünftige Fabriken. In: Industrie Management, 22(2006)1, S. 19-22
- [Oeh07] Oehlmann, H.: Fruchtbare Verbindung: Wie RFID und Barcode in Hybridsystemen eine sinnvolle Symbiose eingehen. In: RFID im Blick, 03/2007, S. 18-20
- [Ohn93] Ohno, T.: Das Toyota-Produktions-System. Frankfurt, New York: Campus, 1993

- [Pah07] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung: Methoden und Anwendung. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007
- [Par07] Particle Computer GmbH: Every thing communicates. Karlsruhe: 2007
- [Pfe85] Pfeffer, J.: Der kartellrechtliche Schutz der Zulieferindustrie in der Automobilbranche. München, Florentz, 1985
- [Pfl01] Pflaum, A.: Transpondertechnologie und Supply-chain-Management: elektronische Etiketten - bessere Identifikationstechnologie in logistischen Systemen? Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 2001
- [Pfo95] Pfohl, H.-C.; Ester, B.; Jarick, J.: Qualitätsmerkmale der Ersatzteilversorgung: Ergebnisse einer Kunden- und Anbieterbefragung. Arbeitspapiere zu Unternehmensführung und Logistik; Nr. 18: Technische Hochschule Darmstadt, Institut für Betriebswirtschaftslehre II, 1995
- [Pie02] Pielok, T.; Fuchs, F.: Externe Kunden-Lieferanten-Beziehungen. In: Wiendahl, H.-P.: Erfolgsfaktor Logistikqualität: Vorgehen, Methoden und Werkzeuge zur Verbesserung der Logistikleistung. Berlin et al.: Springer, 2002
- [Pöt07] Pöter, E.; Schier, A.: Sensoren im Einsatz. In: Logistik heute, 7-8/2007, S. 58-59
- [Rod73] Rodenacker, W.; Claussen, U.: Regeln des Methodischen Konstruierens: Teil I: Regeln 1 bis 4. Mainz: Otto Krausskopf, 1973
- [Rom97] Rommelfanger, H.-J.: Regelbasierte Entscheidungsunterstützung mit Fuzzy-Logik. In: Biethahn, J. (Hrsg.): Fuzzy Set-Theorie in betriebswirtschaftlichen Anwendungen. München: Franz Vahlen, 1997
- [Rot00] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen: Band 1: Konstruktionslehre. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2000
- [Rot01] Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen: Band 2: Konstruktionskataloge. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2001
- [Sch92] Schaltegger, S.; Sturm A.: Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen: Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeiten, Kriterien, Konzepte. Bern, Stuttgart, Wien, Paul Haupt, 1992
- [Sch97] Schuppert, F.: Ersatzteil. In: Bloech, J.; Ihde, G.B. (Hrsg.): Vahlens großes Logistiklexikon. München: Franz Vahlen, 1997
- [Sch99] Schulte, C. (Hrsg.): Lexikon der Logistik. München, Wien: Oldenbourg, 1999. Stichwort: Ersatzteillogistik
- [Sch99a] Schulte, C. (Hrsg.): Lexikon der Logistik. München, Wien: Oldenbourg, 1999. Stichwort: Prozesskettenmanagement

- [Sch04] Schneider, U.; Werner, D.: Taschenbuch der Informatik. München, Wien: Carl Hanser, 2004
- [Sch05] Schulte, C.: Logistik: Wege zur Optimierung der Supply Chain. München: Franz Vahlen, 2005
- [SFB06] SFB 637 (ohne Autor): Der intelligente Container: Anwendung von RFID und Sensortechnologie für autonome Transportüberwachung. Sonderforschungsbereich 637, Selbststeuernde Logistische Prozesse – Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen. Bremen, 2006
- [Sim06] Simon, G.: Netz mit doppeltem Boden. In: RFID im Blick, 06/2006, S. 32-33
- [Sot03] Sottriffer, I.: Elektromagnetische Verträglichkeit induktiver RFID-Systeme. Wissenschaftliche Berichte des Institutes für Fördertechnik und Logistiksysteme der Universität Karlsruhe (TH), Band 55. Karlsruhe: Universität Karlsruhe (TH), 2003
- [Ste06] Stein, P.: Schriftkultur: Eine Geschichte des Schreibens und Lesens. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft (WBG), 2006
- [Sti01] Stickel, E.: Informationsmanagement. München, Wien: Oldenbourg, 2001
- [Stra05] Strassner, M.: RFID im Supply-chain-Management : Auswirkungen und Handlungsempfehlungen am Beispiel der Automobilindustrie. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2005
- [Str05a] Strassner, M.; Plenge, C.; Stroh, S.: Potenziale der RFID-Technologie für das Supply Chain Management in der Automobilindustrie. In: Fleisch, E.; Mattern, F. (Hrsg.): Das Internet der Dinge: Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis: Visionen, Technologien, Anwendungen, Handlungsanleitungen. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2005
- [Tra00] Trapp, T.: Ersatzteil-Logistik für Kfz-Elektronik aus Sicht eines Automobilzulieferers. In: Effiziente Ersatzteil-Logistik. VDI-Berichte 1573. Düsseldorf: VDI-Verlag, 2000
- [Uli72] Ulich, E.: Arbeitswechsel und Aufgabenerweiterung, In: REFA-Nachrichten, 25, 4, S.265-275, 1972
- [Vah98] Vahrenkamp, R.: Logistikmanagement. München, Wien: Oldenbourg, 1998
- [VDA07] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA): Auto Jahresbericht 2007. Frankfurt: Henrich Druck + Medien GmbH, 2007
- [VDI06] VDI-Nachrichten (ohne Autor): RFID-Industrie steckt in gefährlichem Teufelskreis. VDI-Nachrichten, 49(2006)
- [VDI06a] VDI-Nachrichten (ohne Autor): Fraunhofer-Wissenschaftler knacken RFID-Probleme in Metallumgebung. In: VDI-Nachrichten, 43(2006)

- [Vog05] Vogell, K.: Entscheidungshilfe per Tastendruck. In: RFID im Blick, 09/2005, S. 36-37
- [Voj06] Vojdani, N.; Spitznagel, J.; Resch, S.: Konzeption einer systematischen Identifikation und Bewertung von RFID-Einsatzpotenzialen. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jahrgang 101(2006) 3, S. 102-107
- [Wei07] Weiss, Harald: RFID: Auf dem Prüfstand. In: Der Handel, 03/2007, S. 64-65
- [Wie90] Wiesner, W.: Der Strichcode und seine Anwendungen. Landsberg/Lech: Moderne Industrie, 1990
- [Wit59] Wittmann, W.: Unternehmung und unvollkommene Information: Unternehmerische Voraussicht, Ungewissheit u. Planung. Köln-Opladen: Westdeutscher Verlag, 1959
- [Wöh06] Wöhrle, T.: Das große Zögern. VerkehrsRundschau, 49/2006, S. 26-27
- [Wom94] Womack, J. P.; Jones, D. T.; Roos, D.: Die zweite Revolution in der Automobilindustrie: Konsequenzen aus der weltweiten Studie des Massachusetts Institute of Technology. Frankfurt (M.), New York: Campus, 1994
- [Zae05] Zäh, M. F.; Wiesbeck, M.: RFID-Einsatz in wandlungsfähigen Logistikketten. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jahrgang 100(2005), Heft 12, S. 727-730
- [Zil01] Zilker, M.: Automatisierung unscharfer Bewertungsverfahren: Modellierung und prototypische Umsetzung am Beispiel von Virtual Reality Projekten. Dresden, Techn. Univ., Diss., 2001
- [Zim91] Zimmermann, H.-J.; Gutschke, L.: Multi-Criteria-Analyse: Einführung in die Theorie der Entscheidungen bei Mehrfachzielsetzungen. Berlin et al: Springer, 1991
- [Züh96] Zühlke, D.: Mensch-Maschine-Kommunikation-heute. In: Zühlke, D. (Hrsg.): Menschengerechte Bedienung technischer Geräte. VDI-Berichte 1303. Düsseldorf: VDI, 1996
- [Züh04] Zühlke, D.: Ueware-Engineering für technische Systeme. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2004
- [Züh05] Zühlke, D.: Der intelligente Versager: Das Mensch-Technik-Dilemma. Darmstadt: Primus, 2005

9.2 Webseiten

- [Bos05] Bosch, P.; Bentenrieder, M.: Das Auto generiert Systemgeschäft: Ausgangssituation Volumen. In: Mercer Managementberatung: Systemprofit

- Automobilvertrieb 2015, München: 9/2005 [http://www.oliverwyman.com/de/pdf_files/OW_Systemprofit_Automobilvertrieb_2015\(1\).pdf](http://www.oliverwyman.com/de/pdf_files/OW_Systemprofit_Automobilvertrieb_2015(1).pdf), 05.11.2007
- [Bos05a] Bosch, P.: Die wichtigste Ertragssäule wankt: Trends bei Service und Ersatzteilen. In: Mercer Managementberatung: Systemprofit Automobilvertrieb 2015, München: 9/2005, [http://www.oliverwyman.com/de/pdf_files/OW_Systemprofit_Automobilvertrieb_2015\(1\).pdf](http://www.oliverwyman.com/de/pdf_files/OW_Systemprofit_Automobilvertrieb_2015(1).pdf), 05.11.2007
- [Bos05b] Bosch, P.; Bentenrieder, M.: Kampf um Marktanteile wird härter: Szenario 2015 Volumen. In: Mercer Managementberatung: Systemprofit Automobilvertrieb 2015, München: 9/2005
[http://www.oliverwyman.com/de/pdf_files/OW_Systemprofit_Automobilvertrieb_2015\(1\).pdf](http://www.oliverwyman.com/de/pdf_files/OW_Systemprofit_Automobilvertrieb_2015(1).pdf), 05.11.2007
- [Cra04] Cramer, F.-S.: Entwicklung eines Modells zur transponderbasierten Informationsflussgestaltung in Produktionsnetzen. Dortmund, Univ., Diss., 2004. <https://eldorado.uni-dortmund.de/handle/2003/20174>, 11.09.2007
- [Det06] Detecon International GmbH: RFID – ein Gewinn nicht nur für das Ersatzteilmanagement: Sichere Identifikation und Nachverfolgung von Originalteilen. Eschborn: Detecon Spotlight, 2006. www.detecon.com, 18.09.2007
- [Fuz07] Fuzzytech Homepage der Inform GmbH, Aachen, www.fuzzytech.de, 22.09.2007
- [Geh07] Gehrman, V.; Lempert, S.: Drahtlose Sensornetzwerke - Smart Items in der Ersatzteillogistik. In: IT&Production, Juli/August 2007, http://www.it-production.com/index.php?seite=einzel_artikel_ansicht&id=35169&st=FfmJ7&PHPSESSID=17e785a227599b87bea4a3dbb4742824, 15.12.2007
- [GS107] Komponenten (des EPSglobal-Netzwerkes), http://www.gs1-germany.de/internet/content/produkte/epcglobal/epc_rfid/epcglobal_netzwerk/komponenten/index_ger.html, 20.11.2007
- [GVA07] Gesamtverband Autoteile-Handel e.V. (GVA), www.gva.de, 05.10.2007
- [IML07] Informationsseite des Fraunhofer IML zu Projekt COBRA, Dortmund, <http://cobra.iml.fraunhofer.de:8080/>, 23.09.2007
- [IML07a] Fraunhofer IML: Realisierung sensornetzwerkbasierter Systeme für die Materialflusstechnik.
<http://www.iml.fraunhofer.de/media/mediaposter.php?mediald=4064>, 21.11.2007
- [Jan05] Jansen, R.: RFID – Technik für die Logistik: Status quo, Chancen und Perspektiven. In: VDEB-Infotag & Anwendertag RFID vom 22.09.2005; Quelle: http://www.vdeb.de/download/vortrag_it05jansen.pdf, 11.09.2007

- [Mat03] Mattern, F.; Römer, K.: Drahtlose Sensornetzwerke. www.vs.inf.ethz.ch/publ/papers/sensornetze.pdf, 05.06.2006
- [Met07] Metro Future Store: Neuer Standard für mehr Sicherheit und Leistung http://www.future-store.org/servlet/PB/menu/1007876_11_yno/index.html, 11.09.2007
- [Sag07] Homepage Sagedata Solutions Inc., www.sagedata.com/TrackIt2007/index.html, 18.02.2007
- [SFB07] Sonderforschungsbereich 637, Homepage, <http://www.sfb637.uni-bremen.de/?&L=0>, 12.09.2007
- [Son07] Homepage des Sonderforschungsbereiches 559 „Modellierung großer Netze in der Logistik“, Teilprojekt M6 – Konstruktionsregelwerke. http://www.sfb559.uni-dortmund.de/teilprojekte_m/m06.php, 11.10.2007

9.3 Normen und Richtlinien

- [DIN6763] DIN 6763 12.1985: Nummerierung; Grundbegriffe
- [DIN24420] DIN 24420-1 09.1976: Ersatzteillisten; Allgemeines
- [GVO02] Gruppenfreistellungsverordnung für den Kfz-Vertrieb. EU, 2002
- [IEE802] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): IEEE Standard for Information Technology – Telecommunication and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements. Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)
- [VDA4902] VDA-Empfehlung 4902 09.1994: Warenanhänger (barcode-fähig)
- [VDA4912] VDA-Empfehlung 4912 01.1991: DFÜ-Warenbegleitschein
- [VDA4913] VDA-Empfehlung 4913 10.1994: Daten-Fern-Übertragung von Lieferschein- und Transportdaten
- [VDA5501] VDA-Empfehlung 5501 11.2006: RFID im Behältermanagement der Supply Chain
- [VDI2221] VDI-Richtlinie 2221 05.1993: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte
- [VDI2222_1] VDI-Richtlinie 2222, Teil 1 06.1997: Konstruktionsmethodik - Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien
- [VDI2222_2] VDI-Richtlinie 2222, Teil 2 02.1982: Konstruktionsmethodik; Erstellung und Anwendung von Konstruktionskatalogen

- [VDI2225_1] VDI-Richtlinie 2225, Teil 1 11.1997: Konstruktionsmethodik - Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Vereinfachte Kostenermittlung
- [VDI2225_3] VDI-Richtlinie 2225, Teil 3 11.1998: Konstruktionsmethodik - Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Technisch-wirtschaftliche Bewertung
- [VDI3633] VDI-Richtlinie 3633 11.1996: Simulation von Logistik-, Materialfluß- und Produktionssystemen - Begriffsdefinitionen
- [VDI3780] VDI-Richtlinie 3780 09.2000: Technikbewertung: Begriffe und Grundlagen
- [VDI4472] VDI-Richtlinie 4472, Blatt 4 01.2008 (Entwurf): Anforderungen an Transpondersysteme zum Einsatz in der Supply Chain: Kosten-Nutzenbewertung von RFID-Systemen in der Logistik

10 Abkürzungsverzeichnis

ASCII	American Standard Code for Information Interchange (7-Bit-Zeichenkodierung, mit der 128 Zeichen auf Basis der englischen Sprache dargestellt werden können)
EDI	Electronic Data Interchange (elektronische Übermittlung von Informationen zwischen den Anwendungssystemen von Unternehmen)
EPC	Elektronischer Produkt Code (weltweit eindeutige Identifikation von logistischen Einheiten)
EPCIS	EPC-Informationsservices (Server zur Ablage von Informationen im EPCGlobal-Netzwerk)
IAM	Independent Aftermarket (freier Teilehandel im Ersatzteilwesen der Automobilindustrie)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
LVS	Lagerverwaltungssystem
OES	Original Equipment Services (Ersatzteilwesen der PrimärproduktHersteller der Automobilindustrie)
ONS	Object Name Server (Server zur Speicherung von Zugangsadressen im EPCGlobal-Netzwerk)
RFID	Radio Frequency Identification oder Radiofrequenzidentifikation
TPS	Toyota-Produktions-System
VDA	Verband der Automobilindustrie e.V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Anhang A Lösungssammlung und Bewertungsbaum

A.1 Lösungssammlung

Legende:

Tech. = Technologie

Inf.bea. = Informationsbearbeitung (E = Erfassen, S = Schreiben, F = Entscheidungsfindung)

A/L = Aufstellung Lesegerät (b = beweglich, s = stationär)

A/I = Aufstellung Informationsträger (siehe A/L)

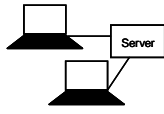
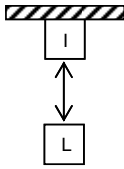
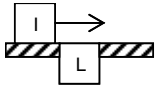
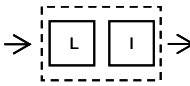
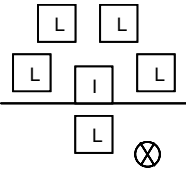
AP = Arbeitsplatz (M = geeignet für manuellen Arbeitsplatz; A = geeignet für automatischen Arbeitsplatz)

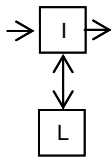
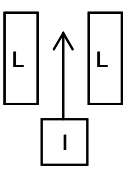
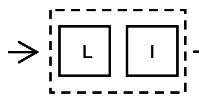
AU = Ausrichtung (E = eindeutig erforderlich; O = omnidirektional möglich)

PL = Pulklesung (j = möglich; n = nicht möglich)

Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil		
Tech.	Inf. bea.	A/L	A/I	Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung	AP	AU	PL
Man. Tätigkeit	E/S	b/s	b/s	M1	-	Manuelle Informations-bearbeitung durch Mitarbeiter	M	O	n
	F			M2	-	Leichte Entscheidung: Routineentscheidung mit <= fünf Informationen; ohne nennenswerte Denkleistung durch geübte Person intuitiv im Moment der Erfassung der Daten; Beispiel: Entscheidung, ob aufgrund Schwere einer erfassten Beschädigung Qualitätsprüfung erforderlich ist			
				M3	-	Mittlere Entscheidung: Entscheidung mit routiniertem Hintergrund mit mehr als fünf Eingangsinformationen			
				M4	-	Schwere Entscheidung: Für Person keine sehr häufige			

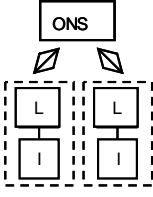
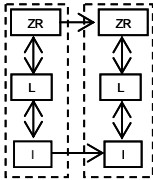
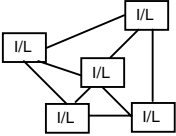
Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil					
Tech.	Inf. bea.	A/L	A/I	Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung	AP	AU	PL			
Man. Tätigkeit (Forts.)	F (Forts.)	b/s (F.)	b/s (F.)	M4		oder allgemein keine Routineentscheidung; höherer Abwägungsaufwand erford.	M (F.)	O (F.)	n (F.)			
				Klar-schrift (Hand-schrift)	E	H1	-	Lesen Handschrift	M	O	n	
S	H2	-	handschriftlich direkt auf Ebene									
	H3	-	handschriftlich auf Papier, im zweiten Schritt auf Ebene									
Klar-schrift (Druck-schrift)	E			K1	-	Lesen Druckschrift	M					
				s	b	K2				-	Einscannen in Rechnersystem	M/A
						K3				-	Computerausdruck direkt auf Ebene	
	S				K4	-	Computerausdruck auf Papier, im zweiten Schritt auf Ebene		E			
					K5	-	Lasern in Material (Einbrennen)			A		
					K6	-	während Produktion in Form eingießen/einspritzen/ einpressen					
					K7	-	nachträgliches Einpressen in Material			M/A	E/O	
	K8	-	Einsetzen vorgefertigtes Teil (z.B. Plakette mit fortlaufender Identifikationsnummer) durch Nageln/Nieten etc.									
			b	b	K9		Anbringen vorgefertigtes Schild oder Beleg (z.B. Anhängen)					
				U1, V1, W1								
				U2, V2, W2								
				U7, V14								
				U8, V15								
				U9								
				U10								
				U11								
				U12								
				U13								

Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil		
Tech.	Inf.bea.	A/L	A/I	Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung	AP	AU	PL
Rechner system	E/S/F	s	s	Z1		Arbeitsplätze mit Bildschirm und Tastatur; Serverstruktur; Beispiele: ERP-System, Lagerverwaltungsrechner	M/A (F.)	O	j
1D-/2D-Code	E	b	s	B1		Das Lesegerät wird zum Scannen an den fest installierten Informationsträger herangeführt (nur Lesen).	M	E	n
				B2		Lesegerät seitlich, ober- oder unterhalb des Informationsträgers; Informationsträger wird an Lesegerät vorbei bewegt, ggf. mit kurzem Halt (nur Lesen).			
				B3		Transportmedium, welches Informationsträger transportiert, trägt auch Lesegerät; dadurch Lesen während des Transportes möglich			
				B4		Lesetunnel mit rundum angeordneten Lesegeräten. Der Informationsträger wird bewegt, ggf. mit kurzem Halt (nur Lesen).			

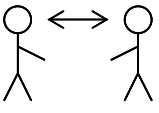
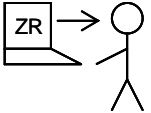
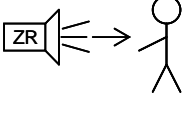
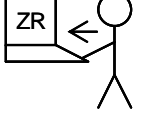
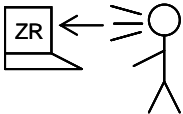
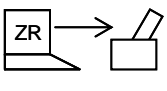
Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil		
Tech.	Inf.bea.	A/L	A/I	Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung	AP	AU	PL
1D-/2D-Code (Forts.)	E (Forts.)	b	b	B5 C5, X5, Y5, D5, E5, F5, U6		Informationsträger und Lesegerät werden zueinander geführt	M	O (F.)	n (F.)
				S	s	b	B6 C6	-	Computerausdruck direkt auf Ebene
	B7 C7	-	Computerausdruck auf Papier, im zweiten Schritt auf Ebene						
	B8 C8	-	Lasern in Material (Einbrennen)	A					
	B9C 9	-	während Produktion in Form eingießen/einspritzen/ einpressen						
	B10 C10	-	nachträgliches Einpressen in Material	M/A	E/O				
	B11 C11	-	Einsetzen vorgefertigtes Teil (z.B. Plakette mit fortlaufender Identifikationsnummer) durch Kleben/Nageln/Nieten etc.						
RFID	E/S	s	b	R1 G1, P1		Der Informationsträger wird seitlich, ober- oder unterhalb an den Lesegeräten vorbeigeführt. Der Informationsträger wird am Lesegerät vorbei bewegt, ggf. mit kurzem Halt.		O	j
				R2 G2, P2		Transportmedium, welches Informationsträger transportiert, trägt auch Lesegerät; dadurch Lesen/Schreiben während des Transportes möglich			

Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil		
Tech.	Inf.bea.	A/L	A/I	Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung	AU	AP	PL
RFID (Forts.)	E/S (Forts.)	s (F.)	b (F.)	R3		Lesetunnel mit rundum angeordneten Lesegeräten. Der Informationsträger wird bewegt, ggf. mit kurzem Halt.	M/A (F.)	O (F.)	j (F.)
				G3, P3					
				R4		Informationsträger wird um das Lesegerät herum geführt (keine Drehung Informationsträger um eigene Achse).			
				R5		Informationsträger wird vor dem Lesegerät um eigene Achse gedreht.			
				b	s	R6		Das Lese-/Schreibgerät wird an den fest installierten Informationsträger herangeführt.	M
						G6, P6			
						R7		Lese-/Schreibgerät wird um den Informationsträger herum geführt (keine Drehung Lese-/Schreibgerät um eigene Achse).	A
				G7, P7					
				R8		Das Lese-/Schreibgerät wird an oben/seitlich/unten (und/oder) angeordneten Informationsträgern vorbeigeführt. Der Informationsträger wird kontinuierlich bewegt.	M/A		
G8, P8									
b	b	R9		Informationsträger und Lesegerät werden zueinander geführt.	M				
		G9, P9							

Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil		
Tech.	Inf.bea.	A/L	A/I	Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung	AP	AU	PL
RFID (Forts.)	E	s	b	D6, E6, X6, V3	Wie R1		M/A	O (F.)	j (F.)
				D7, E7, X7, V4	Wie R2				
				D8, E8, X8, V5	Wie R3				
				D9, E9, X9, V6	Wie R4				
		D10 E10 X10 V7	Wie R5						
		b	s	D11 E11 X11 V8	Wie R6		M		
				D12 E12 X12 V9	Wie R7		A		
				D13 E13 X13 V10	Wie R8		M/A		

Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil		
Tech.	Inf.bea.	A/L	A/I	Nr.	Prinzipskizze		AP	AU	PL
RFID (Forts.)	E (Forts.)	b	b	D14 E14 X14 V11	Wie R9		M	O (F.)	j (F.)
RFID (G)	E/S	s	b	G		ONS-Struktur analog zu GS1 Germany	M/A		
RFID (P), 1D-/2D- Code (C)	E/S	s	b	C, P		Volle Information auf Zentralrechner der Partner, Referenznummer auf RFID; bei Übergang Partner zu Partner Weitergabe der vollen Information über EDI		E/O	
Sensor- netz- werk	E/S/F	b	b	S1 F6, W3, Y6		Sensornetzwerk wie beschrieben; alle Einheiten bis auf den Gateway-Knoten sind frei beweglich		O	
RFID/ Sensor- netz- werk in Kombi- nation Klar- schrift/ 1D-/2D- Code	S	s	b	D15 E15 F7 V12 W4 X15 Y7	-	Computerausdruck direkt auf Ebene, gleichzeitig Beschreiben eines RFID-Tags/Sensorknoten		E	n
				D16 E16 F8 V13 W5, X16 Y8	-	Computerausdruck auf Papier, im zweiten Schritt auf Ebene, gleichzeitig Beschreiben eines RFID-Tags/Sensorknoten			

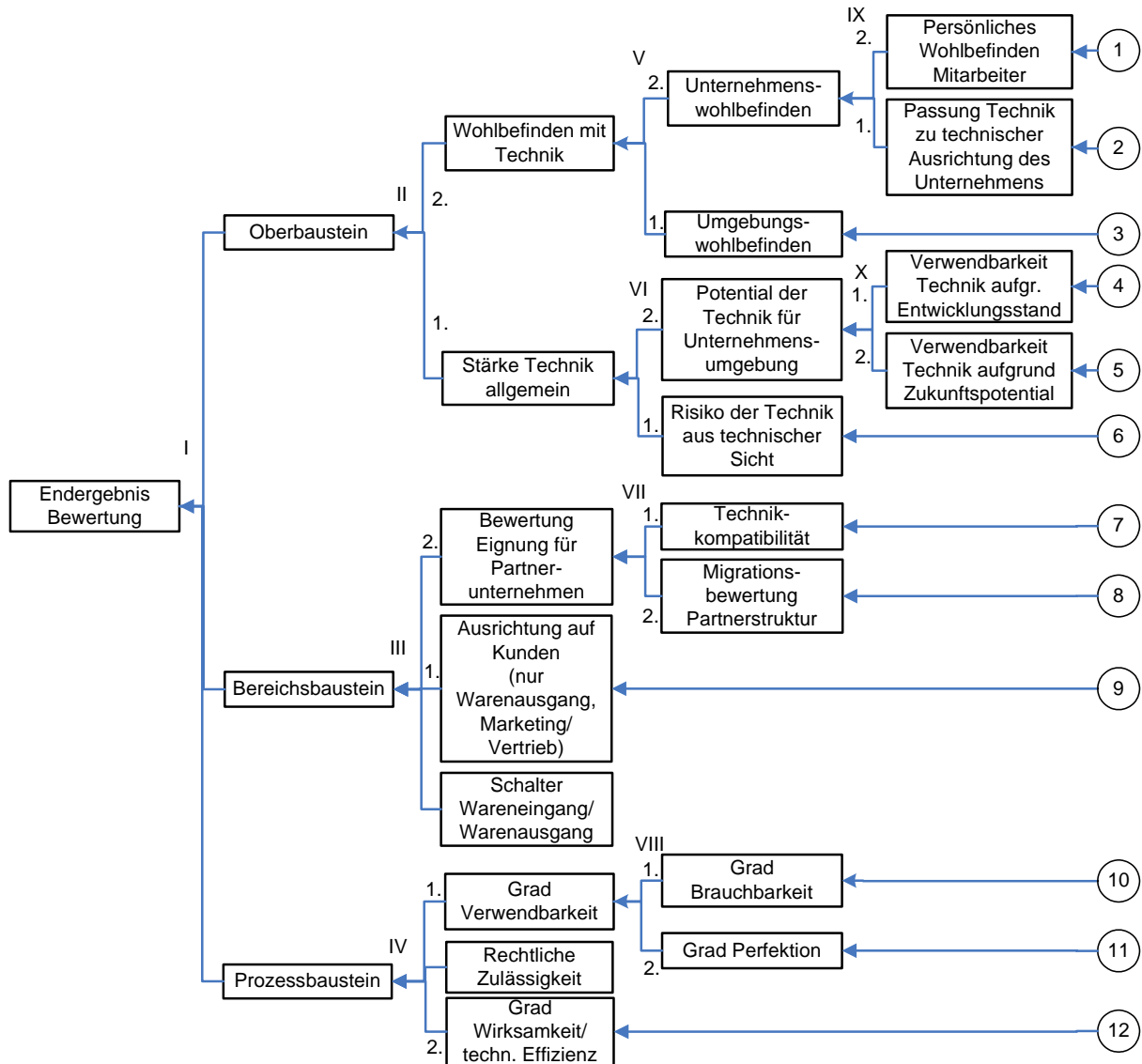
Spezielle Wirkprinzipien für Wissensverteilung

Gliederungsteil				Hauptteil			Zugriffsteil		
Tech. von	Tech. nach	A/L	A/I	Nr.	Prinzipzeichnung	Kurzbeschreibung	AP	AU	PL
Menschliche Tätigkeit	Menschliche Tätigkeit	b	b	ÜMM1		Kommunikation zwischen zwei Menschen	M	O	n
Rechner-system	Menschliche Tätigkeit	b	s	ÜZM1		Ablese Information von Bildschirm			
				ÜZM2		Akustische Übertragung über Lautsprecher (auch Headset)			
Menschliche Tätigkeit	Rechner-system	s	b	ÜMZ1		Eingabe Information über Tastatur			
				ÜMZ2		Eingabe Information über Spracheingabe			
Rechner-system	Klarschrift/1D-/2D-Code	s	s	ÜZBK1		Ausdruck 1D-/2D-Code und/oder Klarschrift			

A.2 Bewertungsbaum mit projektspezifischer Gewichtung

Legende: I. Nummer für Beschreibung der tendenziellen Gewichtung
 1. Tendenzuelle Gewichtung des Kriteriums

Gesamtübersicht



Tendenzuelle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

I: Im Prototyp erfolgt keine automatische Zusammenfassung der Ergebnisse der Bausteine zu einem Gesamtergebnis.

II: Tendenzuell wird die Stärke der Technik höher gewichtet als das Wohlbeinden mit der Technik: Zunächst muss die Technik funktionieren, um dann in einer möglichen Anwendung zu einem guten Wohlbeinden beitragen zu können.

III: Wenn der Schalter `Wareneingang/Warenausgang` auf Wareneingang gesetzt ist, so wird ohne Änderung die Bewertung "Einfluss für Partnerunternehmen" übernommen. Wenn der Schalter auf `Warenausgang` gesetzt ist, so wird die Ausrichtung auf den Kunden mit einge-

rechnet und tendenziell höher priorisiert, da die Forderungen des Kunden hohe Priorität haben. Es wird auch die Partnerstruktur mitberücksichtigt, um einzurechnen, ob hinter den Forderungen auch Taten stehen: Eine geringe Umsetzungsmöglichkeit bei Kunden und hohe, dem entgegenstehende Forderungen passen nicht zusammen. Es kann in solchen Fällen vermutet werden, dass die Forderungen später wieder zurückgenommen werden.

IV: Die rechtliche Zulässigkeit ist eine Voraussetzung der Umsetzung einer Lösung: Wenn keine Zulässigkeit gegeben ist, dann wird automatisch die Bewertung der Machbarkeit mit "sehr niedrig" eingestuft. Eine fragliche Zulässigkeit führt zu einer Reduzierung der technischen Bewertung um zwei Notenpunkte, eine wahrscheinliche Zulassung um einen Punkt. Eine gegebene Zulässigkeit lässt mit höherer Gewichtung den Grad der Verwendbarkeit einfließen. Nur für eine verwendbare Technologie wird eine hohe Effizienz interessant.

V: Aus Sicht der Wirtschaft wird das Unternehmenswohlbefinden tendenziell höher gewichtet als das Umgebungswohlbefinden.

VI: Unternehmen müssen sich immer besser gegen Angriffe von außen schützen. Dies wird besonders aufgrund der immer höheren Angreifbarkeit über Schnittstellen der Technologien erforderlich. Die technische Sicherheit einer Technologie ist für ein Unternehmen damit von hoher Bedeutung und wird tendenziell stärker bewertet als das Potential der Technik innerhalb des Unternehmens.

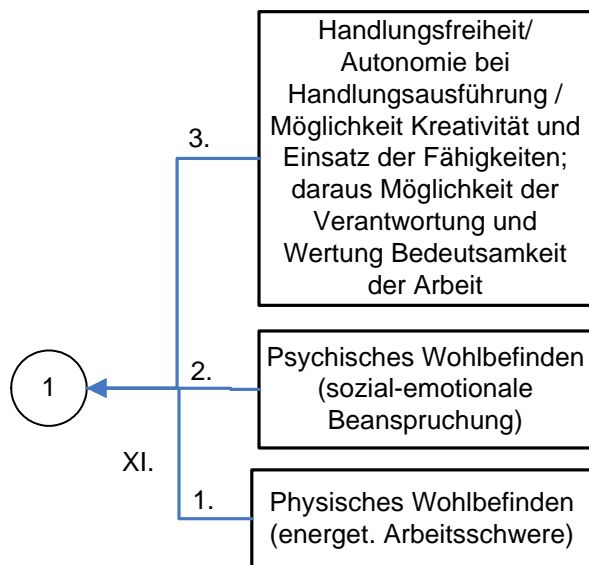
VII: Die Technikkompatibilität ist eine Eigenschaft im System, die sowohl für Einführung als auch für den Betrieb wichtig ist. Die Migrationsfähigkeit ist nur für die Einführungsphase wichtig. Damit hat die Technikkompatibilität eine langfristigere Auswirkung und wird daher tendenziell höher bewertet.

VIII: Die Brauchbarkeit wird tendenziell höher bewertet, da ohne eine gute grundsätzliche Funktion der Technik die Eigenschaften für eine `perfekte` Funktion wenig wert sind.

IX: Tendenziell wird die Passung der Technik zur technischen Ausrichtung des Unternehmens höher gewichtet.

X: Die Verwendbarkeit aufgrund des Entwicklungsstandes wird als tendenziell wichtiger angesehen als die Verwendbarkeit aufgrund des Zukunftspotentials. Es wird entsprechend gewichtet.

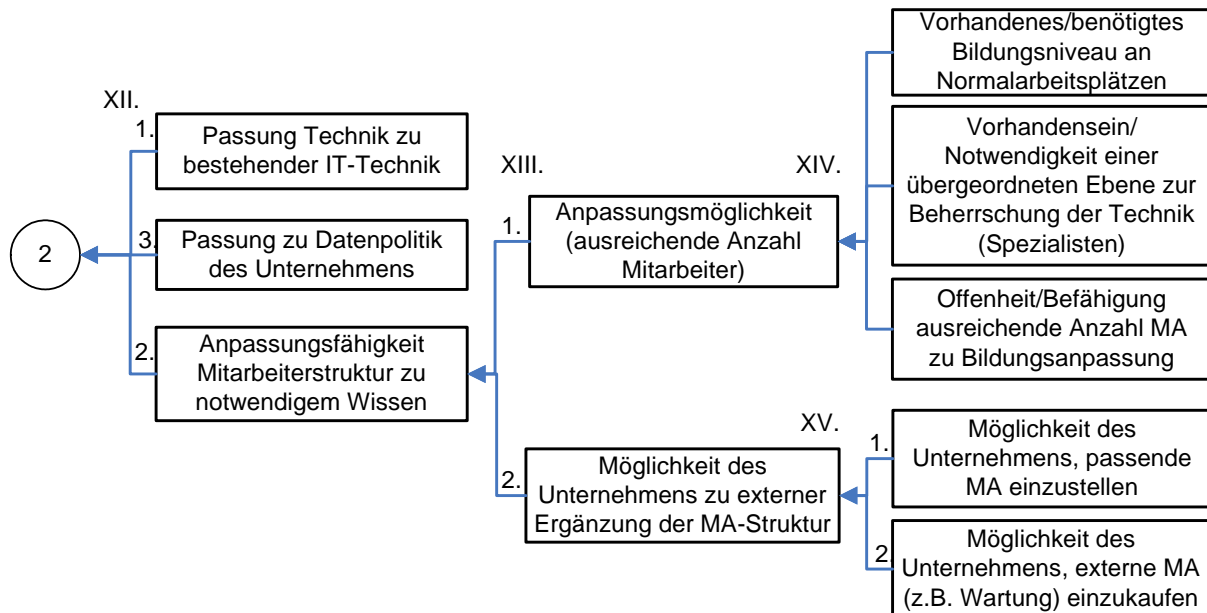
Oberbaustein/Persönliches Wohlbefinden Mitarbeiter



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XI: Analog zur Maslov'schen Bedürfnispyramide wird der Existenz und Sicherheit (Gesundheit/Sicherheit) die höchste und der Handlungsfreiheit die zweithöchste Gewichtung zugewiesen. Psychische Komponenten können durch entsprechende Maßnahmen aufgefangen werden und werden daher eher untergewichtet.

Oberbaustein - Passung Technik zu technischer Ausrichtung des Unternehmens



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XII: Die Passung der Technik zur bestehenden IT-Infrastruktur und die Anpassungsfähigkeit der Mitarbeiterstruktur werden tendenziell als wichtiger erachtet als die Passung zur Datenpolitik. Vor allem die Technikstruktur mit Schnittstellen und Datenstrukturen ist in größeren

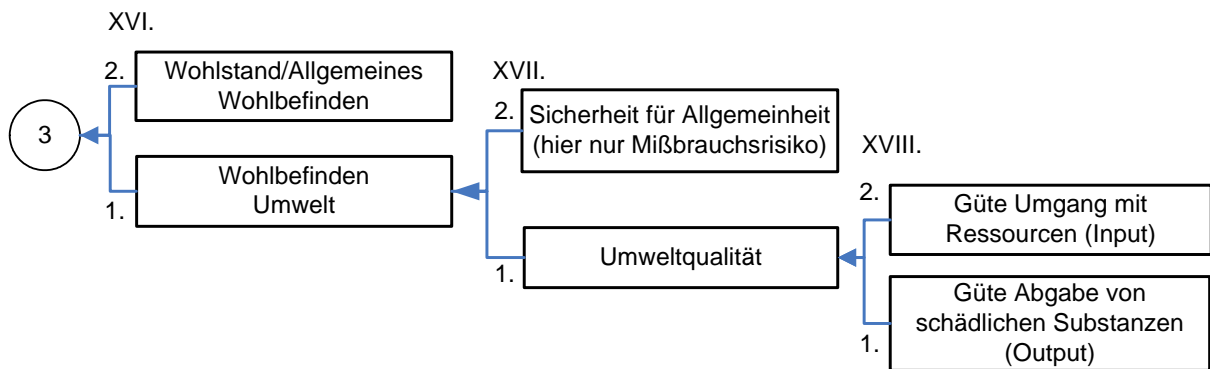
Unternehmen oftmals nur schwer anpassbar, während die Datenpolitik flexibler an neue Gegebenheiten angepasst werden kann.

XIII: Zunächst steht die Anpassung der Qualifikationen des vorhandenen Personals im Vordergrund, eine externe Beschaffung sollte aus Kostengründen (außer bei stark variierender Auslastung, die hier aber nicht zu betrachten ist) und sozialen Gründen eher eine zweite Wahl sein; entsprechend wird der erste Punkt höher bewertet.

XIV: Wenn das Verhältnis vorhanden/benötigt der beiden Qualifizierungsstufen der Arbeitsplätze ungleich hoch ist (die Spezialisten werden tendenziell stärker betrachtet, da hier eine Qualifikationsanpassung am Wahrscheinlichsten ist), so hat die Offenheit/Befähigung zur Bildungsanpassung eine hohe Bedeutung für die Gesamtbewertung; ist das Verhältnis hoch, so ist keine Bildungsfähigkeit mehr erforderlich und wird tendenziell nicht in die Bewertung einbezogen; ist die Bildungsfähigkeit/der Bildungswille hoch, so ist die Bewertung für alle Wertungen von Spezialisten/Normalarbeitsplätzen hoch (dann kann auch eine schlechte Anfangsbildung gut nachgeholt werden)

XV: Eine Gewichtung ist an dieser Stelle schwierig, da stark abhängig von der Personalpolitik des bewerteten Unternehmens: Bei einem langfristigen Einsatz wird hier aber tendenziell von einer höheren Wahrscheinlichkeit der Einstellung von benötigtem Personal ausgegangen; daher tendenziell höhere Gewichtung dieses Kriteriums.

Oberbaustein – Umgebungwohlbefinden



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

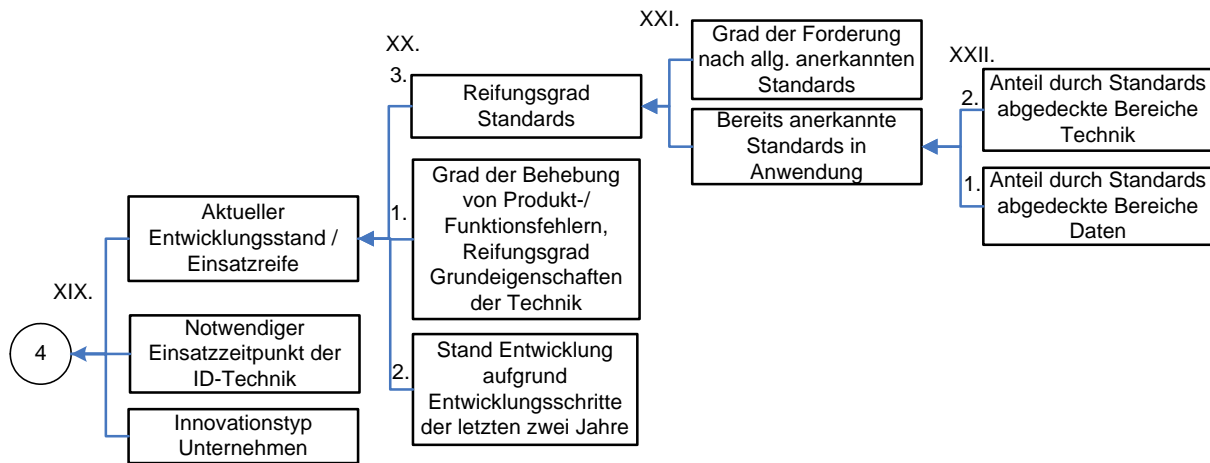
XVI: Das Wohlbefinden der Umwelt wird durch Identifikationstechnik voraussichtlich deutlich stärker tangiert als Auswirkungen durch einen möglichen Beschäftigungsverlust auf die Gesellschaft. Der Wohlstand im Sinne der Gesellschaft wird daher stark untergewichtet.

XVII: Eine mögliche Umweltbelastung, v.a. durch Entsorgung, ist durch die in der Regel großen Mengen an Einweg-Identifikationstechnik (z.B. RFID-Tags) in einer Supply-Chain eine Dauerbelastung (= höhere Gewichtung), während Probleme aus dem Missbrauchsrisiko tendenziell nur stellenweise auftreten werden.

XVIII: Bei den derzeit zu bewertenden Identifikationsverfahren steht vor allem die Entsorgungsproblematik an erster Stelle (v.a. Entsorgung RFID-Tags bzw. Sensorknoten), daher

wird tendenziell mit höherer Gewichtung der Entsorgung gegenüber der Ressourcenproblematik bewertet.

Oberbaustein – Verwendbarkeit Technik aufgrund Entwicklungsstand



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XIX: Wenn der Entwicklungsstand sehr niedrig ist, der Einsatzzeitpunkt aber weit in der Zukunft, so kann die Verwendbarkeit trotzdem generell als gut bewertet werden (es wird dabei unterstellt, dass vorhandene Probleme mittelfristig gelöst werden können); wenn die Einsatzreife bereits hoch ist, ist der Einsatzzeitpunkt unerheblich. Der Innovationstyp wird als positive/negative Tendenz eingerechnet (kurz-/mittelfristiger Einsatzzeitpunkt wird bei einem innovationsfreudigen Unternehmen besser bewertet als bei einem abwartenden), dabei ergibt sich nur eine Änderung der Gesamtbewertung bei einer Einsatzreife von mittelniedrig bis mittelhoch: Eine sehr niedrige und niedrige Einsatzreife wird auch für innovationsfreudige Unternehmen als zu gering betrachtet, bei einer hohen und sehr hohen Einsatzreife ist das Produkt so gut, dass es für abwartende wie auch für innovative Unternehmen gleichermaßen einsetzbar ist.

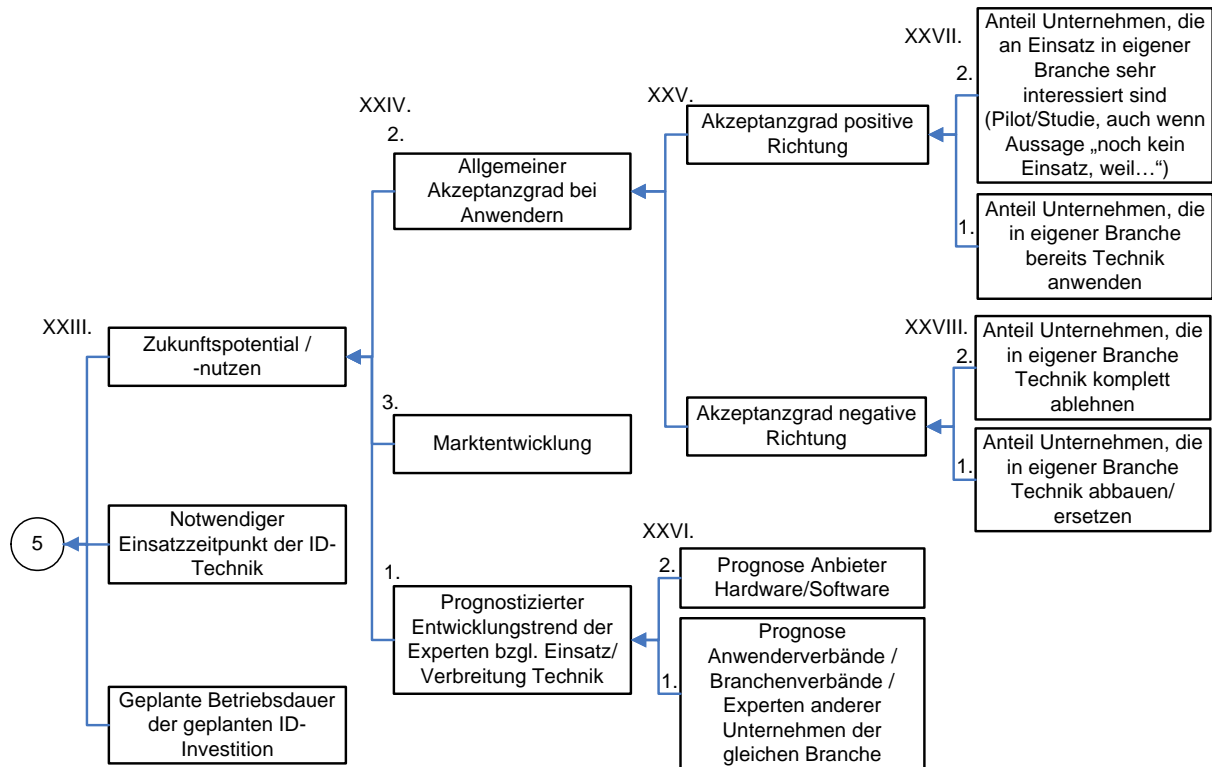
XX: Die Bewertung der Behebung von Produktfehlern wird tendenziell am Höchsten bewertet, da ohne einen bestimmten technischen Reifegrad eine Technik nicht sinnvoll einsetzbar ist; der Reifegrad der Standards ist ebenfalls wichtig für die Verwendung, kann aber je nach Konstellation auch durch Insellösungen überbrückt werden (daher tendenziell etwas schwächer gewichtet). Die Bewertung der Entwicklungsschritte der letzten zwei Jahre zeigt nur ein Indiz für den Entwicklungsstand und wird daher nur stärkend/schwächend für die Gesamtbewertung eingesetzt.

XXI: Bereits anerkannte Standards (sehr hoch bewertet) stellen die höchste Stufe im Reifungsgrad von Standards dar und dieser Umstand erlangt damit hohe Gewichtung in der Gesamtbewertung. Ist die Standardisierung erst in mittlerem oder geringem Fortschrittsstadium, so gilt: Ein niedriger Grad an Forderungen nach Standards bedeutet, dass ggf. die Unternehmen eher proprietäre Lösungen anstreben und der Grad an Standardisierung ausreicht:

Die Gesamtwertung wird angehoben gegenüber der Wertung der anerkannten Standards. Ein hoher Grad an Forderungen bedeutet entsprechend eine Abwertung.

XXII: Am Beispiel von der Technologie RFID zeigt sich aktuell, dass die Definition gemeinsamer Datenstandards schwieriger ist als die Einigung auf technische Standards: Entsprechend zählt das Vorhandensein von Datenstandards tendenziell höher.

Oberbaustein – Verwendbarkeit Technik aufgrund Zukunftspotential



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XXIII: Wenn der geplante Einsatzzeitpunkt kurzfristig ist und die Einsatzdauer eher gering, dann ist ein geringes Zukunftspotential durchaus akzeptabel; dies ändert sich mit steigenden Werten zu Einsatzzeitpunkt und -dauer ins Negative. Eine Technik mit hohem Zukunftspotential wird über die gesamte Nutzungsdauer positiv bewertet.

XXIV: Dem allgemeinen Akzeptanzgrad und den Entwicklungsprognosen der branchennahen Verbände wird eine höhere Prognosesicherheit für das betrachtete Unternehmen zugetraut als einer (allgemeinen) aktuellen Markteinschätzung, die daher nur eine leichte Wirkung in der Gesamtbewertung bekommt. Wenn der Akzeptanzgrad mit "neutral" bewertet wird, erfolgt die Ermittlung des Zukunftspotenzials über Marktentwicklung und Entwicklungsprognosen (diese Konstellation kann z.B. bei der Bewertung einer sehr innovativen Technik, aktuell z.B. Sensornetzwerktechnologie, Verwendung finden). In beiden Fällen wird die Prognose der Experten tendenziell am Höchsten gewichtet

XXV: Eine positive Akzeptanz zeigt eine Bewegung innerhalb einer Branche an und wird daher tendenziell höher gewichtet als eine ablehnende Haltung. Wenn sowohl negativer als

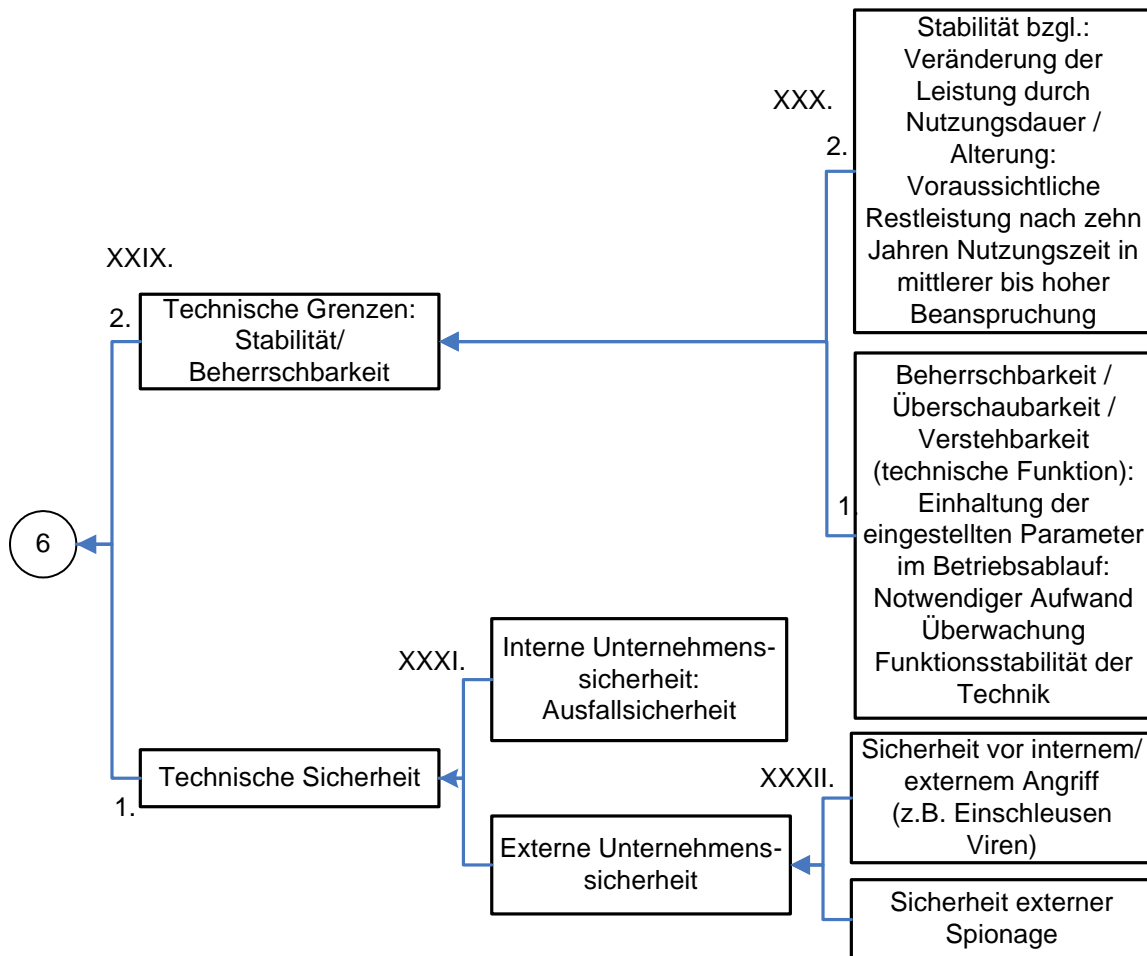
auch positiver Akzeptanzgrad sehr niedrig oder niedrig sind, so besteht ein sehr großer Block an Unternehmen in der Branche, in dem noch nicht über die Technik nachgedacht wurde oder mindestens keine Meinung dazu besteht. In diesem Falle wird der Akzeptanzgrad auf "neutral" gestellt. Ebenfalls "neutral" wird gewertet, wenn sowohl ein hoher Anteil negativer wie auch positiver Akzeptanz eingetragen wird (= unsinnige Einstellung). Ansonsten wird keine neutrale Bewertung vergeben.

XXVI: Tendenziell werden die Prognosen von Verbänden und anderen Unternehmen höher gewichtet, da sie tendenziell neutraler sein werden als die Prognosen von am Umsatz interessierten Anbietern von Software/Hardware. Dies gilt besonders bei neuen Technologien, die Anbieter am Markt platzieren möchten.

XXVII: Wenn Unternehmen eine Technik bereits einsetzen, so wird das tendenziell als stärkeres Signal für eine Technik gewertet als ein bloßes Interesse an der Technik.

XXVIII: Wenn Unternehmen eine Technik bereits abbauen, so wird das tendenziell als stärkeres Signal gegen eine Technik gewertet als eine Ablehnung der Technik.

Oberbaustein – Risiko der Technik aus technischer Sicht



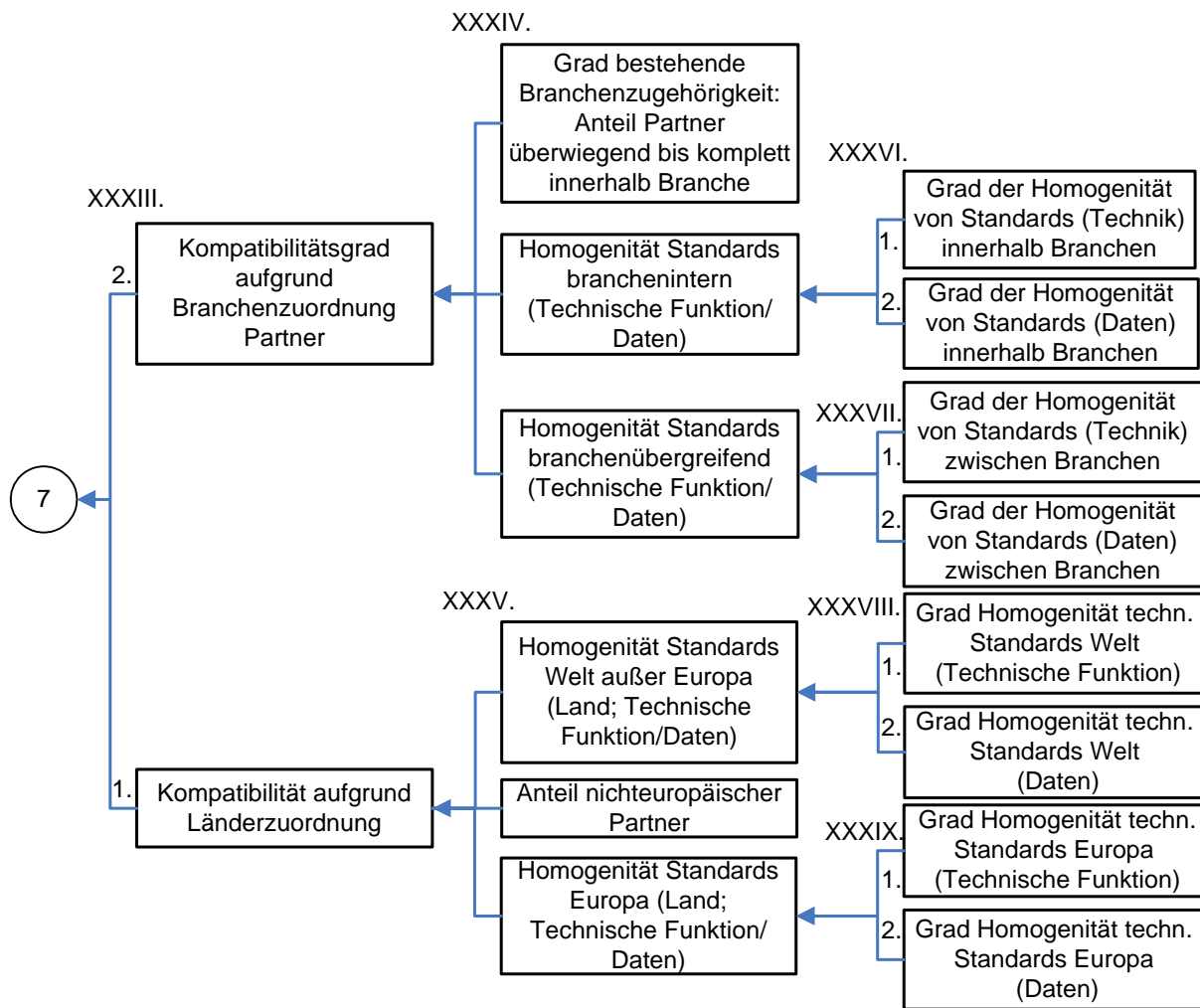
Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XXIX: Die technische Sicherheit wird tendenziell höher bewertet als die technischen Grenzen; Grund: Vor allem bei der externen Sicherheit kann es zu einer ernsthaften Gefährdung der Wettbewerbsfähigkeit kommen. Die technischen Grenzen zeigen dagegen vor allem wirtschaftliche Auswirkungen durch hohe Wartungs- oder Austauschintensität an, die im Vergleich zu Sicherheitslücken eher zu verkraften sind.

XXX: Die Stabilität im Betriebsablauf ist tendenziell wichtiger als die Stabilität über die Nutzungsdauer, da ein im Tagesbetrieb im Extremfall ständig zu kontrollierendes System wesentlich mehr Kosten verursacht als eine schlechtere Lebensdauer der Technik.

XXXI/XXXII: Sicherheit ist für ein Unternehmen für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit sehr wichtig. Dazu sind alle möglichen Angriffe auszuschließen. Aufgrund dessen bestimmt die jeweils schlechtere Bewertung der Einzelkriterien die Tendenz der Gesamtbewertung.

Bereichsbaustein – Technikkompatibilität



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XXXIII: Der betrachtete Bereich, Ersatzteilwesen der Automobilindustrie, ist überwiegend in nur zwei Branchen tätig: Handel (IAM) und OEM (OES). Die Tätigkeit ist jedoch in der Regel sehr international ausgerichtet, so dass die länderspezifische Kompatibilität für diesen Bereich wichtiger sein wird. Daher wird bei der Regelerstellung tendenziell eine höhere Gewichtung auf die länderspezifische Kompatibilität gelegt.

XXXIV/XXXV: Ist der betrachtete Anteil der Partner (z.B. nichteuropäisch, zur Branche gehörend) sehr niedrig, so wird die Bewertung von dem Gegenstück (entsprechend: Europäisch, nicht zur Branche gehörend) als Gesamtbewertung verwendet; mit steigendem Anteil der betrachteten Partnerteile geht die Gewichtung in Richtung dieser Bewertung.

XXXVI - XXXIX: Wenn ein Partner sich für unterschiedliche Kunden oder Lieferanten auf unterschiedliche Technik einstellen muss, so ist dies mit hohem Aufwand in Einrichtung/Wartung (Kauf/Pflege unterschiedliche Hardware und ggf. Software) UND Betrieb (ggf. ständiger Wechsel der Hardware im Betrieb mit entsprechender Kontrolle) verbunden.

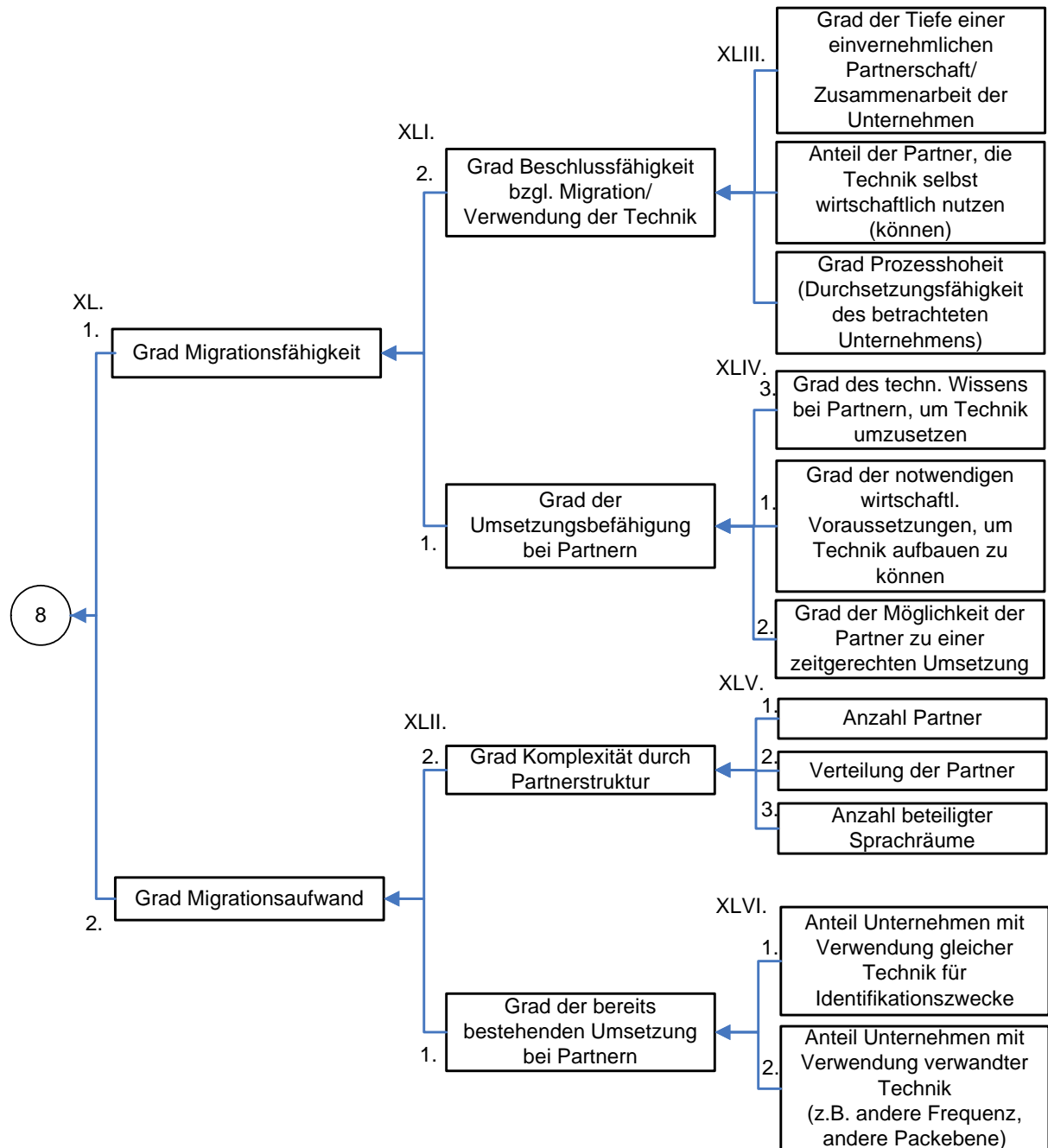
Müssen unterschiedliche Datenstandards berücksichtigt werden, so ist ebenfalls bei der Einrichtung/Wartung ein höherer Aufwand zu betreiben (Einrichtung und Pflege paralleler Stan-

dards), im Betrieb ist meistens keine ständige Überprüfung und entsprechende Einstellung erforderlich (in der Regel Steuerung durch Software im Hintergrund; vernachlässigt: handschriftliche/manuelle Datenbehandlung)

Hier Prämisse: Keine Möglichkeit der Kombination verschiedener Technikstandards in einem Gerät, ansonsten auch bei Technik Betrieb einfacher (Beispiel RFID: Derzeit ist Kombination nicht am Markt erhältlich).

Eine technische Heterogenität wird daher in allen Fällen tendenziell höher bewertet.

Bereichsbaustein – Migrationsbewertung Partnerstruktur



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XL: Ähnlich wie bereits in anderen Regelbasen wird auch hier tendenziell der Migrationsfähigkeit eine höhere Gewichtung beigemessen wie dem Migrationsaufwand. Die im Zuge der Migrationsfähigkeit bewerteten Kriterien haben neben der Einrichtung auch Einfluss auf den Betrieb der Technik, der Migrationsaufwand hat nur Einfluss auf die verhältnismäßig kurze Einführungsphase.

XLI: Grundlegend wichtig ist die Umsetzungsbefähigung der Partner. Ohne die wesentlichen Voraussetzungen für die Umsetzung ist auch ein schneller Beschluss für einen Einsatz von Technik nicht zielführend. Daher wird die Umsetzungsbefähigung höher gewichtet als die Beschlussfähigkeit.

XLII: Wenn die beteiligten Partner bereits durch laufende oder ohnehin geplante Umsetzungen einen Teil der Arbeiten geleistet haben, so kann dies im Projektverlauf tendenziell auch eine höhere Komplexität der Partnerstruktur ausgleichen und wird daher höher gewichtet.

XLIII: Die Migration zu einer neuen Technologie generiert die geringsten Probleme, wenn die beteiligten Partner ebenfalls Vorteile von der Technologie haben. In diesem Falle wird die Migrationsfähigkeit stark positiv beeinflusst (in diesem Falle also tendenziell höchste Priorität). Wenn dies nicht der Fall ist, hängt die Umsetzung des Technikwunsches eines Unternehmens von der Kooperationsfähigkeit bzw. dem Durchsetzungsvermögen des Unternehmens ab: Eine vertrauensvolle Zusammenarbeit von Partnern stellt eine gute Grundlage für eine mögliche Einigung dar, definitiv wird ein Unternehmen aber seine Wünsche am Besten durchsetzen können, wenn es in der Partnerstruktur ein hohes Durchsetzungsvermögen besitzt: Das Durchsetzungsvermögen hat im Falle eines nicht gut bewerteten wirtschaftlichen Nutzens also für die Partner die höchste Gewichtung, die Bewertung der vertrauensvollen Zusammenarbeit verstärkt Tendenzen bei der Gewichtung ins Positive/Negative.

XLIV: Ein fehlendes technisches Wissen kann in der Aufbauphase durch den Einkauf von technischen Beratern aufgefangen werden, wirkt sich aber im Betrieb auf die eigenständige und sachgerechte Nutzung der Technologie aus (tendenziell mittlere Gewichtung).

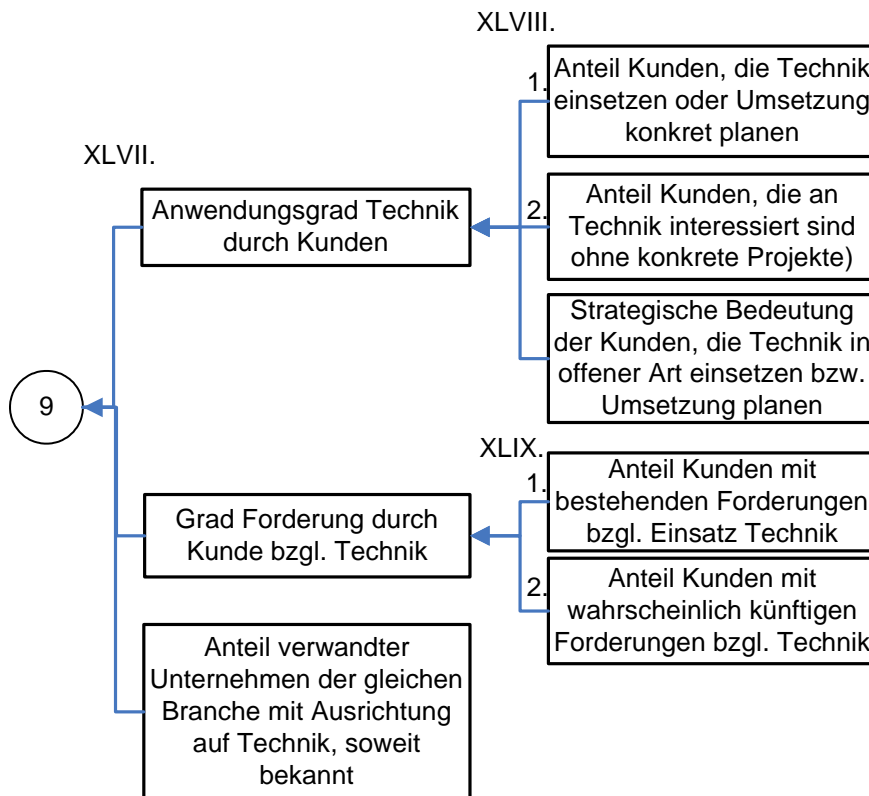
Zeit spielt zwar in der Logistik und damit auch bei der strategischen Ausrichtung eine große Rolle. Zeitliche Restriktionen sind jedoch häufig durch Kapazitätsengpässe gekennzeichnet, die wiederum bei Bedarf durch den Einkauf von Externen aufgefangen werden kann.

Von grundlegender Natur sind die wirtschaftlichen Voraussetzungen, durch die erst der Aufbau einer tragfähigen (nicht durch Unternehmen oder andere Partner subventionierten) Struktur möglich wird und durch die die beiden ersten Kriterien ggf. unterstützt werden können. Dieser letzte Punkt bekommt daher die tendenziell oberste Priorität).

XLV: Die Erfahrung aus vielen IV-Projekten zeigt, dass tendenziell die Anzahl der Partner den größten Einfluss auf die Komplexität hat. Die Verteilung hat einen geringeren Einfluss und die Anzahl der Sprachräume hat durch die Festlegung einer gemeinsamen Projektsprache (i.d.R. Englisch) den geringsten Einfluss.

XLVI: Die Bewertung, in wieweit die Partner bereits die gleiche Technologie verwenden, wird tendenziell höher bewertet als die Verwendung von verwandter Technologie.

Bereichsbaustein – Ausrichtung auf Kundenseite (nur Warenausgang, Marketing/Vertrieb)



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

XLVII: Forderungen werden am Höchsten gewichtet, allerdings wird nur dann die Bewertung der Forderungen in voller Höhe bewertet, wenn auch ein gewisser Anwendungsgrad der Technik (Umsetzung/im Einsatz) bei den Kunden vorliegt (ansonsten haben Forderungen keinen konkreten Hintergrund und könnten auch bei Kunden nach einiger Zeit wieder in den Hintergrund treten).

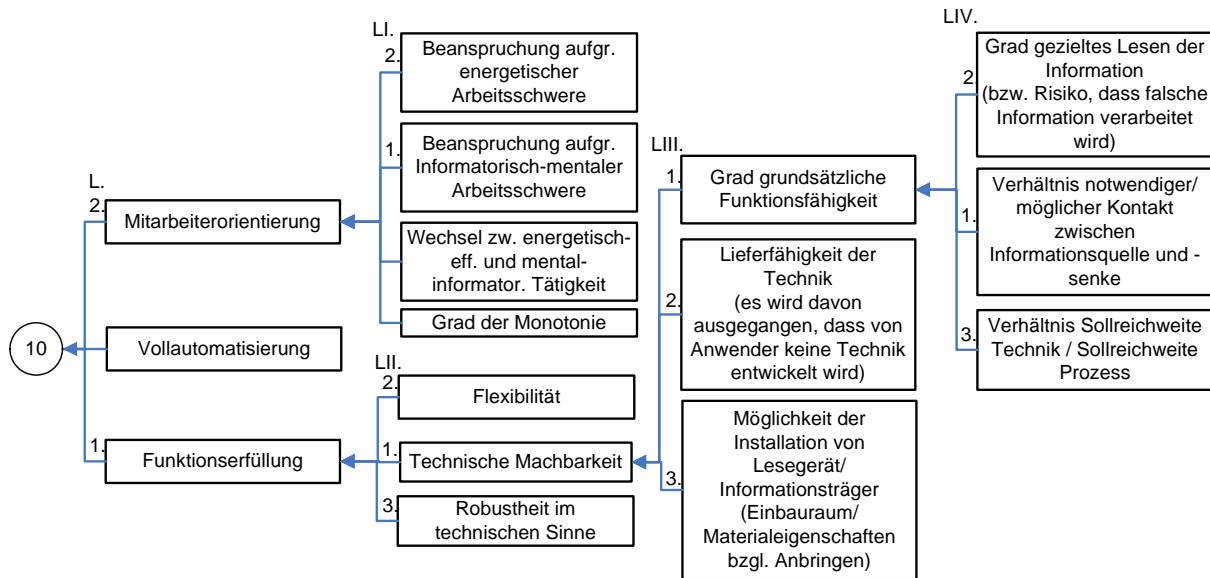
Die Anstrengungen des Wettbewerbs bekommen besonders bei Forderungen im mittleren Bereich und einer geringeren Anwendung durch den Kunden Gewicht. In diesem Falle wird der Kundenforderung auch bei einer geringen tatsächlichen Anwendungsrate eine höhere Gewichtung beigemessen.

Wenn nur ein geringer Anforderungsdruck vorliegt, aber ein hoher oder sehr hoher Einsatz der Technik beim Kunden und ggf. auch Aktivitäten des Wettbewerbs bekannt sind, dann ergibt sich auch in der Gesamtwertung eine höhere Bewertung, um die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern und ggf. Kunden von sich aus die Technik anzubieten.

XLVIII: Höheres Gewicht haben die Bewertungen, ob der Kunde die Technik einsetzt oder eine Umsetzung konkret plant. Ein Interesse des Kunden hat nur eine Auswirkung, wenn die ersten beiden Kriterien keine eindeutige Wertung ergeben.

XLIX: Bestehende Forderungen haben tendenziell für die Wertung eine höhere Bedeutung als wahrscheinliche künftige Forderungen.

Prozessbaustein - Grad Brauchbarkeit



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

L: Die Funktionserfüllung ist absolute Voraussetzung und bekommt damit die höchste Gewichtung. Steht die Wertung Vollautomatisierung auf "nicht automatisiert", so wird die Mitarbeiterorientierung berücksichtigt, bei der Stellung "automatisiert" wird die Mitarbeiterorientierung gar nicht berücksichtigt. Wenn die Funktionserfüllung extrem niedrig oder niedrig bewertet wird, dann wird diese Bewertung übernommen ohne Berücksichtigung der anderen Kriterien.

LI: Die Belastungen/Beanspruchungen durch energetische und die informatorische Tätigkeit sind die wichtigsten Parameter, die bezogen auf das einzelne Wirkprinzip den Mitarbeiter tangieren (tendenziell wird die informatorische Tätigkeit höher gewichtet, da bei der Bewertung von Identifikationstechnologien tendenziell eher informatorische Tätigkeiten anfallen werden). Ein Wechsel zwischen den beiden Belastungsarten wirkt sich als positive Tendenz auf das ermittelte Ergebnis aus. Eine monotone Arbeit wirkt sich durch eine negative Tendenz auf das Gesamtergebnis aus.

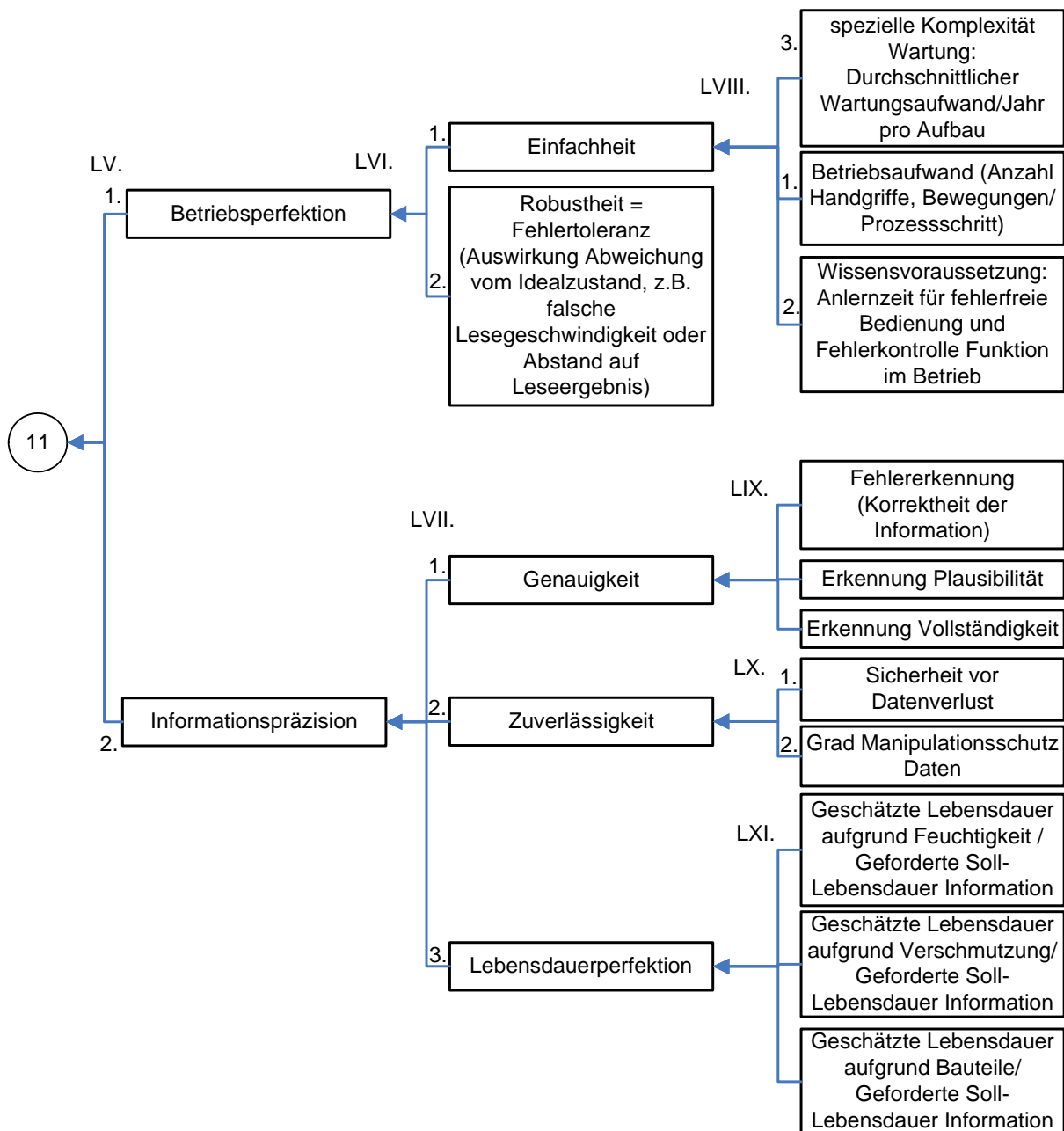
LII: Die technische Machbarkeit ist die Grundlage für eine Funktionserfüllung (tendenziell höchste Gewichtung); Flexibilität ist für die Wettbewerbsfähigkeit von hoher Bedeutung (zweithöchste Gewichtung). Die wirtschaftlichen Auswirkungen durch fehlende technische Robustheit sind dagegen tendenziell weniger entscheidend.

LIII: Ohne eine möglichst gute Funktionsfähigkeit ist eine Technik in der Informationslogistik wertlos (daher höchste Gewichtung). Erst anschließend wird die Lieferfähigkeit interessant (daher mittlere Gewichtung). Die Bewertung des Einbauraumes führt im Falle eines nicht passenden Einbauraumes zu einer Abwertung um eine Benotungsstufe der Benotung, an-

sonsten hat der Punkt keine Auswirkung. Ist eine Technologie nicht lieferbar, sollte durch die Nutzer ein Abbruch der Bewertung erfolgen.

LIV: Als wichtigstes Kriterium und Grundlage eines Informationsaustausches wird die Kontaktfähigkeit zwischen Informationsquelle und -senke angesehen, daher wird ihr tendenziell die oberste Priorität zugewiesen. Ebenso grundsätzlich ist der Grad der gezielten Lesbarkeit. Ein nicht ideales Verhältnis der Sollreichweite zu der Istreichweite kann in vielen Fällen durch Maßnahmen aufgefangen werden (z.B. Verringerung Durchfahrtsbreite Lesetor; dies führt natürlich zu Einschränkungen im Betrieb).

Prozessbaustein – Grad Perfektion



Tendenzielle Gewichtung der Kriterien in Anwendungsbeispiel:

LV: Wenn notwendig, wird die Brauchbarkeit tendenziell höher bewertet als die Informationspräzision.

LVI: Die Einfachheit wird tendenziell höher gewichtet wie die Robustheit.

LVII: Die Genauigkeit ist die absolute Grundlage für eine sinnvolle Informationslogistik über die gesamte Lebensdauer der Information - sind Informationen nicht korrekt, vollständig und plausibel, so ist das gesamte Informationssystem wertlos. Daher bekommt dieses Kriterium die höchste Gewichtung. Aber auch die Zuverlässigkeit im Sinne eines möglichen Datenverlustes während der gesamten Lebensdauer ist eine wichtige Voraussetzung, so dass dies mit hoher bis tendenziell mittlerer Gewichtung berücksichtigt wird. Die Lebensdauerperfektion hat "nur" Auswirkungen auf die langfristige Qualität der Informationen, daher tendenziell geringere Gewichtung. Ist die Lebensdauer mit einer gesicherten Wahrscheinlichkeit nicht ausreichend, so ist dies für den Nutzer ein Ausschlusskriterium für die gesamte Bewertung.

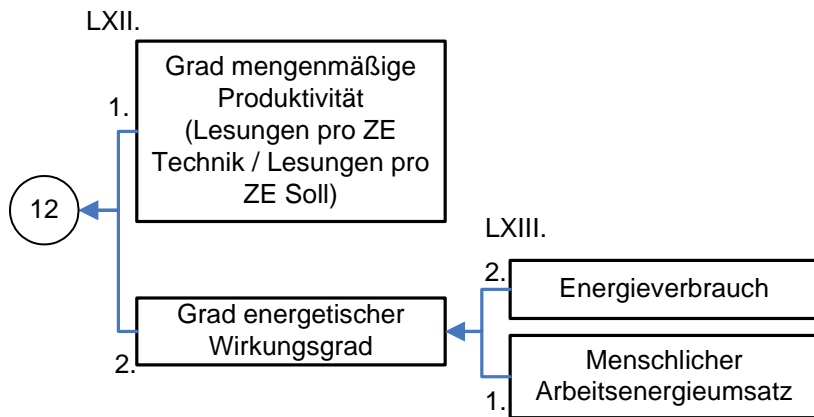
LVIII: Wartung von Informationstechnologie ist in der Regel nur ein sehr kleiner Posten und wird daher klar untergewichtet. Die Anlernzeit kommt relativ selten zum Tragen - bei der Einführung der Technik und beim Anlernen neuer Mitarbeiter (wobei ggf. relativ hohe Fluktuation in Lagern plus Aushilfskräfte), daher zweitniedrigste Priorität. Der Betriebsaufwand hat dagegen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und wird daher am Höchsten gewichtet.

LIX: Information erlangt als "Auslöser und Beurteilungsmaßstab aller unternehmerischen Tätigkeiten" die Rolle eines Produktionsfaktors neben Mensch, Material und Kapital. Ohne einen qualitativen Inhalt der Information ist sie allerdings wertlos und kann als Produktionsfaktor großen Schaden im Unternehmen anrichten. Zwischen Korrektheit, Plausibilität und Vollständigkeit kann es keine Gewichtungsabstufung geben - in nicht eindeutigen Fällen wird nach der häufigsten Bewertung entschieden.

LX: Beide Kriterien sind nahezu gleichwertig wichtig für einen zuverlässigen Betrieb einer Technik zur Unterstützung der Informationslogistik. Hauptaufgabe eines Informationsträgers ist das zuverlässige Speichern von Informationen. Daher wird auf diesen Gesichtspunkt die tendenziell höchste Gewichtung gelegt.

LXI: Eine Priorisierung ist in diesem Falle nur schwierig vorzunehmen, da bei der Betrachtung der Wertschöpfungs- und Nutzungskette, die Ersatzteile im Automobilbereich durchlaufen, an unterschiedlichen Stellen Gefährdungen für die Lebensdauer des Informationsträgers auftreten. Es wird eine Bewertung nach der größten Häufigkeit an Einzelbewertungen vorgenommen (z.B. mittel/hoch/hoch = hoch). Tendenziell wird die Lebensdauer aufgrund der Bauteillebensdauer am höchsten bewertet (wirkt sich nur in niedrigem Bereich aus (n/m/h). Es ist separat zu prüfen, ob eine Lebensdauer generell zu einem Ausschluss einer Technologie führt und darüber ggf. die gesamte Bewertung grundsätzlich abzubrechen ist.

Prozessbaustein – Grad Wirksamkeit/Technische Effizienz



Gewichtung der Kriterien in Anwendung:

LXII: Eine hohe Produktivität im Lager ist einer der zentralen Gründe für die Verwendung von Informationstechnologie. Daher wird sie in den Vordergrund gestellt und tendenziell höher bewertet als der energetische Wirkungsgrad.

LXIII: Da der Energiebedarf bei allen betrachteten Technologien eher zu vernachlässigen ist, wird er nur sehr minimal in die Bewertung aufgenommen. Höher gewichtet ist damit der Arbeitsenergieumsatz der Mitarbeiter, womit die Belastung durch das Wirkprinzip dargestellt wird.

A.3 Linguistische Variable im Bewertungsbaum

Linguistische Variable Oberbaustein

Eingabekriterium	(Z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Handlungsfreiheit / Autonomie bei Handlungs-ausführung / Möglichkeit Kreativität	Z	0-6	sehr niedrig, mittelniedrig, mittelhoch, sehr hoch	0,0,2	0,2,4	2,4,6	4,6,6	4,6,6	Punktevergabe 1-6 möglich, auch Zwischenwerte: 0 - Handlungen unterliegen klarer Handlungsrichtlinie; Einhaltung für Funktionsfähigkeit tendenziell zwingend erforderlich 2 - Technik läßt eingeschränkten Handlungsspielraum; Festlegung nur an Schnittstellenpunkten 4 - Technik schränkt weder ein noch Unterstützung des Kreativitätsanteil 6 - Technik erfordert hohe Kreativität/Handlungsautonomie des MA, dadurch hoher Einsatz Fähigkeiten des Mitarbeiters
Psychisches Wohlbefinden (sozial-emotionale Beanspruchung) (VDI3780)	R	0-6	gering, mittel, hoch	0,0,3	0,3,6	0,6,6	%	%	In der Bewertung sind inbegriffen: Erwartete subjektive Einschätzung der MA bzgl. Selbstbestimmung, Überwachung durch den Auftraggeber, Arbeitsplatzsicherheit, Auswirkung auf Gesundheit; (Höherbewertung im Falle geplanter Maßnahmen wie Information/Schulung?) Punktevergabe 1-6 möglich, auch Zwischenwerte (z.B. 5): 0 - starke Ablehnung und Angst gegenüber der Technik durch Mitarbeiter wahrscheinlich 2 - tendenziell eher negative Einstellung und Befürchtungen gegenüber der Technik 4 - neutral; Mitarbeiter sehen voraussichtlich keine positiven/negativen Auswirkungen 6 - Mitarbeiter sind voraussichtlich positiv der neuen Technologie gegenüber aufgeschlossen
Physisches Wohlbefinden (energetische Arbeitsschwere) (VDI3780)	Z	0-6	gering, mittel, hoch	0,0,3	0,3,6	0,6,6	%	%	Punktevergabe 1-6 möglich, auch Zwischenwerte (z.B. 5): 0 - hohe, ständige Gesundheitsgefährdung aller Beteiligten auch bei Bedienung unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften im Normalbetrieb 2 - Gesundheitsgefährdung im Normalbetrieb unter speziellen Voraussetzungen möglich 4 - Gesundheitsgefährdung nur bei unsachgemäßer Bedienung/im Normalbetrieb unter Beachtung der Sicherheitsvorschriften vollkommen ungefährlich 6 - keinerlei Gefährdung bei sachgemäßer und unsachgemäßer Bedienung

Eingabekriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Vorhandensein/ Notwendigkeit einer übergeordneten Ebene zur Beherrschung der Technik (Spezialisten)	A, teilweise Z	0-6	nicht vorhanden, weitgehend vorhanden, durchgehend vorhanden	0,0,4	0,4,6	4,6,6	%	%	notw. Spezialisten durchgehend vorhanden (6); überwiegend vorhanden (4); tendenziell nicht vorhanden (2); nicht vorhanden (0); Zwischenwerte möglich
Vorhandenes/ benötigtes Bildungsniveau an Normalarbeitsplätzen	A, teilweise Z	0-6	nicht vorhanden, weitgehend vorhanden, durchgehend vorhanden	0,0,4	0,4,6	4,6,6	%	%	notw. Bildungsniveau Mitarbeiter durchgehend vorhanden (6); überwiegend vorhanden (4); tendenziell nicht vorhanden (2); nicht vorhanden (0); Zwischenwerte möglich
Offenheit/Befähigung ausreichender Anzahl vorhandener MA zu Bildungsanpassung	A, teilweise Z	0-6	nicht vorhanden, weitgehend vorhanden, durchgehend vorhanden	0,0,4	0,4,6	4,6,6	%	%	MA alle geeignet/bereit für Anlernen an neuer Technik (6); MA teilweise geeignet (4); MA weitgehend nicht geeignet(2); MA nicht geeignet (0) (Bereitschaft wird in "psychischem Wohlbefinden" abgedeckt)
grundsätzliche Möglichkeit des Unternehmens, passende MA einzustellen	A	0-6	nicht möglich, möglich	0,0,6	0,6,6	%	%	%	Einstellung bereits in Planung (6); Einstellung grundsätzlich möglich (4); ungewiss (2); Einstellung nicht möglich (0); (z.B. Einschränkungen durch Betriebsvereinbarungen etc. möglich)
grundsätzliche Möglichkeit des Unternehmens, externe MA (z.B. Wartung) einzukaufen	A	0-6	nicht möglich, möglich	0,0,6	0,6,6	%	%	%	ggf. Einschränkungen durch Betriebsvereinbarungen etc. möglich; Einstellung bereits in Planung (6); Einstellung grundsätzlich möglich (4); ungewiss (2); Einstellung nicht möglich (0)
Passung Technik zu bestehender IT-Technik	R	0-6	niedrig, hoch	0,0,6	0,6,6	%	%	%	0 - Technik ist zu bestehender Technik bzw. Technikausrichtung nicht kompatibel 2 - Technik passt in einzelnen Eigenschaften extrem nicht zu bestehender IT-Technik; durch Anpassung umliegender Technologien wäre Technologie aber als Sonderlösung möglich (z.B. störende Frequenz, durch die andere Technologien angepasst werden müssen) 4 - weitgehend passend, aber mit einzelnen Eigenschaften der Technologie, die nicht in Konzept passen, aber akzeptierte Abweichung darstellen 6 - Technik passt sehr gut in die bestehende Technik oder gewünschte Technikausrichtung
Passung zu Datenpolitik des Unternehmens	R	0-6	niedrig, hoch	0,0,6	0,6,6	%	%	%	Unterkriterien sind: - Hohe Verlustsicherheit der Daten (a) - hohe Verfügbarkeit der Daten (b) - schneller, effizienter und allgemeiner Zugriff möglich (Transparenz) (c) - einfacher Systemaufbau (d) Trifft ein Punkt voll zu, so wird er mit 1,5 Punkten bewertet (Teilpunkte möglich)

Eingabe- kriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwerte- bereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Wohstand/ Allgemeines Wohlbefinden	Z/R	0-6	niedrig; halb-niedrig; halbhoch; hoch	0,0,2	0,2,4	2,4,6	4,6,6	%	Es wird bewertet, ob tendenziell die Einführung einer Identifikationstechnik zu einer Auswirkung auf die Beschäftigungszahlen im betrachteten Unternehmen bzw. der zugehörigen Wertschöpfungskette führt. Dabei wird berücksichtigt, ob die Anzahl der ggf. betroffenen Arbeitsplätze in der Wertschöpfungskette für die Gesellschaft im Sinne des Staatsgefüges zu spürbaren Auswirkungen führt (in der Regel werden nur wenige Arbeitsplätze betroffen sein; ggf. durch Ansiedelung in kleinen, strukturschwachen Orten aber höhere Auswirkung). Auswirkung hat einfluss auf die Sicht der Gesellschaft auf Unternehmen und damit direkte Rückkopplung auf Unternehmen. Bewertung der Wahrscheinlichkeit: 0 = kein bis sehr wenig Bedarf an Arbeitskräften und hohe Auswirkung für Gesellschaft 2 = kein bis sehr wenig Bedarf an Arbeitskräften, wenig Auswirkung auf Gesellschaft 4 = für Unternehmen dieser Art normaler Bedarf an Arbeitskräften, nicht spürbar für Gesellschaft (neutral) 6 = positive Auswirkung für Beschäftigungszahlen (Arbeitsplatzaufbau) Es sind Zwischenwerte zugelassen
Sicherheit für Allgemeinheit (hier nur Mißbrauchsrisiko)	Z	0-6	stark risikoreich; risikoreich; risikoarm; kein Risiko	0,0,2	0,2,4	2,4,6	4,6,6	%	0 = stark risikoreich 2 = risikoreich 4 = risikoarm 6 = kein Risiko Zwischenwerte sind möglich
Güte Umgang mit Ressourcen (Input; laufende Betriebsmittel)	Z	0-18 (Grad)	keine Belastung (niedrig), geringe Belastung (halb-niedrig), hohe Belastung (halb_hoch), sehr hohe Belastung (hoch)	0,0,6	0,6,12	6,12,18	12,18, 18	%	Vereinfachte Bestimmung Grad Umweltrelevanz Input 0-18; Bestimmung Grad Umweltrelevanz über Kriterien (Grad Umweltrelevanz Input = 2x Bewertung Rohstoffe + Bewertung Energie); auch Zwischenwertungen (z.B. 5) zugelassen: Rohstoffe für laufende Betriebsstoffe: 0 - sehr belastend: hoher Anteil nicht nachwachsender Rohstoffe mit hoher Umweltrelevanz in Förderung und Aufbereitung 2 - belastend: Verwendung nicht nachwachsender Rohstoffe mit hoher Umweltrelevanz in Förderung und Aufbereitung 4 - gering belastend: Verwendung nichtnachwachsender Rohstoffe ohne bedeutende Umweltrelevanz oder nachwachsender Rohstoffe 6 - nicht belastend: keine Verwendung von Rohstoffen Energie: 0 - sehr hoher Energieaufwand 2 - hoher Energieaufwand 4 - geringer Energieaufwand 6 - keine Energie erforderlich

Eingabekriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Güte Abgabe von schädlichen Substanzen (Output; laufende Betriebsmittel)	Z	0-18 (Grad)	keine Belastung (niedrig), geringe Belastung (halbniedrig), hohe Belastung (halb_hoch), sehr hohe Belastung (hoch)	0,0,6	0,6,12	6,12,18	12,18,18	%	Vereinfachte Bestimmung Grad Umweltrelevanz Output 0-18; Bestimmung Grad Umweltrelevanz über Kriterien (Grad Umweltrelevanz Output = 2x Bewertung Deponate + Bewertung Emissionen); auch Zwischenwertungen (z.B. 5) zugelassen: Deponate: 0 - sehr belastend: alle Deponate nicht recyclingfähig bzw. schwere Trennbarkeit und sehr hoher Energieeinsatz 2 - belastend: hoher Anteil (>50%) nicht recyclingfähiger Deponate bzw. schwere Trennbarkeit und/oder Energieeinsatz 4 - gering belastend: Deponate voll recyclingfähig mit geringem Aufwand 6 - es entstehen durch die Technik keine Deponate Emissionen (Feinstaub, Strahlung etc): 0 - sehr hohe Emissionen, ständig im Bereich der zulässigen Höchstwerte 2 - hohe Emissionen 4 - Emissionen zwar technisch vorhanden, aber kaum messbar 6 - keine Emissionen
Anteil durch Standards abgedeckte Bereiche Technik	Z	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,5,0,75	0,5,0,75,1	0,75,1,1		%	
Anteil durch Standards abgedeckte Bereiche Daten	Z	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,5,0,75	0,5,0,75,1	0,75,1,1		%	
Grad der Forderung nach allg. anerkannten Standards	Z	0-2 (Zuordnung)	niedrig, mittel, hoch	0,0,1	0,1,2	1,2,2	%	%	0 = kein allgemein erkennbarer Ruf nach Standards 1 = Standards werden gefordert 2 = Standards werden stark gefordert bzw. bereits laufende Aktivitäten (jeweils z.B. aufgrund Indizien wie: Stärke Verbandsaktivitäten, Vorhandensein und Intensität an Diskussion oder Meinungsbildung in Fachzeitschriften und Konferenzen) Zwischenwerte möglich

Eingabekriterium	(Z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Grad der Behebung von Produkt-/Funktionsfehlern, Reifungsgrad Grundeigenschaften der Technik	Z	0-2 (Zuordnung)	niedrig, hoch	0,0,2	0,2,2	%	%	%	0 = Technik gilt noch als sehr fehleranfällig, wichtige Grundeigenschaften für Funktion nicht vorhanden oder nicht stabil 1 = Fehler sind bekannt, jedoch weitgehend stabil; grundlegende Eigenschaften nicht voll erfüllt oder nicht voll stabil 2 = Technik gilt als weitgehend ausgereift, notwendige Grundeigenschaften voll vorhanden (z.B. aufgrund Fachzeitschriften, allgemeines Meinungsbild) Zwischenwerte möglich Hier werden nur die Grundeigenschaften einer Technik bewertet; die tatsächliche Funktion des Wirkprinzips wird im Prozessbaustein bewertet
Stand Entwicklung aufgrund Entwicklungsschritte der letzten zwei Jahre	Z	0-2 (Zuordnung)	niedrig, hoch	0,0,2	0,2,2	%	%	%	0 = erhebliche Steigerungsrate der Funktionswerte 1 = eher Stabilisierungsverbesserungen und Feintuning von Funktionswerten 2 = keine nennenswerten Entwicklungen mehr (z.B. aufgrund Fachzeitschriften, allgemeines Meinungsbild) Zwischenwerte möglich
Anteil Unternehmen, die an Einsatz in eigener Branche sehr interessiert sind (Pilot/Studie, auch wenn Aussage „noch kein Einsatz, weil...“)	Z	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,2, 0,5	0,2,0,5, 1	0,5,1,1	%	%	mindestens Wert von "Anteil Unternehmen, die in eigener Branche bereits Technik anwenden" einsetzen
Anteil Unternehmen, die in eigener Branche bereits Technik anwenden	Z	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,2, 0,5	0,2,0,5, 1	0,5,1,1	%	%	
Anteil Unternehmen, die in eigener Branche Technik komplett ablehnen	Z	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,2, 0,5	0,2,0,5, 1	0,5,1,1	%	%	
Anteil Unternehmen, die in eigener Branche Technik abbauen/ersetzen	Z	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0, 0,2,0,5	0,2,0,5, 1	0,5,1,1	%	%	
Prognose Anbieter Hardware/Software	Z	-1 - +1	stark absteigend, absteigend, neutral, steigend	-1,-1, -0,4, -0,3	-0,4, -0,3, -0,1, 0	-0,1,0, 0,1	0,0,1, 1,1	%	
Prognose Anwenderverbände / Branchenverbände / Experten anderer Unternehmen der gleichen Branche	Z	-1 - +1	stark absteigend, absteigend, neutral, steigend	-1,-1, -0,4, -0,3	-0,4, -0,3, -0,1,0	-0,1, 0, 0,1	0, 0,1, 1,1	%	

Eingabekriterium	(Z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Aktuelle Istenwicklung Vertrieb zugeordneter Hard-/Software sowie Komponenten (Mitarbeiter = Entwicklung Arbeitsmarkt für Lagerarbeit in der Branche)	Z	-1 - +1	absteigend, neutral, wachsend, stark wachsend, sehr stark wachsend	-1,-1, -0.1, 0	-0.1,0, 0.1	0,0.1, 0.3, 0.4	0.3,0.4, 0.6,0.7	0.6,0.7, 1,1	
Notwendiger Einsatzzeitpunkt der ID-Technik	A	0-5 (Jahre)	kurzzeitig, mittelfristig, langfristig	0,0.5,1	0.5,1,2	1,2,5,5	%	%	
Geplante Betriebsdauer der geplanten ID-Investition	A	0-20 (Jahre)	kurzzeitig, mittelfristig, langfristig	0,0,1,2	1,2,7,8	7,8,20, 20	%	%	
Innovations-/Investitionstyp Unternehmen	A	0-2	stark abwartend, innovationsfreudig	0,0,2	0,2,2	%	%	%	0 = stark abwartend/risikoavers, 1 = abwartend, 2 = innovationsfreudig/risikoaffin Zwischenvariablen möglich
Stabilität bzgl.: Veränderung der Leistung durch Nutzungsdauer / Alterung: Voraussichtliche Restleistung nach zehn Jahren Nutzungszeit in mittlerer bis hoher Beanspruchung	Z	0-1	hoch, gering	0,0,0.6, 0.98	0.6,0.98, 1,1	%	%	%	Veränderung der Leistung der Technik über zehn Jahre
Beherrschbarkeit / Überschaubarkeit / Verstehbarkeit (technische Funktion): Einhaltung der eingestellten Parameter im Betriebsablauf: Notwendiger Aufwand Überwachung Funktionsstabilität der Technik	Z	0-2	niedrig, hoch	0,0,2	0,2,2	%	%	%	0 = ständige Kontrollen Wartung und in Betrieb 1 = in Betrieb keine oder sehr selten Kontrollen erforderlich; Wartung > einmal pro Jahr 2 = in Betrieb keine Kontrolle erforderlich; Wartung < einmal pro Jahr sowohl Kontrollen durch Wartungspersonal (nur Einstellung der Betriebsparameter) als auch Kontrolle Technikoutput durch Bediener im Betriebsablauf Zwischenwerte sind möglich.
Ausfallsicherheit	Z	0-1	gering, mittel, hoch	0,0,0.8, 0.9	0.8,0.9, 0.95, 0.99	0.95, 0.99, 1,1	%	%	bezieht sich auf Gesamtsystem (Hardware); Hinweis: In FuzzyTech ist 0.99 nicht darstellbar -> 0.98 verwendet; NICHT Leseratte!!

Eingabekriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Sicherheit vor externem Angriff (z.B. Einschleusen Viren)	Z	0-2	niedrig, mittel, hoch	0,0,1	0,1,2	1,2,2	%	%	Berechnung: 2 - (Summe der zutreffenden Werte unten): • Ablösen und Zerstören von Informationsträgern • Verfälschen (Sabotage) von prozessinternen Informationen durch unbefugten Austausch der Informationen auf dem Informationsträger oder während der Kommunikation (sog. Man-in-the-middle) • Einschleusen von falschen oder für Unternehmen riskanten Informationen • Störung des normalen Informationsaustausches in der Nutzungskette mit dem Ziel der Reduzierung der Produktivität Jeder zutreffende Punkt wird mit 0,5 bewertet; 0 = ext. Angriffsfähigkeit nachgewiesen 1 = lässt Technik prinzipiell zu 2 = Angriff technisch nicht möglich
Sicherheit vor externer Spionage	Z	0-2	niedrig, mittel, hoch	0,0,1	0,1,2	1,2,2	%	%	Berechnung: 2 - (Summe der zutreffenden Werte unten): • unautorisiertes Lesen Informationsinhalte • heimliches Verfolgen/Nachvollziehen von Bewegungen und Aufenthaltsorte des Informationsträgers 0 = ext. Angriffsfähigkeit nachgewiesen 1 = lässt Technik prinzipiell zu; 2 = Angriff technisch nicht möglich

Linguistische Variable Bereichsbaustein

Eingabekriterium	(Z)entral, (R)eterenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Grad Homogenität techn. Standards Welt (Technische Funktion)	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Grad Homogenität techn. Standards Welt (Daten)	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Grad Homogenität techn. Standards Europa (Technische Funktion)	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Grad Homogenität techn. Standards Europa (Daten)	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Anteil nichteuropäischer Partner	A	0-1 (Anteil)	niedrig, halb_niedrig, halb_hoch, hoch	0,0,2,0,4	0,2, 0,4, 0,6	0,4, 0,6, 0,8	0,6, 0,8,1,1	%	Es wird nur nichteuropäisch/europäisch betrachtet und nicht noch zusätzlich das Inland des Unternehmens, da für den betrachteten Einsatzfall des Ersatzteilwesens der Automobilindustrie Unternehmen mindestens europäisch tätig sind und nur in Ausnahmefällen auf das Inland beschränkt sind
Grad der Homogenität von Standards (Technik) zwischen Branchen	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Grad der Homogenität von Standards (Daten) zwischen Branchen	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Grad der Homogenität von Standards (Technik) innerhalb Branchen	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Grad der Homogenität von Standards (Daten) innerhalb Branchen	Z	0-1 (Anteil)	heterogen, mittel, homogen	0,0,0,5	0,0,5,0	0,5,1,1	%	%	Anteil der Hauptstandards, die übergreifend Anwendung finden
Grad bestehende Branchenzugehörigkeit Partnerstruktur: Anteil Partner, die überwiegend oder komplett zu Branche des betrachteten Unternehmens gehören bzw. an diese liefern	A	0-1 (Anteil)	niedrig, halb_niedrig, halb_hoch, hoch	0,0,2,0,4	0,2, 0,4, 0,6	0,4, 0,6, 0,8	0,6, 0,8,1,1	%	

Eingabekriterium	(zentral, Referenz, Anwender)	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Anteil der Partner, die Technik selbst wirtschaftlich nutzen bzw. bekanntlich nutzen könnten	A	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.25, 0.5	0.25,0.5, 0.75	0.5,0.75, 1,1	%	%	
Grad der Tiefe einer einvernehmlichen Partnerschaft/Zusammenarbeit der Unternehmen	A	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.2, 0.5	0.2,0.5, 0.6,0.9	0.6,0.9, 1,1	%	%	"Gentlemen agreements" möglich wie "Wir machen dies für Euch, dafür macht Ihr das"
Grad Prozesshoheit (Durchsetzungsfähigkeit des betrachteten Unternehmens)	A	0-6	Kooperativ, Prozesshoheit	0,6,6	0,0,6	%	%	%	0 = nur kooperativ Beschluss möglich; 6=Prozesshoheit Zwischenwerte möglich
Grad der Möglichkeit der Partner zu einer zeitgerechten Umsetzung	A	0-1 (Anteil)	gering, mittel, hoch	0,0,0.3, 0.5	0.3,0.5, 0.6,0.8	0.6,0.8, 1,1	%	%	
Grad des techn. Wissens bei Partnern, um Technik umzusetzen	A	0-1 (Anteil)	gering, mittel, hoch	0,0,0.3, 0.5	0.3,0.5, 0.6,0.8	0.6,0.8, 1,1	%	%	
Grad der notwendigen wirtschaftl. Voraussetzungen, um Technik aufbauen zu können	A	0-1 (Anteil)	gering, mittel, hoch	0,0,0.3, 0.5	0.3,0.5, 0.6,0.8	0.6,0.8, 1,1	%	%	
Verteilung der Partner	A	Entfernung (km)	niedrig, halb_niedrig, halb_hoch, hoch	0,0,50, 100	50,100, 200,300	200,300, 2000, 3000	2000, 3000, 20000, 20000	%	Kriterium beinhaltet Hindernisse bei Kommunikation durch Entfernung (Möglichkeit zu Besprechungstreffen bzw. Expertenaustausch); zusätzlich implizit Hindernisse durch Kulturkreise; Terme entsprechen der Bedeutung regional, überregional, national, international
Anzahl Partner	A	0-500 (Partner)	niedrig, halb_niedrig, halb_hoch, hoch	0,0,3,10	3,10,25	10,25, 50	25,50, 500	%	sind mehr als 50 Partner eingebunden, wird dennoch 50 eingegeben
Anzahl beteiligter Sprachräume	A	1-5 (Sprachen)	wenig, mittel, viel	0,0,2	0,2,4	2,4,5,5	%	%	Anzahl der Sprachen, die für technische Kommunikation mit allen betroffenen Partnern verwendet werden müssen
Anteil Unternehmen mit Verwendung gleicher Technologie für Informationslogistik	A	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.4	0,0.4, 0.5,0.9	0.5,0.9, 1,1	%	%	
Anteil Unternehmen mit Verwendung verwandter Technik	A	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.4	0,0.4, 0.5,0.9	0.5,0.9, 1,1	%	%	

Eingabekriterium	(Zentral, Referenz, Anwender)	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Anteil Kunden, die Technik einsetzen (nicht geschlossener Umlauf)	R	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.1, 0.4	0.1,0.4, 0.5,0.9	0.5,0.9, 1,1	%	%	
Anteil Kunden mit Umsetzungsplanung Technik	R	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.1, 0.4	0.1,0.4, 0.5,0.9	0.5,0.9, 1,1	%	%	
Anteil Kunden, die an Technik interessiert sind ohne konkrete Projekte	R	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.1, 0.4	0.1,0.4, 0.5,0.9	0.5,0.9, 1,1	%	%	
Strategische Bedeutung der Kunden, die Technik in offener Art einsetzen bzw. Umsetzungsplanen	A	0-10 (Benotung)	überwiegend strategisch bedeutungsvoll (hoch); wenige, aber bedeutende Kunden (mittel); nicht strategisch bedeutungsvoll (niedrig)	0,0,1,5	1,5,9	5,9, 10,10	%	%	"Umsatzanteil der strategischen Kunden mit offenem Einsatz" wäre eine alternative Bewertungsform; aber: Es kann auch ein noch kleiner Kunde mit hohem Wachstum o.ä. strategisch sein, daher Bewertung über Benotung
Anteil Kunden mit bestehenden Forderungen bzgl. Einsatz Technik	A	0-1 (Anteil)	gering, mittel, hoch, sehr hoch	0,0,0.05, 0.25	0.05, 0.25,0.5	0.25,0.5, 0.9	0.5,0.9, 1,1	%	
Anteil Kunden mit wahrscheinlichen künftigen Forderungen bzgl. Technik	A	0-1 (Anteil)	gering, mittel, hoch, sehr hoch	0,0,0.05, 0.25	0.05, 0.25,0.5	0.25,0.5, 0.9	0.5,0.9, 1,1	%	
Anteil verwandter Unternehmen der gleichen Branche mit Ausrichtung auf Technik, soweit bekannt	R	0-1 (Anteil)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0.1, 0.5	0.1,0.5, 0.9	0.5,0.9, 1,1	%	%	
Schalter Warenausgang	A		Nicht Warenausgang, Warenausgang	0,0,1.5, 1.5	1.5,1.5, 2,2	%	%	%	

Linguistische Variable Prozessbaustein

Eingabekriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Verhältnis notwendiger/möglicher Kontakt zwischen Informationsquelle und -senke	R, teilw. Z	0-1	niedrig, mittel, hoch	0,0, 0,8, 0,97	0,8, 0,97, 1	0,97, 1, 1	%	%	z.B. Sichtkontakt bei klarschrift- oder codebasierter Funktion, Möglichkeit Aufbau funktionsfähiges elektromagnetisches Feld zwischen Quelle und Senke bei RFID; nicht: Reichweite; Wert ist wahlweise messbar als - Wahrscheinlichkeit, dass Kontakt herstellbar ist (Lesen/Schreiben) - Verhältnis Ist/Soll Tiefe in cm durch vorgegebenes Material
Verhältnis Sollreichweite Technik / Sollreichweite Prozess	A, teilw. Z	0-1	ungünstig, günstig	0,0, 0,8, 1, 1,2,2,2	0,8, 1, 1,2	%	%	%	>1: Wert beibehalten, wenn bei Funktion Gefahr der Lesung von Nachbarinformation, sonst 1 setzen
Grad gezieltes Lesen der Information	A	0-1	gering, mittel, hoch	1,1,0,6,0,25	0,6, 0,25,0	0,25,0,0	%	%	Über den Streuwinkel einer Technologie kann bei bekanntem Abstand (Grobangabe!) Lese-Schreibgerät zu Information die erfasste Breite errechnet werden ($\tan(a/2) = \text{Erfassungsbreite} / \text{Abstand}$); Grad wird errechnet mit: $(2 \times (\tan(a/2) \times \text{Abstand})) / \text{Istabstand}$ zweier Informationen; wenn größer 1, dann 1 einsetzen; bei manueller Lesung Wert ohne Rechnung festlegen
Lieferfähigkeit der Technik	Z	0-1	schwer lieferbar, lieferbar mit Zukunft	0,0,1	0,1,1	%	%	%	1 = lieferbar (aktuell und voraussichtlich weitere zehn Jahre Ersatzbeschaffung problemlos möglich) 0,75 = lieferbar (schwierigere Auslieferung in naher Zukunft absehbar) 0,5 = schwer lieferbar (Lieferzeit, Herstelleranzahl, Funktionsdaten) 0,25 = bisher nur "Nullserienauslieferung", z.B. für Pilotversuche 0 = nicht (mehr) lieferbar Zwischenwerte möglich
Möglichkeit der Installation von Lesegerät/Informationsträger (Einbauraum/Materialeigenschaften bzgl. Anbringen)	A	0-1	passt, passt nicht	0,0,1	0,1,1	%	%	%	Abbruchkriterium, wenn nicht passend; trotzdem mit "nicht passend" bewerten, wenn mit Aufwand Platz geschaffen werden kann 0 = passt nicht; extremer Ausbaaufwand oder Material des Produktes nicht für Technologie geeignet; führt zu großer Abwertung der technischen Machbarkeit! 0-0,99 = sinkender Aufwand mit steigender Gradzahl (Aufwand muss als Grad im Vergleich zu anderen bewerteten Wirkprinzipien angegeben werden) 1 = keine Probleme bzgl. Einbauraum oder Trägermaterial zu erwarten. Zwischenwerte möglich
Robustheit im technischen Sinne	Z	0-2	leicht zu beschädigen, robust	0,0,2	0,2,2	%	%	%	0 = Beschädigung ist leicht möglich (z.B. Handgerät, welches herunterfallen kann) 2 = robust; es sind im normalen Alltagsbetrieb wirkprinzipbedingt keine Beschädigungen der Technik zu erwarten (z.B. stationäre Lesetore mit Leitplanke) Zwischenwerte möglich
Flexibilität	Z	0-2	unflexibel, sehr flexibel	0,0,2	0,2,2	%	%	%	0 = unflexibel 2 = sehr flexibel Zwischenwerte möglich

Eingabekriterium	(Z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Energetische Arbeitsschwere	R	0-50 (kJ/min)	(sehr) gering belastend, belastend, grenzwertig, Überbelastung	0,0,0,1	0,0,1,3,5	0,1,3,5,16	3,5,16,23	16,23,50,50	es wird hier die Bewertung des menschlichen Arbeitsenergieumsatzes aus Sicht der Belastungs-/Beanspruchungshöhe bezeichnet (unter dem Punkt "Grad Wirksamkeit/techn. Effizienz" wird die Effizienz auf Basis des Arbeitsenergieumsatzes berechnet); Hinweis: Zur besseren Sensitivität wurden die Terme des unteren Belastungsbereiches kleiner ausgelegt als in der Datei berechnet;
Informatorische Arbeitsschwierigkeit (wirkprinzip-spezifische Tätigkeiten)	Z	0-3	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,9,1,75	0,9,1,75,3	1,75,3,3	%	%	3 = stark differenzierte Arbeit mit häufigen Ausnahmen und/oder komplizierten Unterscheidungsarbeiten 2 = differenzierte Arbeit und/oder komplizierte Unterscheidungsarbeiten 1 = einfach regelbasiert mit
Grad der Monotonie	Z	0-1	nichtmonoton, monoton	0,0,1	0,1,1	%	%	%	0 = nicht monoton; 1 = monoton; Zwischenwerte möglich; Annahme: ständige Wiederholung des Prozesses; reine Sicht auf Identifikation beachten!
Wechsel zwischen energetisch-effektorischer und mental-informatorischer Tätigkeit	Z	0-1	kein Wechsel/ausgewogener Wechsel zwischen den Tätigkeiten	0,0,1	0,1,1	%	%	%	0 = die Arbeit besteht entweder nur aus energetisch-effektorischen oder nur aus informatorisch-mentalenen Komponenten; 1 = ausgeglichener Wechsel (50:50); Zwischenwerte zeigen Grad des Wechsels an
Vollautomatisierung	A	0-1	nicht automatisiert, voll automatisiert	0,0,0,5,0,5	0,5,0,5,1,1	%	%	%	0 = nicht automatisiert; 1 = voll automatisiert keine Zwischenwerte vorgesehen
spezielle Komplexität Wartung: Durchschnittlicher Wartungsaufwand/Jahr pro Aufbau	Z	0-120 (Minuten)	gering, mittel, hoch	0,0,10,20	10,20,65	20,65,120,120	%	%	Es wird der Wartungsaufwand betrachtet, der für eine einzelne Umsetzung des Wirkprinzips entsteht
Anzahl Handgriffe, Bewegungen/Prozessschritt	Z	0-8	sehrniedrig, niedrig, mittel, hoch, sehrhoch	0,0,2	0,2,4	2,4,5	4,5,8	5,8,8	Zusammenrechnen von Punktzahlen für auszuführende Handlungen (Punkte symbolisieren geschätzte Zeitunterschiede): - Anbringen/Ablösen Informationsträger 1 Punkt - Aufnehmen/Ablegen ID-Technik 1 Punkt - Aufnehmen/Ablegen Ware 2 Punkte - Warten auf ID-Technik oder manuelle ID-Tätigkeit (Weggeschwindigkeit reduzieren, Warten auf Lesen/Schreiben, Drucken) 4 Punkte - Suchen Information in Tabellen oder an Ware 4 Punkte wenn Summe >8, dann 8 verwenden
Wissensvoraussetzung: Anlernzeit für fehlerfreie Bedienung und Fehlerkontrolle Funktion im Betrieb	Z	0-2 (Stunden)	gering, mittel, hoch	0,0,0,15	0,0,15,2	0,15,2,2	%	%	Es wird die Anlernzeit gerechnet für Schulung und Einarbeitung in die Funktion, bis sie sicher bedient werden kann und auf einfache Ausnahmen reagiert werden kann

Eingabekriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Robustheit = Fehlertoleranz	R	0,01-100	nicht tolerant, tolerant	0,0,1	0,1,1	%	%	%	Einschätzung Fehlertoleranz: 1 = auch Abweichungen von Geschwindigkeit oder Ausrichtung >10% bleiben ohne Einbußen der Funktionsfähigkeit 0 = schon kleinste Abweichungen können Ergebnis gefährden; Zwischenwerte möglich
Wahrscheinlichkeit Fehlererkennung (Korrektheit der Information)	Z	0-1	gering, mittel, hoch	0,0,0,65,0,85	0,65,0,85,0,93	0,85,0,93,1,1	%	%	Fehlererkennungsrate bei der Informationsübertragung
Erkennung Plausibilität	Z	0-1	Erkennung nicht möglich, Erkennung sicher möglich	0,0,1	0,1,1	%	%	%	Angabe, inwiefern eine Erkennung durch die Technik möglich ist (freier Wert zwischen 0 (nicht möglich) und 1 (sicher möglich))
Erkennung Vollständigkeit	R	0-1	Erkennung nicht möglich, Erkennung sicher möglich	0,0,1	0,1,1	%	%	%	Angabe, inwiefern eine Erkennung durch die Technik möglich ist (freier Wert zwischen 0 und 1 möglich)
Sicherheit vor Datenverlust	Z	0-1	gering, mittel, hoch	0,0,0,85,0,93	0,85,0,93,1	0,93,1,1	%	%	eigentlich nur abhängig von Datenträgerart; wird im Prozessbaustein bewertet, da ggf. unterschiedliche Einflüsse (durch Prozess bedingt); Beispiele: Abfallen Datenträger, Löschen durch manuelle/thermische/elektronische Einwirkung; nicht: Verschmutzung/Feuchtigkeit; positiver Einfluss: Datensicherung
Grad Manipulationsschutz Daten	Z	0-3	einfach manipulierbar, Manipulation gilt als aufwändig, manipulations sicher	0,0,1	0,1,2	1,2,3	%	%	0 = einfach manipulierbar; 1= Manipulation gilt als aufwändig, 3 = manipulationssicher; Zwischenwerte möglich
Geschätzte Lebensdauer aufgrund Feuchtigkeit/ geforderte Soll-Lebensdauer Information	R	0-1 (Verhältnis)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,85,0,93	0,85,0,93,1	0,93,1,1	%	%	Grundbewertung aus Sicht eines Lagers; Wert ist immer unabhängig von Wirkprinzip, aber dennoch Bewertung im Prozessbaustein, da bei Betrieb, Spedition und Produktion andere Voraussetzungen (jeweilige Höhe Feuchtigkeit, Verschmutzung etc.); für Schreiben nicht relevant, nur für Lesen über Zeit --> mit 1 nivelliert
Geschätzte Lebensdauer aufgrund Verschmutzung/ geforderte Soll-Lebensdauer Information	R	0-1 (Verhältnis)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,85,0,93	0,85,0,93,1	0,93,1,1	%	%	s. Lebensdauer aufgrund Feuchtigkeit
Geschätzte Lebensdauer aufgrund Bauteile/Geforderte Soll-Lebensdauer Information	R	0-1 (Verhältnis)	niedrig, mittel, hoch	0,0,0,85,0,93	0,85,0,93,1	0,93,1,1	%	%	s. Lebensdauer aufgrund Feuchtigkeit

Eingabekriterium	(z)entral, (R)eferenz, (A)nwender	Grundwertebereich	Terme	Zugehörigkeitsfunktionen Terme					Notizen/Bemerkungen zu Kriterium
				1	2	3	4	5	
Grad mengenmäßige Produktivität	R	0-1	niedrig, halb_niedrig, halb_hoch, hoch	0,0,0,3, 0,6	0,3,0,6, 0,93	0,6,0,93, ,0,97	0,93, 0,97,1	%	bei Entscheidungsfindung nicht zweckdienlich (in diesem Falle durch für alle Alternativen gleich guten Wert ausschalten)
Energieverbrauch	Z	0-1	kein Strombedarf, Strombedarf	0,0,1	0,1,1	%	%	%	laut Herstellern ist Energieverbrauch der Informationstechnologien vernachlässigbar; es wird daher nur bewertet, ob generell Stromversorgung notwendig ist oder nicht (geringe Gewichtung in Gesamtauswertung)
Menschlicher Arbeitsenergieumsatz	Z	0-50 (kJ/min)	(sehr) gering belastend, belastend, grenzwertig, Überbelastung	0,0, 0,1	0,0,1, 3,5	0,1, 3,5,16	3,5, 16,23	16,23, 50,50	vgl. Kriterium "Energetische Arbeitsschwere"
Rechtliche Zulässigkeit	R	0-3	nicht zugelassen, künftige Zulassung fraglich, künftige Zulassung wahrscheinlich, zugelassen	0,0,1	0,1,2	1,2,3	2,3,3	%	0 = nicht zugelassen 1 = künftige Zulassung fraglich 2 = künftige Zulassung wahrscheinlich 3 = zugelassen

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Ingo Dittrich
Anschrift: Seboldstr. 26
76227 Karlsruhe
Email: ingo.dittrich@de.bosch.com
Geburtsdatum: 12.01.1973
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch

Ausbildung

08/79 – 06/83 Grundschule Bonn-Beuel
08/83 – 05/92 Kardinal-Frings-Gymnasium, Bonn-Beuel
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife

Zivildienst

08/92 – 09/93 Jugendgästehaus Bonn-Venusberg

Studium

10/93 – 04/97 Technische Hochschule Darmstadt
Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen,
Vertiefung: Maschinenbau/Logistik , Vordiplom, Teil Hauptstudium
04/97 – 10/98 Universität Karlsruhe (TH)
Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen,
Vertiefung: Unternehmensführung/Logistik , Diplom

Berufliche Praxis

11/98 – 01/01 Effem GmbH, Verden
Produktionsplanung und -steuerung
01/01 – 02/06 Robert Bosch GmbH, Automotive Aftermarket, Karlsruhe
Projektingenieur, Teilprojektleitung Lagerverwaltungssysteme
03/06 – 02/08 Robert Bosch GmbH, Automotive Aftermarket, Karlsruhe, Doktorand

