

Schlussbericht

der Forschungsstelle(n)

Lehrstuhl Wirtschaftsinformatik 2 (Univ. Hohenheim)

zu dem über die



im Rahmen des Programms zur
Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)

vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

geförderten Vorhaben **15524 N/1**

Thema des IGF-Vorhabens

(Bewilligungszeitraum: 01.09.2008 - 28.02.2011)

der AiF-Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

Stuttgart, 15.06.11

Ort, Datum

Prof. Dr. Stefan Kirn

Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

A. KURZZUSAMMENFASSUNG	4
B. PROJEKTZIEL & ERGEBNISSE.....	6
1 AUSGANGSSITUATION.....	6
2 FORSCHUNGSANSATZ.....	8
2.1 <i>Gegenstand</i>	8
2.2 <i>Problemstellung</i>	9
2.3 <i>Perspektive</i>	12
3 ANFORDERUNGSANALYSE	15
3.1 <i>Prinzipal-Agent-Grundmodell</i>	15
3.2 <i>Lifecycle-Logistik-Informationssystem</i>	18
3.3 <i>Product & Supplier qualities</i>	45
4 ANFORDERUNGSDEFINITION	60
4.1 <i>Schedule Product Deliveries</i>	60
4.2 <i>Receive & Verify Product</i>	65
4.3 <i>Transfer Product</i>	68
4.4 <i>Authorize Supplier Payment</i>	70
5 ENTWURF	73
5.1 <i>Mechatronische Produkte</i>	73
5.2 <i>Akteure</i>	75
5.3 <i>Konditionen</i>	76
6 ZUSAMMENFASSUNG	78
C. WICHTIGSTE POSITIONEN DES ZAHLENMÄßIGEN NACHWEISES.....	80
1. WISSENSCHAFTLICHES PERSONAL.....	80
2. VORHABENBEZOGENEN AUFWENDUNGEN DER WIRTSCHAFT	81
D. ERGEBNISTRANSFER & VERÖFFENTLICHUNGEN	82
1. FORSCHUNG	82
2. LEHRE	84
3. SONSTIGES	88
E. LEITFADEN EXPERTENGESPRÄCHE	89
F. QUELLENVERZEICHNIS.....	96

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Hohenheim Logistics Knowledge Infrastructure	4
Abb. 2 Lebenszyklus des Gesamtproduktes Fahrzeug	8
Abb. 3 Architektur Intelligenter Logistik-Softwaresysteme	9
Abb. 4 Lebenszyklusmodell – Ersatzteilmanagement-Perspektive (Bothe 2003, S. 35)	11
Abb. 7 Erzeugnisstruktur nach Fertigungsstufen	22
Abb. 8 Erzeugnisstruktur nach Dispositionsstufen	22
Abb. 9 Erzeugnisstruktur nach Auflösungsstufen	23
Abb. 10 Versionsproduktmodell (inhaltlich)	24
Abb. 11 Hierarchische Versionierung	25
Abb. 12 "Folgt auf" - Beziehung	25
Abb. 13 Versionsproduktmodell (zeitlich)	26
Abb. 14 Versionen und Varianten	28
Abb. 15 Synergien aus dem Zusammenwirken dreier Disziplinen	28
Abb. 16 PKW Sitz-Belegungserkennungsoftware	29
Abb. 17 Logische Produktstruktur Sitzbelegungserkennung	30
Abb. 18 Hierarchische Struktur mechatronischer Systeme (Lückel 2006; VDI 2004)	31
Abb. 19 Logisches Produktstrukturmodell mechatronischer Produkte	31
Abb. 20 Beispiel eines mechanischen Grundsystems - Lehnrahmen eines Autositzes	32
Abb. 21 AUTOSAR-Architektur (Fürst 2009)	34
Abb. 22 Akteursgruppen in der Lifecycle-Logistik-Informationssystemen der Automobilindustrie	35
Abb. 23 Topologien in Logistiksystemen	43
Abb. 24 Prinzipal-Agent-Topologien	43
Abb. 25 Versorgungsstrategien in Lifecycle-Logistik-Informationssystemen (eigene Darstellung)	52
Abb. 26 Primärprodukt- und Ersatzteile Bedarfsverlauf	56
Abb. 27 UC Schedule Product Deliveries	65
Abb. 28 UC Receive & Verify Product	68
Abb. 29 UC Transfer Product	70
Abb. 30 UC Authorize Supplier Payment	72
Abb. 31 Mechatronische Produkte	75
Abb. 32 Lieferant	76
Abb. 33 Konditionen	77
Abb. 36 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 1 (Schneider)	85
Abb. 37 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 2 (Schneider)	86
Abb. 38 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 1 (Bauer)	87
Abb. 39 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 2 (Bauer)	87

A. Kurzzusammenfassung

Die zunehmende Verbreitung mechatronischer Produkte in der Automobilwirtschaft sowie der damit unmittelbar und untrennbar verbundene Bedarf nach Lieferketten-Synchronisationsverfahren, verlangt bei Werkstätten, Herstellern und Lieferanten, in Einkauf & Beschaffung nach innovativen IT-Konzepten, -Modellen und -Methoden.

Zu diesem Zweck wurden in SyncLog – entsprechend des Antrages –

- (1) erweiterte Produktdatenmodelle als auch darauf aufsetzende, spezifische Konzepte des Lebenszyklusmanagements für mechatronische Produkte entwickelt und diese
- (2) in die Hohenheim Logistik-Knowledge-Infrastructure integriert.

Die Logistik-Knowledge-Infrastructure ist eine rechner-verarbeitbare, explizite Spezifikation gemeinsamen, also standardisiertem, „Logistikwissens“ (u.a. hinsichtlich logistischer Akteuren, Rollen oder auch Leistungen/Prozessen). Die dort beschriebenen Konzepte, Modelle und Methoden gründen neben der Automobilwirtschaft in diversen Branchen (z.B. Aviation, Transportation) bzw. „Applications“, Lehrbüchern, wissenschaftlichen Veröffentlichungen, industriellen Standards (z.B. SCOR, STEP) oder auch heuristischem Wissen aus branchenübergreifenden Expertengesprächen.

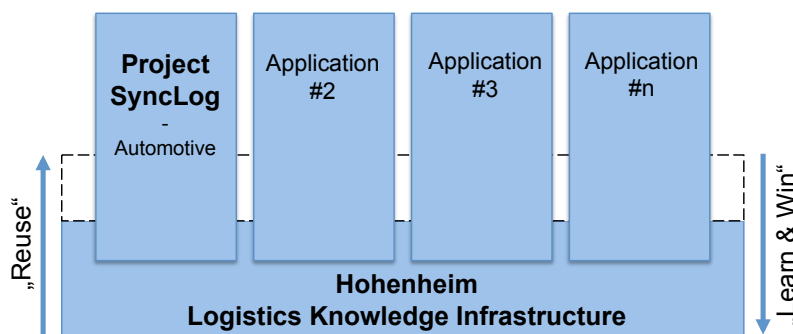


Abb. 1 Hohenheim Logistics Knowledge Infrastructure

Hiervon können KMU branchenübergreifend in besonderer Weise profitieren: Die Wieder- bzw. Weiterverwendung des in der Knowledge Infrastructure „konsolidierten“ Wissen erlaubt ihnen kurzfristig Erfahrungskurveneffekte zu realisieren bzw. die zugrunde liegenden Modelle kurzfristig, spezifisch auf ihre jeweiligen Bedarfe hin anzupassen („Reuse“). Auf sehr einfache Weise können damit gegenüber Großunternehmen (mit ausreichenden Personalressourcen oder auch Stabsstellen) oftmals vorhandene Wettbewerbsnachteile zumindest teilweise ausgeglichen werden. Dieses Wissen kann gleichzeitig einer

Vielzahl an Entscheidungsträgern zur Verfügung gestellt werden und bleibt auch dann noch im einzelnen KMU verfügbar, wenn einzelne Wissensträger /Experten dieses verlassen (Wissenssicherung & Wissensmultiplikation). Damit verbunden ist auch eine in Einkauf & Beschaffung anzunehmende, positive Auswirkung auf den Grenzertrag: Die explizite Berücksichtigung des Logistik-Prozessstandards SCOR während der Konzeptualisierung, als auch die Berücksichtigung der Produkt- bzw. Lebenszyklusinterdependenzen der einzelnen Komponenten mechatronischer Produkte, erlaubt eine effektivere Geschäftsprozessunterstützung bzw. verkürzte Prozessdurchlauf- und Reaktionszeiten im Rahmen der Lieferantenauswahl.

Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde somit erreicht.

B. Projektziel & Ergebnisse

1 Ausgangssituation

Die technologische Entwicklung gilt als einer der wesentlichen Treiber des strukturellen Wandels, der die Automobilbranche innerhalb des nächsten Jahrzehnts nachhaltig verändern wird. Schon heute werden knapp 90% der Produktinnovationen im PKW durch den Einsatz softwarebasierter Systeme erzielt. Deren Wertschöpfungsanteil am Gesamtfahrzeug wird um insgesamt 87% auf 4150 € pro (Durchschnitts-) PKW zunehmen. Der Bereich Elektrik/Elektronik (E/E) zählt damit zu den künftigen Wachstumsmotoren der Branche. Allein die Zulieferindustrie erwartet einen Wertschöpfungszuwachs von 147% in Höhe von 157 Mrd. € gegenüber dem Niveau des Jahres 2002 (Broy2003, S. 719; VDA 2004, S. 15-20).

Dabei ist zu erwarten, dass sich die heutigen Geschäftsmodelle im Umfeld E/E gemäß dem in der gesamten Branche vorherrschenden Spezialisierungstrend weiterentwickeln werden und eine stärkere Trennung in Hardware- (Mechanik und E/E-Komponenten) und Softwarelieferanten einsetzt (Axelsson 2001, S. 114). Mit der zunehmenden Anzahl softwarebasierter Systeme im Fahrzeug steigt die Komplexität auf Grund der überproportional anwachsenden Abhängigkeiten zwischen und in den einzelnen mechatronischen Produkten, die gerade aus Mechanik-, E/E- und Software-Komponenten bestehen (Grimm 2003, S. 498). Diese Abhängigkeiten, die vor allem zeitlichen, technischen oder ökonomischen Ursprungs sein können, stellen eine wichtige Informationsbasis für logistische Entscheidungen dar.

Die Tatsache, dass die Einführung mechatronischer Produkte einen Übergang von der 1:1-Beziehung zwischen Produkt und Lebenszyklus im Fall „traditioneller“ Produkte zu einer 1:3-Beziehung bei mechatronischen Produkten erfordert, lässt deshalb auch, möglicherweise sogar gravierende Konsequenzen für die Logistik erwarten. Im Vordergrund stehen dabei ganz unterschiedliche Mechatronik-spezifischen Problemfelder:

- Logistische Entscheidungen, insbesondere zu Bezugspolitiken, Bevorratung und Servicegrad, orientieren sich an dem Lebenszyklus des mechatronischen Produktes selbst und damit nicht an den drei Lebenszyklen der Komponenten. Damit werden grundlegende Unterschiede, die in der Produktart begründet sich, nicht erfasst: Während die E/E-Komponente der Sachgüterlogistik zuzurechnen ist, ist die Software-Komponente Gegenstand der Informationslogistik. Kostensenkungspotenziale der Informations-

logistik, z.B. durch Software-Aktualisierung anstatt Austausch des mechatronischen Produktes, können dann nicht transparent gemacht und ausgeschöpft werden, wenn E/E- und Software-Komponente als logistische (und funktionale) Einheit angesehen werden.

- Die Anwendung herkömmlicher Lagerhaltungspolitiken und Bestellmengenverfahren auf einzelne Komponenten mechatronischer Produkte ist dann nicht ausreichend, wenn Beziehungen dieser Komponenten zu anderen Komponenten und Fahrzeugteilen die Bedarfsmengen beeinflussen. Veränderungen an einzelnen Komponenten (z.B. in Folge von Rückrufaktionen und planmäßigen Überarbeitungen) führen häufig zu Modifikationen oder Austausch einer weiteren Komponente des gleichen oder eines anderen mechatronischen Produktes. Diese Veränderungen und ihre Seiteneffekte, die sich über mehrere Beziehungen fortsetzen können, sind in den entsprechenden Politiken und Verfahren zu berücksichtigen.
- In der Automotive Supply Chain determinieren Lebenszyklen und Produktstrukturen ausgehend von dem Endkundenbedarf die Sekundärbedarfe bis hin zu den Lieferanten des OEM. Insbesondere die Ersatzteillogistik erfordert ein möglichst realitätsnahes Bild der Fahrzeugflottenzusammensetzung, um Bedarfe prognostizieren zu können. Die Flottenzusammensetzung kann durch Erfassung von Informationen über einzelne Fahrzeuge – primär durch Werkstätten und Servicebetriebe – ermittelt werden. Durch mechatronische Produkte ergibt sich nun sowohl ein höherer Detaillierungsgrad dieser Informationen (aufgrund der Komponenten) als auch eine zusätzliche Dynamisierung der Fahrzeugflottenstruktur (insbesondere aufgrund von Softwareupdates), die in Prognoserechnungen zu berücksichtigen sind.

Mit Bezug auf die Fahrzeughauptmodule (VDA 2004, S. 43) stellt sich der Lebenszyklus des Gesamtproduktes wie in Abbildung 1 gezeigt dar.

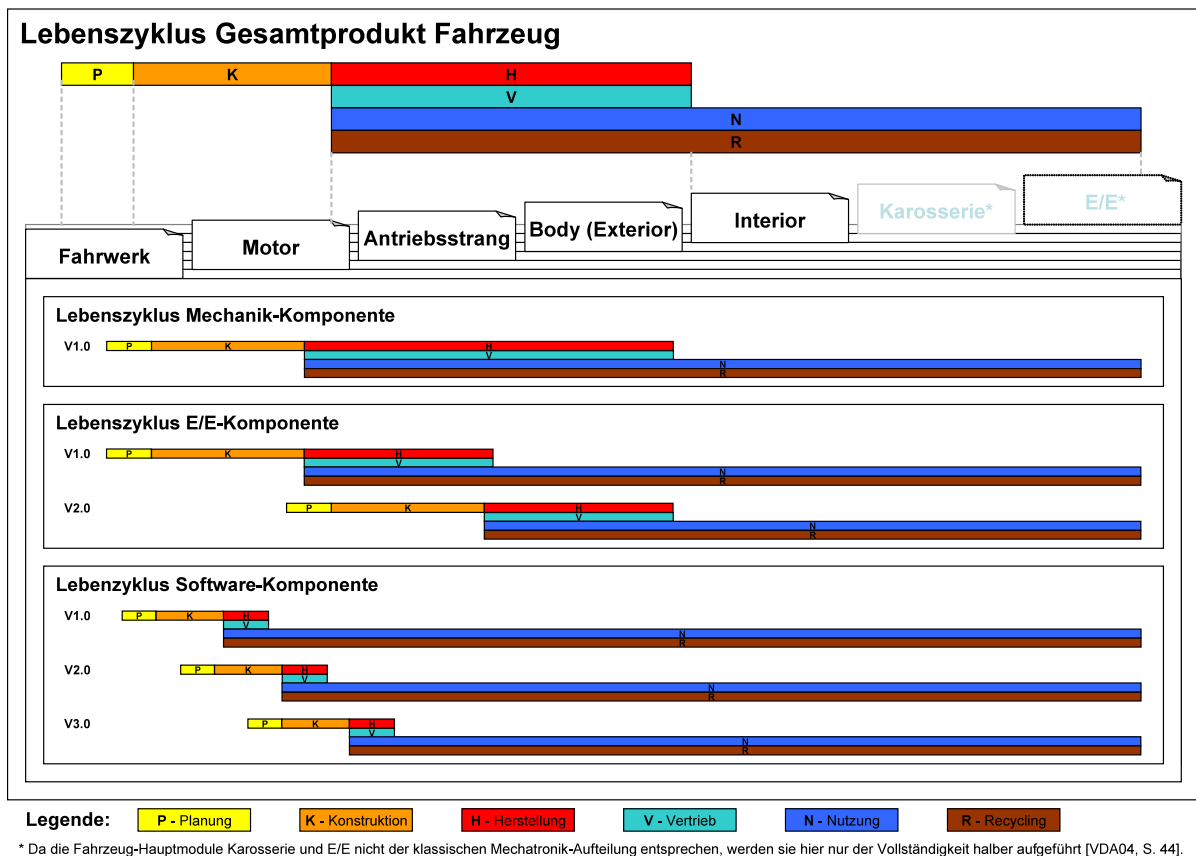


Abb. 2 Lebenszyklus des Gesamtproduktes Fahrzeug

Dieses führt zu neuen Anforderungen an die synchrone Zusammenarbeit von Endkunden, Werkstätten, Primärproduktherstellern und Lieferanten sowie an die zugehörigen IT-Systeme. Der Ansatz intelligenter Logistik-Anwendungssoftware scheint für diesen Zweck über einen geeigneten Theorie- und Methodenapparat zu verfügen (Leukel et al. 2011; Kirn 2008) und übersetzt sich in den fortfolgend beschriebenen Forschungsansatz.

2 Forschungsansatz

2.1 Gegenstand

Im SyncLog-Kontext werden unter intelligenter Logistik-Anwendungssoftware maschinelle Aufgabenträger verstanden (in Anlehnung an Ferstl u. Sinz 2008, S. 1-8 und S. 52-63), welche Fach- und Führungskräfte bei der Lösung komplexer Aufgaben in der Beschaffungs-, Produktions-, Distributions-, Ersatzteil- und Entsorgungslogistik mit relevanten Informationen (synonym: Wissen; Krcmar 2009, S. 14-23) und Problemlösungsmethoden (vgl. hierzu u.a. Russel u. Norvig 2009) unterstützen. Softwaresysteme dieses Typs unterscheiden sich von „konventioneller“ Unternehmenssoftware damit insbesondere dadurch, dass sie Domänenwissen, getrennt von den Entscheidungsmodellen in einem Domain Knowledge Repository bereitstellen (Russel u. Norvig 2009;

Cheung, Leung u. Tam 2005, S. 419; Studer, Benjamins u. Fensel 1998, S. 171). Systeme dieses Typs werden mitunter auch als „knowledge-based decision support systems“ oder „intelligent decision support systems“ bezeichnet (Efraim et al. 2011, S. 530) und in der betrieblichen Praxis seit Mitte der 90-er Jahre unter dem vielschichtigen Begriff des „Business Intelligence“ (BI) zusammengefasst (vgl. hierzu auch Anandarajan et al. 2004, S. 18; Kemper 2010, S. 4; Chamoni u. Gluchowski 2004, S. 119).

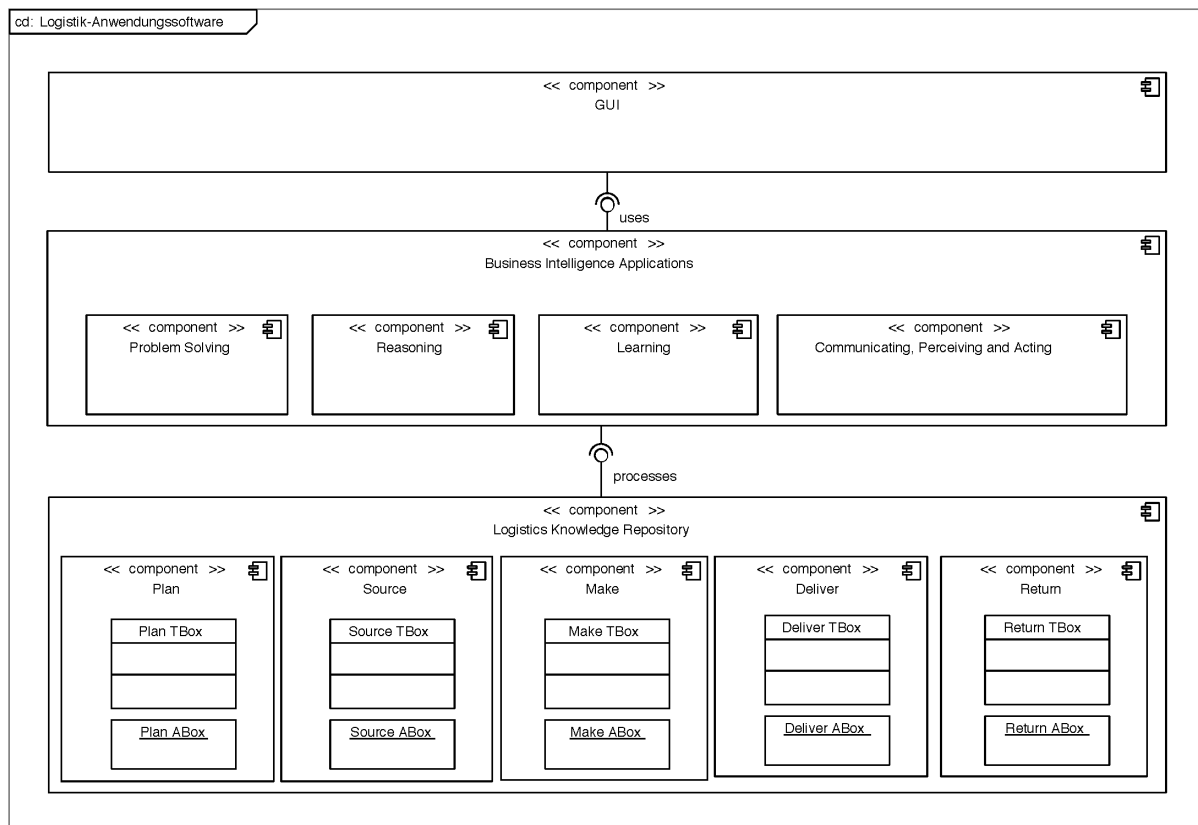


Abb. 3 Architektur Intelligenter Logistik-Softwaresysteme

2.2 Problemstellung

Am Beispiel der Automobilwirtschaft kann jedoch als Problem beobachtet werden, dass die „*Individualisierung*“ des Angebots in Form mechatronischer Produkte dort, also in intelligenten Logistik-Informationssystemen, zu steigenden Prozesskosten in der Beschaffungslogistik führt bzw. zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen im Beschaffungsprozess notwendig macht (vgl. hierzu Gronau 2010, S. 94-96).

In dieser Branche zieht die Individualisierung der Nachfrage sowie die damit einhergehende Dynamisierung der Lieferkette (Kirn 2008; Picot, Reichwald u. Wigand 2008; Piller 2007) den Effekt nach sich, dass Werkstätten, Primärprodukt Hersteller usw. dazu übergegangen sind ihren Kunden weltweit ein – im Außenverhältnis – ausdifferenziertes Produktprogramm (Piller 2006, S.

114-115 und S. 175-176) in Form mechatronischer Produkte zu offerieren. Aus Kundensicht handelt es sich dabei um Produkte hoher Spezifität, also um Primärprodukte, Baugruppen und Einzelteile hoher Varietät (MacDuffie et al. 1996; Fisher et al. 1999) und unterschiedlicher Technologie (Mechanik, Elektronik und Embedded Software). Da dieselben Anbieter – im Innenverhältnis – aber auch gleichzeitig bestrebt sind über die Lebenszyklen ihrer Produkte hinweg Skalen- und Verbundeffekte zu realisieren, neigen sie dazu, ihre Leistungen beispielsweise nur zeitlich oder örtlich begrenzt anzubieten (Verfügbarkeit) oder unterwerfen ihre Produkte versions- bzw. variantenspezifischen engen Restriktionen hinsichtlich ihrer funktionalen Interoperabilität. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der „Tiefe der Lieferkette“

- (1) an der Konstruktion, Fertigung und dem Vertrieb mechatronischer Produkte sowie deren Ersatzteilen Hersteller unterschiedlicher Branchen, mit branchenspezifisch unterschiedlichen Innovationsgeschwindigkeiten und Versorgungszeiträumen, beteiligt sind. So sind bei Primärproduktherstellern der Automobilindustrie beispielsweise Entstehungszyklen von bis zu drei Jahren und sich daran anschließende Fertigungszyklen von bis zu sieben Jahren nicht unüblich (vgl. hierzu auch Abb. 4). Bei Steuergerätelieferanten dauert der Entwicklungszyklus hingegen typischerweise nicht länger als ein bis zwei Jahre, gefolgt von einem Fertigungszyklus von zwei bis drei Jahren (Bothe 2003, S. 1-13; Schäuffele und Zurawka 2003, S. 21; Teepe 2000; Maringer 1992, S. 12ff.)
- (2) die Aufrechterhaltung des Lieferservices für einen Zeitraum von bis zu 20 Jahren nicht nur zu hohen Kosten führt (z.B. für gebundenes Kapital für Maschinen, Schulungskosten für Personalausbildung), sondern auch die Absatzmenge in der Nachserienphase durchaus auch um bis zu 90% gegenüber der Serienphase absinken kann (Hagen 2003, S. 27) (Anmerkung: Daher sind auch insbesondere Hersteller in der „Tiefe der Lieferkette“, die nicht unmittelbar der Pflicht zur Ersatzteilversorgung gegenüber dem Endkunden unterworfen sind, bestrebt, wenig lukrative und schlecht-gängige Bauteile frühzeitig, oftmals sogar schon vor dem End Of Production (EOP) des Primärprodukts, abzukündigen).

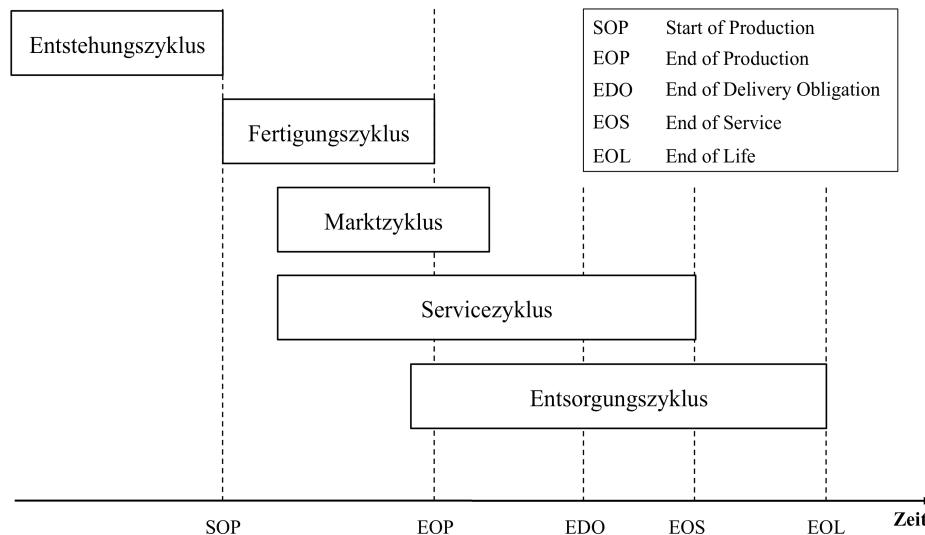


Abb. 4 Lebenszyklusmodell – Ersatzteilmanagement-Perspektive (Bothe 2003, S. 35)

Spätestens ab dem EOP, also dem Ende der Serienfertigung eines betreffenden Bauteils, erhöht dieses Verhalten entlang Lieferkette aus Kundensicht das Risiko (1) mit einer nicht ausreichenden Menge an funktional geeigneten und fehlerfrei funktionierenden Elektronikbauteilen (Einzelteile, Baugruppen) termingerecht versorgt werden zu können bzw. daran geknüpft das Risiko der Über- und/oder Unterdeckung bei Fremdbezug, (2) große Mengen abgekündigter, elektronischer Ersatzteile auf unterschiedlichen Vorfertigungsgraden für lange Zeiträume im eigenen Lager vorhalten zu müssen sowie (3) im Reparaturfall und der Nicht-Mehr-Verfügbarkeit von Originalersatzteilen, auch funktional abhängige, aber nicht defekte Teile, ebenfalls austauschen (lassen) zu müssen (Baugruppen- anstatt Einzeiltauschs aufgrund funktionaler, montagetechnischer und/oder signaltechnischer Inkompatibilität).

Ein Beispiel (Hagen 2003):

Der Halbleiterhersteller Infineon gab Mitte 2000 mittels Product Change Notification (PCN) eine Technologieumstellung von einer Wafergröße auf die nächste bekannt, was zu einer umfangreichen Bauelementabkündigung führen sollte: Insgesamt sollte die Fertigung von 313 Halbleiterbauelementen aufgegeben werden (Infineon 2001). Bis auf 39 Bauteile, welche ersatzlos aus dem Programm gestrichen werden sollten, bot der Halbleiterhersteller ein Alternativbauelement an. Die letzten Bestellmöglichkeiten waren März, Juli und Dezember 2001 mit letzten Lieferungen bis September 2001 bzw. Dezember 2002.

Der Abnehmer und Steuergerätehersteller Hella KG Hueck & Co war von dieser Maßnahme mit 39 Bauelementen betroffen; für 36 Bauteile wurde ein Alternativbauteil vorgeschlagen, für weitere drei gab es kei-

nen Vorschlag. Die Alternativbauteile waren für den weiteren Einsatz in Hella-Produkten jedoch weitgehend ungeeignet: Zwar waren die elektrischen Eigenschaften identisch, jedoch waren die Abmessungen und die Positionen der Anschlussbeinchen jeweils andere. Betroffen von den 39 abgekündigten Bauelementen waren ca. 800 Verkaufsartikel. Unter den betroffenen Kunden waren alle wichtigen Primärprodukthersteller. Die Lieferverpflichtungen der Artikel reichte in vielen Fällen noch bis ins Jahr 2009.

2.3 Perspektive

Aus diesen Gründen adressiert die vorliegende Arbeit die Entwicklung eines Artefakts zur intelligenten Beschaffung mechatronischer Produkte in der Automobilwirtschaft. Im Speziellen wird ein Wissensmodell entworfen, welches dazu beitragen soll die Grenzkosten „individueller“ Beschaffung in intelligenten Logistik-Informationssystemen zu senken (vgl. ökonomische Flexibilität; Adam 1993; Schneeweiß und Kühn 1990). Als spezifischem Analyseinstrument wird hierfür auf die Prinzipal-Agent-Theorie zurückgegriffen.

Mit der Entwicklung eines Artefakts folgt die Arbeit dem Paradigma der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik (Österle 2011; Hevner et al. 2004; Zelewski 2007, S. 71-120). Fortfolgend wird hierfür im Speziellen eine Referenzmodell-Perspektive eingenommen. Als Referenzmodell wird im Kontext dieser Arbeit ein Modell normativer Aussagen verstanden, womit Referenzmodelle sowohl deskriptive als auch präskriptive Aussagen bzw. Empfehlungen beinhalten (Fettke und Loos 2004, S. 332). In dieser Deutung wird ein Referenzmodell damit ebenfalls als eine Menge von Begriffen verstanden, welche die Beschreibung eines Objektsystems erlauben („Konzeptualisierung“; Referenzmodell als konzeptuelles Modell (Frank 2006, S. 119). Beispiele hierfür sind das Referenzmodell von Klein und Szyperski (2003) oder auch Scheer (1997). Bezogen auf Intelligente Informationssysteme werden Referenzmodelle auch als „generic ontologies“, „core ontologies“ oder auch „super theories“ bezeichnet, also eine rechner-verarbeitbare Spezifikation gemeinsamen, branchen- und/oder Unternehmensfunktion-übergeifenden Wissens (in Anlehnung an Studer, Benjamins und Fensel 1998, S. 25-27; Borst und Akkermans 1997; Heijst, Schreiber und Wielinga 1997).

Da das Paradigma der gestaltungsorientierten Forschung (Hevner et al. 2004) originär über kein eigenes, standardisiertes Vorgehensmodell zur Deduktion und Lösungsgestaltung verfügt, sondern lediglich relevante Eigenschaften (engl. guidelines) des Problemlösungsprozesses und dazugehörige Evaluationsmethoden beschreibt, wird zum Entwurf des Wissensmodells nachfolgend

auf das bei Österle et al. (2011, S. 9) vorgestellte Vorgehensmodell ausgewichen. Danach wird der Aufbau der Arbeit wie folgt strukturiert

In Kapitel B.3 erfolgt die Anforderungsanalyse. Als ordnungslogischer Rahmen zur Rekonstruktion bzw. Beschreibung des Lifecycle-Logistik-Informationssystems, bestehend aus Leistungen und Akteuren, dient die Prinzipal-Agent-Theorie (vgl. Alparslan 2006). Unter Verwendung textueller Beschreibungen wird darauf aufbauend analysiert, auf welche Weisen sich Hersteller und Lieferanten entlang der Lieferkette ihre Informationsvorsprünge zu Nutze machen. Methodisch bedient sich die Arbeit in diesem Kapitel im Wesentlichen der Sekundärforschung und nutzt als Erkenntnisquellen vornehmlich existierende Literatur.

Darauf aufbauend werden in Kapitel B.4 unter Verwendung von SCOR 10.0 (als ordnungslogischer Rahmen) und Use-Cases die funktionalen Anforderungen an den Lösungsansatz definiert bzw. mit der Gestaltung des Lösungsansatzes behoben. Unter funktionalen Anforderungen werden die Fähigkeiten eines Anwendungssystems verstanden, die ein Anwender erwartet, um mit Hilfe dieser ein Problem zu lösen. Bei Use-Cases handelt es sich um eine Standardsprache, welche gerade im fachkonzeptuellen Entwurf, also einer frühen Phase im Softwareentwicklungsprozess, typischerweise zur Anwendung kommt (Rupp 2007). Bei SCOR handelt es sich ebenfalls um ein Referenzmodell und industriellen Quasi-Standard. SCOR liefert zur Modellierung logistischer Prozesse eine bereits vordefinierte Semantik und wirkt damit zusätzlich normierend.

In Kapitel B.5 erfolgt der Entwurf Domain Knowledge Repositories. Ausgehend von der Anforderungsdefinition sowie den Grundsätzen ordnungsmäßiger Referenzmodellierung (Schütte 1998), erfolgt in dieser Phase der Entwurf des Lösungsansatzes. Da hierbei im Speziellen eine Datensicht eingenommen wird, erfolgt der Entwurf unter Verwendung der Modellierungssprache Klassendiagramme. Die Konstruktion erfolgt dabei auch unter Wieder- und Weiterverwendung problemrelevanter Referenzdatenmodelle (z.B. Becker und Schütte (2004) oder auch Scheer (1997)) sowie relevanter, industrieller Standards (z.B. DIN 4991:2006-04). Dies erhöht die Validität des Ergebnisses. Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der konstruierten Lösung zwar um eine normative aber dennoch Subjekt-gebundene Aussage handelt. Bei Aussagen dieses Typs handelt es sich damit zwar um generelle Aussagen, jedoch ohne objektiven Wahrheitswert und subjektiven Wahrheitsanspruch (Chmielewicz 1979, S. 80-120).

In Kapitel B.6 erfolgt eine zusammenfassende Bewertung unter Verwendung der von Hevner et al. (2004) erarbeiteten Guidelines.

Die Struktur des Abschlussberichts im Kapitel Forschungsansatz & Ergebnisse folgt ablauflogisch damit 1:1 der im Rahmen des Projektantrages geplanten Arbeitspaketstruktur aus LogistikszENARIO (AP 1), Mechatronik-Produktmodellen (AP 2), Synchronisationsverfahren (AP 3) und IT-Architektur (AP 4).

3 Anforderungsanalyse

3.1 Prinzipal-Agent-Grundmodell

Sei ein *Prinzipal* pr , welcher genau einen *Agenten* ag mit der Erstellung genau eines gewünschten *Leistungsergebnisses* L beauftragt. Im Fall der Auftragsannahme wählt der Agent zur Auftragserfüllung genau eine *Verhaltensstrategie* vs aus der Menge ihm möglicher *Verhaltensstrategien* VS aus:

$$vs \in VS := \{vs_1, \dots, vs_n\}, \text{ mit } n \in \mathbb{N} \setminus \{0\}.$$

Eine Verhaltensstrategie wird als Tupel von nicht weiter zerlegbaren SCOR-Prozesselementen (Supply Chain Council 2010) interpretiert:

$$f: VS \rightarrow Pow(G_{SCOR}), \text{ mit}$$

Menge P an SCOR-Plan-Prozesselementen:

$$p \in P := \{p1.1, \dots, p1.4; p2.1, \dots, p2.4; p3.1, \dots, p3.4; p4.1, \dots, p4.4; p5.1, \dots, p5.4\}$$

Menge S an SCOR-Source-Prozesselementen:

Menge M an SCOR-Make-Prozesselementen:

$$m \in M := \{m1.1, \dots, m1.7; m2.1, \dots, m2.7; m3.1, \dots, m3.8\}$$

Menge D an SCOR-Deliver-Prozesselementen:

Menge R an SCOR-Return-Prozesselementen:

Die Ausführung einer *Verhaltensstrategie* führt dabei immer zu genau einem *Leistungsergebnis* l aus L :

$$, \text{ mit } o \in \mathbb{N} \setminus \{0\}.$$

Neben der gewählten Verhaltensstrategie ist das einzelne Leistungsergebnis l ferner auch noch von der exogenen *Störgröße* st abhängig:

$$, \text{ mit } q \in \mathbb{N} \setminus \{0\}.$$

Die exogene Störgröße tritt ein, nachdem der Agent seine Strategie zwecks Auftragsdurchführung gewählt hat und ist nicht in jedem Fall für den Prinzi-

pal beobachtbar. Die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer konkreten Störgröße st wird durch die Dichtefunktion g angegeben. Sie ordnet jeder möglichen Störgröße st ihre Realisierungswahrscheinlichkeit $g(st)$ zu. Damit ist es für den Prinzipal auch unmöglich einen Rückschluss von dem erzielten Ergebnis auf die gewählte Strategie zu ziehen.

$$g: ST \rightarrow \mathbb{R}_{\geq 0}$$

$$st \rightarrow g(st), \text{ mit } \int_{-\infty}^{+\infty} g(st) = 1$$

In der hier gewählten Zustandsraumformulierung der exogenen Störgröße, wird diese explizit als unabhängige Variable der Ergebnisfunktion berücksichtigt. Das Leistungsergebnis resultiert damit aus der gewählten Verhaltensstrategie vs und der realisierten Ausprägung st der exogenen Störgröße. Dabei wird angenommen, dass eine zweifach differenzierbare Ergebnisfunktion ef existiert, welche jeder Kombination aus vs und st zulässiges Leistungsergebnis aus L zuordnet:

$$ef: VS \times ST \rightarrow L$$

In diesem Zusammenhang wird die Ergebnisfunktion ef auch als „Produktionsfunktion“ des Agenten interpretiert. Das Produktionsergebnis wird dann von der Verhaltensstrategie und der exogenen Störgröße beeinflusst. Wird die Verhaltensstrategie ferner als Arbeitseinsatz des Agenten interpretiert, fällt das (Produktions-)Ergebnis mit zunehmendem Arbeitseinsatz ($vs_1 < vs_2 < \dots < vs_n$) nicht ab, d.h. es steigt an oder bleibt konstant, und es gibt immer mindestens einen Arbeitseinsatz, dessen Zunahme zu einem höheren Ergebnis führt.

Prinzipale und Agenten wählen die zu realisierenden Leistungsergebnisse bzw. Arbeitseinsätze/Verhaltensstrategien entsprechend ihren Präferenzen bzw. (Bernoulli-)Nutzenfunktionen. Dabei werden risikofreudige Akteure in der PAT grundsätzlich ausgeschlossen. Dies bedeutet, dass ausschließlich Akteure betrachtet werden, die eine lineare (risikoneutrale Akteure) oder konkave Nutzenfunktion (risikoaverse Akteure) besitzen.

Oftmals werden Agenten im Einzelfall als risikoscheu modelliert, während hingegen Prinzipale dann als risikoneutral beschrieben werden. Dies wird dadurch begründet, dass ein Agent im Fall einer Schlechtleistung mit Einkommenseinbußen konfrontiert und in seiner Existenz bedroht ist. Der Prinzipal hingegen kann aus einer Menge unterschiedlicher Agenten wählen.

Damit der Agent den Auftrag für den Prinzipal auch durchführt, richtet der Prinzipal nach der Auftragsdurchführung eine Zahlung z aus der Menge der zulässigen Zahlungen Z an den Agenten:

$$, \text{ mit } t \in \mathbb{N} \setminus \{0\}.$$

Dabei entspricht der Nutzen des Prinzipals U_P einer Kombination aus L und Z :

$$U_P: L \times Z \rightarrow \mathbb{R}$$

Die Kombination aus Leistungsergebnis und Zahlung wird auch als monetäre Restgröße interpretiert, bei der von dem in monetären Einheiten gemessenen Ergebnis l die Zahlung z an den Agenten abgezogen wird. Die Nutzenfunktion U_P des Prinzipals verhält sich unter diesen Voraussetzungen stetig, streng monoton steigend und zweifach differenzierbar. Bei asymmetrischer Informationsverteilung wird davon ausgegangen, dass der Prinzipal risikoneutral oder risikoavers ist. Zum Ausdruck kommt dies durch $U_P' > 0$ und

$$U_P'' = 0 \text{ (risikoneutraler Prinzipal) } \vee$$

$$U_P'' < 0 \text{ (risikoaverser Prinzipal).}$$

Anders verhält es sich mit der Nutzenfunktion des Agenten. Der Agent erhält vom Prinzipal für seine gewählte Strategie eine Zahlung. Beides geht in dessen Nutzenfunktion U_A ein:

$$U_A: VS \times Z \rightarrow \mathbb{R}$$

Die Nutzenfunktion U_A des Agenten verhält sich hinsichtlich der Zahlung z und der gewählten Strategie vs ebenfalls stetig, streng monoton steigend und zweifach differenzierbar. Bei asymmetrischer Informationsverteilung wird davon ausgegangen, dass der Agent risikoavers (für den Fall, dass der Prinzipal risikoneutral ist) oder risikoneutral ist (für den Fall, dass der Prinzipal risikoavers ist). Zum Ausdruck kommt dies durch $U_A' > 0$ und

$$U_A'' = 0 \text{ (risikoneutraler Agent) } \vee$$

$$U_A'' < 0 \text{ (risikoaverser Agent).}$$

Die Argumente der Nutzenfunktionen U_P und U_A machen den Interessenkonflikt zwischen Prinzipal und Agent deutlich: Die Zahlung z und die gewählte Strategie vs determinieren den Nutzen U_A des Agenten. Dabei erhöht die Zahlung z den Nutzen des Agenten, während hingegen die gewählte Strategie vs und der damit verbundene Aufwand seinen Nutzen mindern. Aus diesem Grund ist der Agent bestrebt bei einer hohen Zahlung

einen geringen Arbeitseinsatz zu leisten. Hingegen wird der Nutzen des Prinzipals durch das Ergebnis I zunächst positiv und die anschließende Zahlung z negativ beeinflusst. Der Prinzipal ist daher an einem „hohen“ Ergebnis bei niedrigerer Zahlung interessiert. Da mit zunehmendem Arbeitseinsatz des Agenten auch die Wahrscheinlichkeit für ein „hohes“ Ergebnis steigt, ist der Prinzipal an einem hohen Arbeitseinsatz des Agenten interessiert.

Damit der Agent aber überhaupt erst in eine Vertragsofferte einwilligt, muss der Prinzipal sicherstellen, dass diese den Reservationsnutzen des Agenten $\overline{U}_A$ übersteigt (Teilnahmebedingung). Darunter wird der Nutzen des Agenten verstanden, den dieser aus alternativen Vertragsangeboten realisieren könnte. Wird dieser „Mindestnutzen“ durch die anreizkompatible Vertragsofferte (Anreizkompatibilitätsbedingung) nicht erreicht, lehnt der Agent das Angebot ab.

3.2 Lifecycle-Logistik-Informationssystem

3.2.1 Logistisches Objekt

3.2.1.1 Produkte

Aufgrund des Industrie-betrieblichen Kontextes der Arbeit erfolgt die Präzisierung und Detaillierung des Leistungsbegriffs unter Verwendung von Konzepten des Produktlebenszyklusmanagements (PLM), welches Leistungen im Speziellen als Produkte interpretiert. Damit seien Produkte nachfolgend als materielle oder immaterielle Objekte definiert, welche in einem zwischenbetrieblichen Logistiksystem gegen Bezahlung den Eigentümer wechseln (in Anlehnung an Schichtel 2002, S. 41). In diesem Zusammenhang muss an dieser Stelle noch darauf hingewiesen werden, dass das Konzept „Produkt“ nicht 1:1 mit dem Konzept „logistisches Objekt“ (Arnold et al. 2008, S. 213 und S. 703) gleichgesetzt werden darf. Das Konzept des „logistischen Objekts“ kann nicht ohne eine logistische Transformation (Beschaffung, Lagerhaltung, Umschlag, Transport), welche an dem Objekt vollzogen wird, diskutiert werden. Handelt es sich im Fall einer Beschaffung bei einem logistischen Objekt um ein tatsächliches Produkt (also bspw. ein Steuergerät), wird darunter im Fall eines Transports hingegen beispielsweise eine Palette verstanden, welchem das Produkt (also bspw. Steuergerät) verpackt ist.

Vergleichbar zum Sichtenkonzept in ARIS (Funktions-, Daten-, Organisations- und Prozesssicht), können auf Produkte, wie auch auf Unternehmen, zeitgleich unterschiedliche Blickwinkel eingenommen werden und damit unterschiedliche Eigenschaften einen und desselben Objektes offenlegen. Das

Produktlebenszyklusmanagement bezeichnet diese als die Attributs- und Struktursicht (Schichtel 2002, S. 97-105).

Attributssicht

„Klassisch“ volkswirtschaftlich werden Produkte Eigenschaften-basiert beschrieben (z.B. im Fall eines PKWs: Materialart, Lebensdauer, Höchstgeschwindigkeit usw.). Jede Eigenschaft wird dabei durch eine nichtleere Menge an Merkmalen präzisiert, wobei jedem Merkmal weiterhin eine nichtleere Menge an Merkmalswerten zugeordnet ist. Oftmals wird in diesem Zusammenhang synonym anstatt von Produkteigenschaft auch von Produktqualität gesprochen (Busse von Colbe, Hamann und Laßmann 1991, S. 73). Welche Eigenschaften im Einzelfall als relevant erachtet werden, kann nicht pauschal beantwortet werden sondern ergibt sich immer aus dem betrieblichen Kontext.

Da für ausgewählte Fragestellungen immer nur eine begrenzte Anzahl der, zunächst einmal grundsätzlich unendlich vielen, Produkteigenschaften relevant ist, werden Produkte typischerweise kontext-abhängig (z.B. Beschaffung, Fertigung, Absatz) anhand unterschiedlicher Mengen von Teilqualitäten identifiziert, beschrieben und klassifiziert. Deren Wichtigkeit für betriebliche Entscheidungen sowie die Wahrnehmung konkreter Merkmalsausprägungen kann entlang der Lieferkette, auf Seiten von Anbietern und Nachfragern, unterschiedlich ausfallen. Die jeweiligen Teilqualitäten werden entlang kardinaler, ordinaler und nominaler Skalen aufgetragen. Physische Teilqualitäten werden dabei in der Regel in den üblichen Längen-, Flächen- oder Dichtemaßen ausgedrückt (Kardinalmaße). Teilqualitäten, deren Ausprägung intersubjektiv nicht eindeutig zu erfassen ist (z.B. im Bereich der Geltungsfunktionen), werden hingegen ordinal (z.B. mittels Rating-Skalen) beschrieben. Die dritte Menge an Teilqualitäten kann ausschließlich nominal beschrieben werden: Entweder ist die Eigenschaft vorhanden oder eben nicht (Busse von Colbe, Hamann und Laßmann 1992, S. 141-143).

Unter Einführung eines Sichten- und Kontext-Konzeptes greift das PLM die volkswirtschaftliche Produkt-Modellierungsweise auf und spricht in diesem Fall von einer Attributssicht (Schichtel 2002, S. 97-105). In Anlehnung an Lassmann (1992, S. 92) und Arnold et al. (2005, S. 209) lassen sich die in Tab 1 beschriebenen Kontexte identifizieren:

Tab 1 Kontextbegriff im PLM

Kontext	PLM Terminologie
Entwicklung & Konstruktion	as designed; as develo-

	ped
Einkauf & Bereitstellung (einschließlich Eingangslogistik)	as ordered
Fertigung & Montage (einschließlich Durchgangslogistik)	as planned, as built
Vertrieb (einschließlich Ausgangslogistik)	as shipped
Kundendienst	as maintained

Zu diesem Zweck kommen im Rahmen des PLM oftmals auch vordefinierte und sogenannte Sachmerkmalleisten (SML) zum Einsatz (Arnold et al. 2005, S. 219-224; Eigner u. Stelzer 2009, S. 65-78). Sachmerkmale sind wesentliche Merkmale, die Gegenstände unabhängig vom Umfeld (z.B. Herkunft, Verwendung) beschreiben. Dabei wird jedes Sachmerkmal innerhalb der Sachmerkmalleiste (Zusammenfassung aller relevanten Sachmerkmale einer Gruppe von Objekten/Gegenständen) in welcher es verwendet wird, durch einen eindeutigen Sachmerkmalnamen identifiziert z.B. Durchmesser oder Länge. Die jeweilige Sachmerkmalausprägung ist je nach Art des Sachmerkmals entweder ein Größenwert oder eine textuelle Information (z.B. eine attributive Angabe) samt Datentyp. SachmerkmalAusprägungen beschreiben damit also die Eigenschaften von Objekten. Eine Gegenstandsgruppe ist eine bedingt durch gemeinsame Sachmerkmale bestimmte Gruppe artverwandter Objekte z.B. Wellen, Platten, Spiralbohrer. Abhängig vom Verwendungszweck (in Anlehnung an Leukel 2004, S. 269) lassen sich dabei sowohl horizontale als auch vertikale SML identifizieren. Während horizontale SML versuchen branchenübergreifend ein weites Spektrum von Produkten zu beschreiben sind vertikale SML auf die Anforderungen einzelner Branchen (Achtung: nicht Kontexte) zugeschnitten. Implementiert finden sich beide u.a. in Klassifikationssystemen. Eine Übersicht dazu und auch Beispielmerkmale finden sich u.a. bei Leukel (2004, S. 267-286) und eCI@ss e.V. (2011).

Struktursicht

Die Struktur-basierte Modellierung findet bislang insbesondere im Bereich der Produktionsplanung und -steuerung Anwendung. Diese Form der Modellierung ist im Rahmen des PLM von zentraler Bedeutung und wird dort auch als Struktursicht bezeichnet (vgl. hierzu Schichtel 2002, S. 101 oder auch Tempelmeier 2006, S. 99-123). Weitere Anwendungsbeispiele finden sich aber auch in der Konstruktion bzw. dem Kundendienst. So ist es aus Sicht der Konstruktion

beispielsweise bedeutsam zu wissen aus welchen Bestandteilen sich ein Produkt zusammensetzt. Die Fertigung & Montage hingegen ist am Wissen um die tatsächlich im Produkt verbauten Bestandteile interessiert, die Zusammenbaureihenfolgen sowie um die benötigten Werkzeugmaschinen sowie sonstigen Ressourcen. Der Kundendienst zuletzt möchte während der Betriebsphase über Informationen hinsichtlich gewarteter oder ausgetauschter Bauteile sowie deren funktionale und mengenmäßige Abhängigkeiten zu anderen Bauteilen verfügen (Schichtel 2002, S. 100-102).

Eine strukturbasierte Modellierung macht jedoch die Einführung weiterer spezifischer Produktkonzepte notwendig, nämlich Endprodukte, Baugruppen und Einzelteile. Danach werden Produkte welche nicht mehr zerstörungsfrei voneinander getrennt werden können als Einzelteil bezeichnet (ET). Alle anderen Produkte werden entweder als Baugruppe (BG) oder Endprodukt (EP) bezeichnet. Endprodukte und Baugruppen bestehen entweder aus (1) zwei oder mehr Einzelteilen oder (2) Baugruppen niedrigerer Ordnung (Lingau 1994, S. 20). Bezogen auf ein EP können speziell ET und BG ferner als „wirkungs-gleich“, also substitutional oder „wirkungsverschieden“, also komplementär, in Beziehung stehen. Komplementäre Produkte stehen vielfach in einem technisch bedingten festen (Mengen-)Verhältnis zueinander. Substitutionale Faktoren können bei totaler Faktorsubstitution vollständig durch einen anderen ersetzt werden, ohne dass sich das Ergebnis der Faktorkombination (ein identisches Produkt mit denselben Produktfunktionen), also das EP, ändert (Busse von Colbe, Hamann und Laßmann 1991, S. 77-87). Bei einer partiellen Faktorsubstitution hingegen kann ein Elementarfaktor nicht vollständig durch einen anderen ersetzt werden (sondern beispielsweise nur durch spezielle Versionen eines anderen Elementarfaktors; zum Versionsbegriff vgl. nachfolgende Kapitel).

Zur Verdeutlichung sei nachfolgend ein Beispiel eines Produktmodells (synonym: Erzeugnisstruktur) aus Perspektive der Fertigung beschrieben (Kopsidis 1997, S. 46-48). Die dabei speziell nach Fertigungsstufen strukturierten Produktmodelle folgen dem fertigungstechnischen Ablauf des betrachteten Endproduktes (vgl. Abb. 5). Dabei ist es üblich die Stufenzählung entgegen dem Fertigungsablauf vorzunehmen. Die höchste Fertigungsstufe des Endproduktes EP_1 , seine Fertigstellungsstufe, wird mit 0 gekennzeichnet.

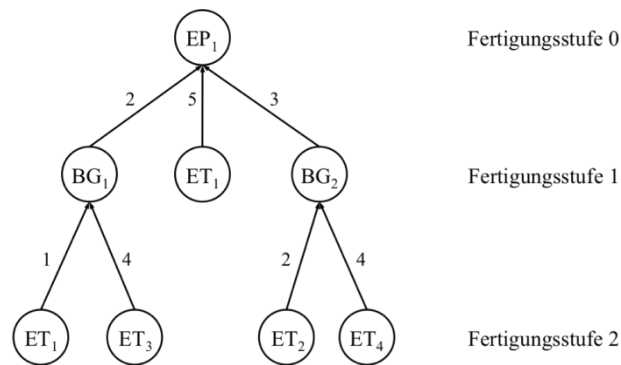


Abb. 5 Erzeugnisstruktur nach Fertigungsstufen

Das Einzelteil ET_1 kommt dabei sowohl in Fertigungsstufe 2, als auch in Fertigungsstufe 1 zum Einsatz. Da derartige Wiederholteile die Bedarfsermittlung erschweren, werden diese aus Vereinfachungsgründen immer nur in jeweils der Fertigungsstufe disponiert, in welcher sie erstmalig vorkommen. Für das Einzelteil ET_1 bedeutet dies, dass seine gesamte Bedarfsmenge in Fertigungsstufe 2 disponiert wird (vgl. Abb. 6).

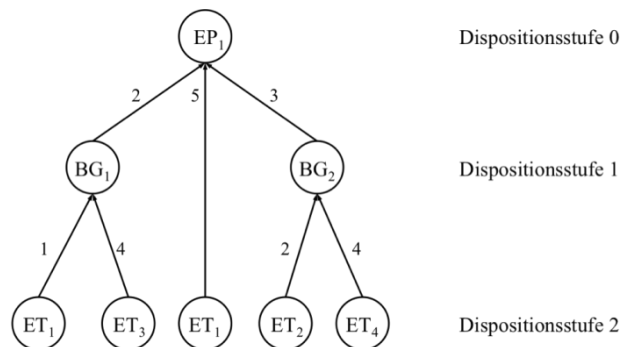


Abb. 6 Erzeugnisstruktur nach Dispositionsstufen

Ferner können Endprodukte noch nach Auflösungsstufen modelliert werden (vgl. Abb. 7). In diesem Fall wird von den Einzelteilen hin zum Endprodukt gezählt. Dabei ist es wichtig nochmals darauf hinzuweisen, dass die Zahl der Auflösungsstufen Kontext-abhängig (Konstruktion, Fertigung, Kundendienst usw.) variieren kann, da der Kundendienst beispielsweise keine Informationen dahingehend benötigt, wie viele Mengeneinheiten von welchem Rohstoff in den Transformationsprozess eingegangen sind, sondern lediglich dahingehend, welche Baugruppen und Einzelteile im Rahmen der Fertigung gefügt wurden.

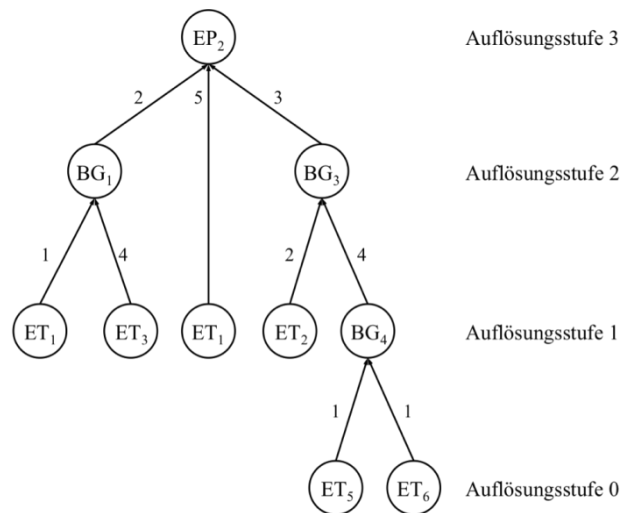
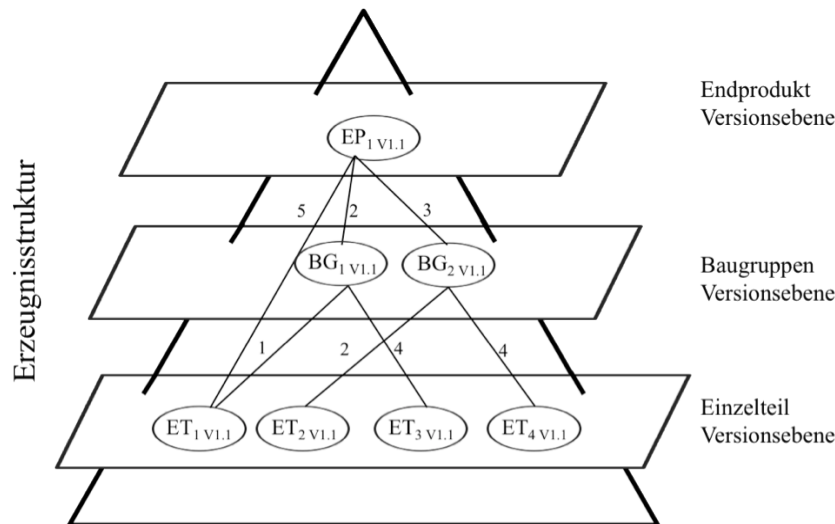


Abb. 7 Erzeugnisstruktur nach Auflösungsstufen

3.2.1.2 Versionen

Versionen ergeben sich aus der Vorstellung, dass Objekte, also Endprodukte, Baugruppen und/oder Einzelteile nicht unveränderlich sind, sondern zu unterschiedlichen Zeitpunkten in deren Lebenszyklen unterschiedliche Eigenschaften aufweisen bzw. zeitgleich mit unterschiedlichen Eigenschaften existieren, sowie jederzeit reproduziert werden können (in Anlehnung an Schichtel 2002, S. 86-91; Wilkes 1987, S. 35). Dies bedeutet schematisch, dass die Versionen eines Objekts jeweils orthogonal zur Erzeugnisstruktur in Versionsebenen angeordnet werden können (vgl. Abb. 8) und jeden Knoten jeder Hierarchiestufe mindestens eine Versionsfläche durchschneidet. Das Konzept der Version bezieht sich somit immer auf genau einen Knoten im Produktmodell und schließt die semantische Lücke zwischen der Struktur- und Attributssicht, indem sie jedem Knoten im Produktmodell eine Menge an Merkmalen und möglichen Merkmalswerten zuweist.



Beispiel: $EP_{1\ v1.1}$:= BMW 5-er Baureihe (Limousine)
 $BG_{1\ v1.1}$:= Vorderachse (komfort)
 $BG_{2\ v1.1}$:= Hinterachse (komfort)
 usw.

Abb. 8 Versionsproduktmodell (inhaltlich)

Jeder Knoten im Produktmodell kann ferner zeitgleich in mehreren Haupt- und Unterversionen existieren (vgl. Abb. 9). In diesem Fall wird für jede Hauptversion (z.B. Vers. 1) eine eigene Versionsfläche etabliert, bestehend aus Unterversionen (z.B. Vers. 1.1, 1.2 usw.). Im Hinblick auf die Menge der beschreibenden Merkmale bedeutet dies, dass jede Unterversion durch 1..n vorgegebene Merkmale bzw. 1..m vorgegebene Merkmalswerte der Hauptversion modelliert wird (z.B.: Version-ID; Hersteller). Die Menge der Merkmale und zugehöriger Merkmalswerte kann innerhalb der Versionsfläche dabei jedoch spezifisch für jede Unterversion, variieren. Im übertragenen Sinn kann in diesem Fall auch davon gesprochen werden, dass Unterversionen vollständige Spezialisierungen, mit disjunkten Teilmengen, der Hauptversion sind. Das bedeutet, dass jede Unterversion über spezifische Eigenschaften der Hauptversion verfügt, die Unterversionen dabei aber nicht identisch sind. Darauf aufbauend kann fortfolgend jeder Unterversion eine Menge an (physischen) Produktinstanzen zugeordnet werden.

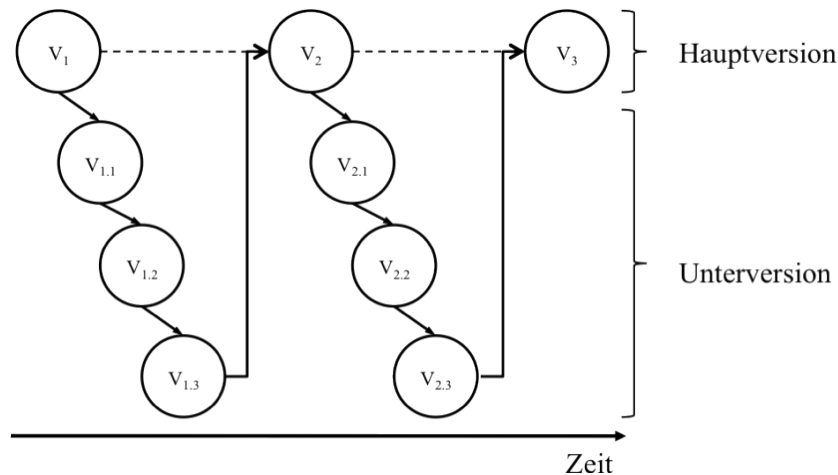


Abb. 9 Hierarchische Versionierung

Wie aus der einführenden Beschreibung des Versionsbegriffs ebenfalls hervorgeht, spielt im Rahmen der Versionierung die Zeit eine entscheidende Rolle, da Objekte zu unterschiedlichen Zeitpunkten in unterschiedlichen Zuständen existieren (in Anlehnung an Wilkes 1987, S. 35). Für den Fall unterschiedlicher Versionsmengen, sowohl zwischen Hauptversionen als auch innerhalb von Hauptversionen, bestehen also auch "Vorgänger-Nachfolger"-Beziehungen, wobei der Beziehungstyp nicht nur zeitlicher sondern auch funktionaler Natur sein kann (vgl. Abb. 10). Oftmals wird in diesem Zusammenhang auch von Zeitversionen, Revisionen oder physischer Zeit gesprochen.

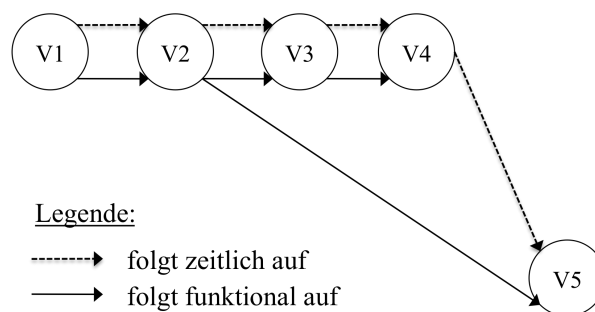


Abb. 10 "Folgt auf" - Beziehung

In Konsequenz bedeutet dies ferner auch, dass die Menge der zum Zeitpunkt t möglichen Faktorkombinationsbeziehungen auf die Versionsebenen verlagert wird: Eine Faktorkombination zweier Objekte wird nun durch eine Faktorkombination zweier Versionen von Objekten beschrieben, so dass die Produkthierarchie für Objekte durch mehrere ineinander geschachtelte Produkthierarchien für Versionen zu ersetzen ist.

Inwieweit „Versionsnachfolger“ zu ihren Vorgängern funktional, also auch montage- und signaltechnisch abwärtskompatibel sind, diese also substituieren können, kann nur formal beantwortet werden. Lassen sich bezogen auf die relevanten Vergleichsmerkmale (im Einzelfall jeweils zu definieren) der Nach-

folger-Versionen (sowohl innerhalb derselben als auch anderen Versionsflächen) identische Zustände wie im Fall der Vorgängerversion erzeugen, kann eine Nachfolgerversion eine Vorgängerversion zumindest partiell substituieren. Können auf Basis einer Nachfolgerversion sämtliche Zustände einer Vorgängerversion erzeugt werden, gilt letztere als vollständig substituierbar. Übertragen auf die unmittelbar zuvor beschriebenen Konzepte bedeutet dies, dass ein Objekt im Zeitablauf durch unterschiedliche Versionsflächen beschrieben werden kann bzw. sich die Eigenschaften zur Beschreibung der Versionen im Zeitablauf ändern können. Im Einzelfall kann dies bedeuten, dass entweder eine neue Versionsmenge definiert oder eine bereits existierende Versionsmenge um einzelne Unterversionen erweitert werden muss (vgl. Abb. 11). Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in Abb. 11 auf das Einzeichnen einer jeweils zweiten Versionsfläche bewusst verzichtet (Grundsatz der Klarheit).

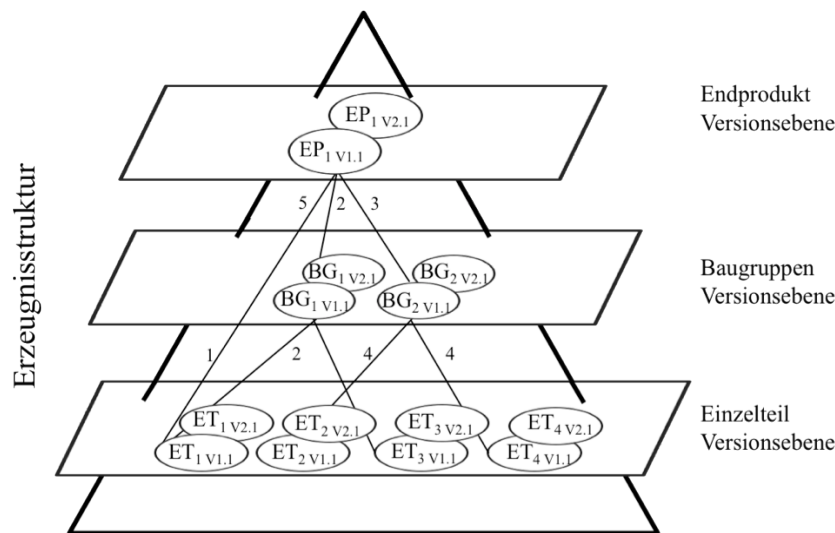


Abb. 11 Versionsproduktmodell (zeitlich)

Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, dass Versionen darüber hinaus an *Gültigkeiten* gebunden sind. Dieses Konzept dient der Prozesssteuerung und trifft eine Aussage dahingehend, unter welchen räumlichen und zeitlichen Rahmenbedingungen eine Version eines Produktes zum Einsatz kommen bzw. Verwendung finden darf. So kann beispielsweise mittels der Gültigkeit definiert werden, dass eine von der „Konstruktion“ freigegebene Version nur innerhalb eines bestimmten Zeitraums verwendet, an einem bestimmten Produktionsstandort oder gemeinsam mit einem anderen Produkt verbaut werden darf (z.B. weil der Zulieferer vor Ort sitzt und die Anlieferung an andere Produktionsstandorte zu weit und damit zu teuer wäre). Das Konzept der Gültigkeit darf dabei aber nicht mit dem Konzept der Freigabe verwechselt werden. Während eine Freigabe lediglich bedeutet, dass eine Version grundsätzlich zur Verwendung freigegeben ist, können Gültigkeiten diese grundsätzliche Möglichkeit der Verwendung wieder einschränken. Da Versionen von Produkten

Gegenstände von Arbeitsprozessen sind, beschreiben sie nicht nur auf Basis vordefinierter Merkmale den Zustand eines Produktes, sondern verfügen zudem über weitere Metadaten, welche sich auf die Arbeitsprozesse beziehen (z.B. freigegeben für Produktion). Änderungen in diesen Metadaten führen jedoch nicht zur Bildung einer neuen Produktversion (Schichtel 2002).

Inwieweit Versionen zweier ET beispielsweise zu einer BG miteinander kombiniert werden können, vermag das Konzept der Gültigkeit jedoch nicht auszudrücken. Für diesen Fall existieren typischerweise vordefinierte Konfigurationsmodelle, welche dieses, auf Basis der Produkteigenschaften und Gültigkeiten sowie unter Verwendung von Regeln oder auch Constraints, definieren.

3.2.1.3 Varianten & Alternativen

Abhängig vom gewählten Modellierungsansatz (merkmal- oder graphbasiert) erfolgt die Festlegung des Variantenbegriffs.

Varianten entstehen durch die Berücksichtigung vordefinierter Randbedingungen (z.B. Absatzgebiete) im Rahmen der Konstruktion (Schichtel 2002, S. 91-97). Die Variantenbildung erfolgt auf Basis ausgewählter Produktmerkmale, die typischerweise von der Geschäftsleitung oder dem Marketing mit konkreten Merkmalswerten „hart codiert“ werden (z.B. Absatzgebiet = „USA“). Speziell im Automobilbau sind dies u.a. die Karosserieform (Cabrio, Limousine, usw.) oder Motorisierung (Benziner, Diesel, usw.). Varianten können damit als Aufgabenstellung an die Entwicklungsabteilung eines Unternehmens interpretiert werden. In diesem Sinn sind die einzelnen Endprodukte, Baugruppen und/oder Einzelteile dann als konkrete Lösungen für eine vorgegebene Variante bzw. Aufgabenstellungen anzusprechen. Genauer gesagt sind es die einzelnen Versionen eines Endprodukts, einer Baugruppe oder Einzelteils.

Häufig werden Einzelteile, Baugruppen und Endprodukte zunächst variantenunabhängig entwickelt. Erst später, wenn eine Unterscheidung zwingend notwendig wird (z.B. unterschiedliche Netzteile für unterschiedliche Absatzländer), spaltet sich der eine Entwicklungspfad in mehrere auf. Jede Versionsabfolge bzw. jeder Entwicklungspfad wird dann zu einer Variante zusammengefasst (aufgrund ihrer Ähnlichkeit). Zwischen Versionen und Varianten besteht damit ein unmittelbarer Zusammenhang. Die zeitliche Abfolge einerseits und die inhaltlichen Ähnlichkeiten stellen also zwei Dimensionen dar, entlang derer Versionen beschrieben werden. Sind innerhalb einer Variantenmenge zwei Lösungen parallel verfügbar, werden diese auch als Alternativen bezeichnet.

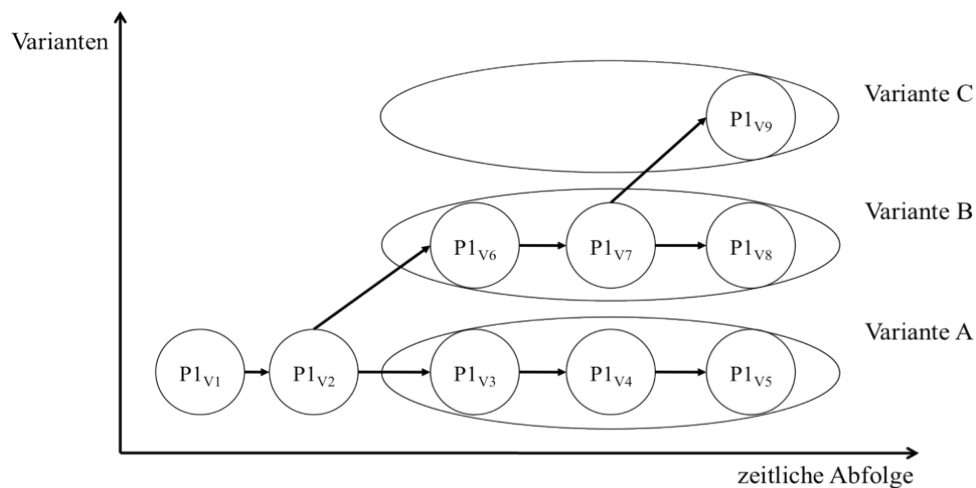


Abb. 12 Versionen und Varianten

3.2.2 Grundmodell mechatronischer Produkte

Mechatronik ist ein Kompositum der Worte Mechanik und Elektronik. Die ursprüngliche Begriffsdefinition geht auf Harashima, Tomizuka und Fukuda (1996, S. 1-4) zurück und versteht Mechatronik als das synergetische Zusammenwirken der Fachdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik beim Entwurf und der Fertigung industrieller Produkte. Zu beachten ist allerdings, dass diese drei Disziplinen in eine Vielzahl weiterer Teildisziplinen unterteilt werden können (Gehrke 2005, S. 10; Isermann 1999, S. 5).

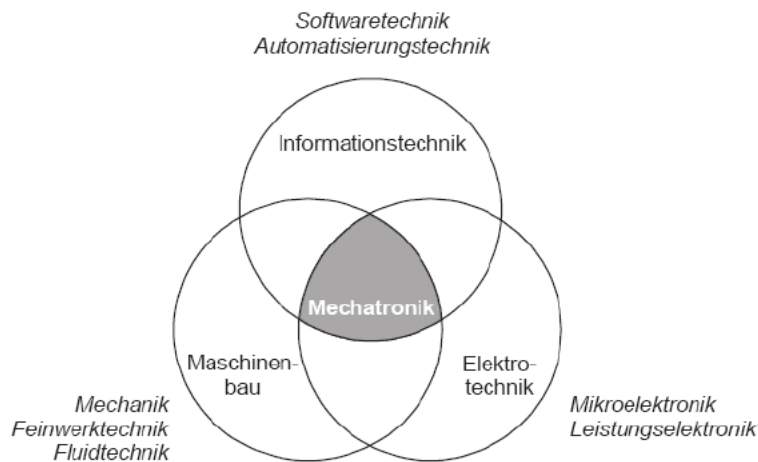


Abb. 13 Synergien aus dem Zusammenwirken dreier Disziplinen

Ein Beispiel:

Ein Beispiel für mechatronische Produkte im Automobil sind unter anderem „Sitzbelegungserkennung“-Systeme. Diese werden zunehmend von Primärproduktherstellern von Mittel- und Oberklassen PKW verbaut und haben zur Aufgabe den Belegungszustand (unbelegt/belegt) und die Be-

legungsart (Kind/Erwachsener) eines Sitzes automatisch zu bestimmen sowie die Sitzposition der einzelnen Insassen zu identifizieren. In Kombination von „Erkennen des Belegungszustandes“ und „Positionsbestimmung“ (vgl. Gefahr einer Out-of-Position-Situation) erlauben sie beispielsweise eine individuelle Auslösung (Auslösegeschwindigkeit, Füllmenge) von Airbags im PKW und erhöhen die Sicherheit von Passagieren (vgl. Abb. 14 und Abb. 15).

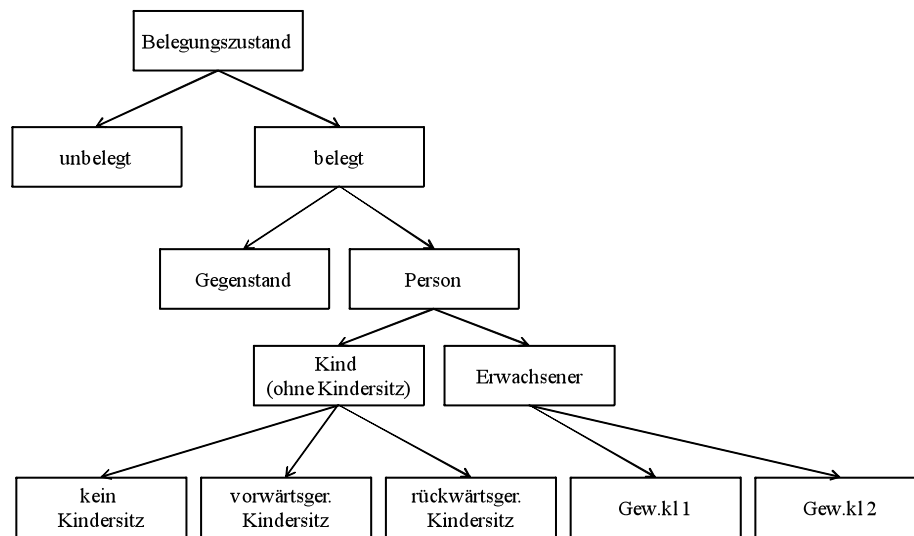


Abb. 14 PKW Sitz-Belegungserkennungsoftware

Zur Sitzerkennung/belegung existieren unterschiedlichste technologische Umsetzungen, welche beispielsweise mit Transpondersystemen, Gewichts- und Drucksensoren, optischen Sensoren, Ultraschallsensoren oder auch Bilderkennung funktionieren.

Auf der Definition von Harashima, Tomizuka und Fukuda (1996, S. 1ff.) aufbauend skizziert Gausemeier (2000, S. 4-6) eine logische Produktstruktur bestehend aus einem mechanischen Grundsystem, Sensoren, Aktoren und einer Informationsverarbeitungseinheit (engl. *electronic control unit, ECU*). Synonym wird anstatt von ECU oftmals auch von Embedded Systems gesprochen. In Abb. 15 findet sich die Anwendung der Definition von Gausemeier (2000, S. 4-6) unter Rückgriff auf das zuvor genannte Beispiel.

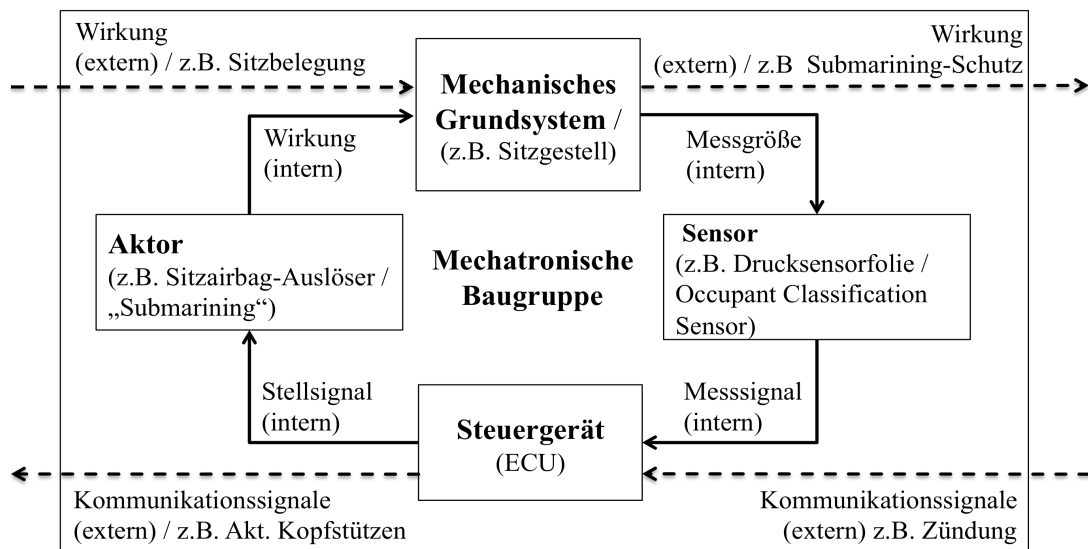


Abb. 15 Logische Produktstruktur Sitzbelegungserkennung

Abhängig vom gewählten Abstraktionsniveau kann unter Verwendung der Definition nach Gausemeier (2000) damit aber sowohl eine einzelne Baugruppe (z.B. Sitzbelegungserkennung) als auch das zugehörige Primärprodukt (z.B. BMW 5.20i), als mechatronisches Produkt bezeichnet werden. Aus diesem Grund strukturieren Lückel und Koch (2000) mechatronische Produkte in sogenannte mechatronische Funktionsmodule (z.B. Belegungserkennung), autonome mechatronische Systeme (z.B. Belegungserkennung + Positionsbestimmung) und vernetzte mechatronische Systeme (Primärprodukt).

Die Ausgangsbasis bilden die sog. mechatronische Funktionsmodule (MFM). Diese bestehen, im Sinn von Baugruppen unterer Ordnung oder Einzelteilen, aus einem mechanischen Grundsystem, mindestens einem Sensor, einem Aktor sowie einem lokalen ECU (vgl. Abb. 17). Autonome mechatronische Systeme (AMS) werden darauf aufbauend aus einer Menge von informationstechnisch oder mechanisch gekoppelten MFM gebildet. AMS verfügen demnach über eine eigene ECU. Diese realisiert übergeordnete Aufgaben wie beispielsweise Fehlerdiagnosen und Instandhaltungsentscheidungen sowie Vorgaben für die lokale Informationsverarbeitung der MFM. Eine Menge an AMS bilden abschließend auf einer übergeordneten Ebene die sogenannten vernetzten mechatronischen Systeme (VMS). Diese entstehen allein durch Koppelung der beteiligten AMS mittels Informationsverarbeitung. Analog zu AMS werden in der Informationsverarbeitung der VMS übergeordnete Aufgaben realisiert (Gausemeier 2000). In diesem Sinn kann also das als Beispiel genannte Sitzbelegungserkennung-System als AMS verstanden werden.

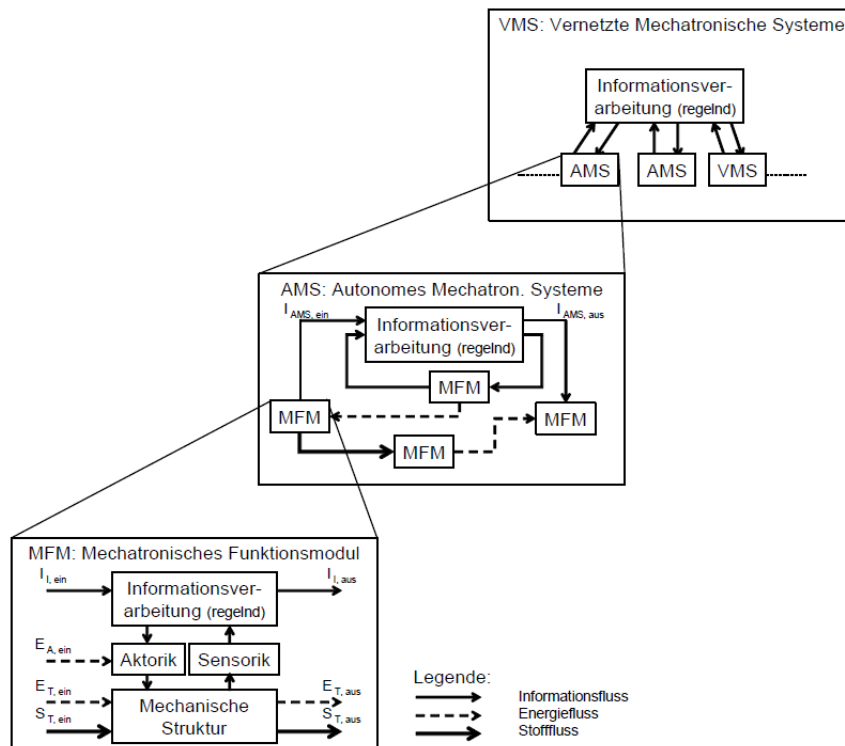


Abb. 16 Hierarchische Struktur mechatronischer Systeme (Lückel 2006; VDI 2004)

Ferner gilt selbstverständlich, auch im Fall von mechatronischen Produkten (Einzelteilen, Baugruppen unterer Ordnung, MFM, AMS und VMS), dass diese jeweils einer eigenen Versionierung unterworfen sind und damit in unterschiedlichsten Zuständen und Konfigurationsmöglichkeiten verfügbar sind (vgl. Abb. 17).

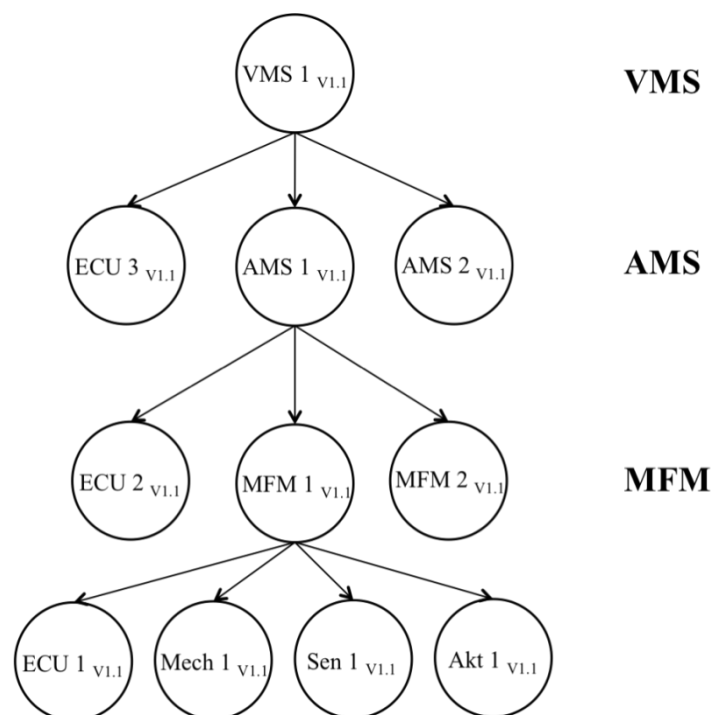


Abb. 17 Logisches Produktstrukturmodell mechatronischer Produkte

Mechanisches Grundsystem

Das mechanische Grundsystem bildet die Tragstruktur des mechatronischen Produkts. Zwar wurde im Grundmodell das mechanische Grundsystem, abstrahiert, als Einzelteil modelliert, allerdings handelt es sich bei mechanischen Grundsystemen jedoch selbst wiederum um Baugruppen. Beispiele für mechanische Grundsysteme sind beispielweise Karosserie, Fahrwerk aber auch der Lehnrahmen eines Sitzes (in Anlehnung an Flath et al. 2000, S. 23-41).

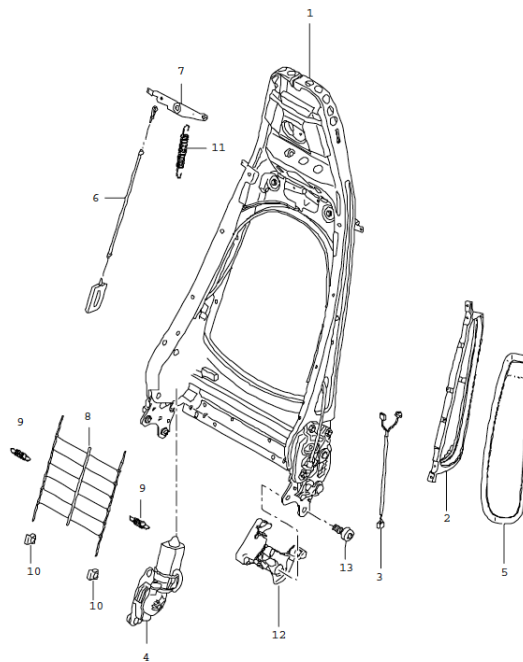


Abb. 18 Beispiel eines mechanischen Grundsystems - Lehnenrahmen eines Autositzes

Sensoren

Ein Sensor ist ein technisches Bauteil, welches die physikalischen oder chemischen Eigenschaften (z.B. Temperatur, Feuchtigkeit, Druck) seiner Umgebung qualitativ oder quantitativ erfassen und diese in weiterverarbeitbare Größen (zumeist elektrische Signale) umformen kann. Synonym wird anstatt von Sensor auch oftmals von Messgrößen-Aufnehmer, Messfühler oder auch Messgerät gesprochen (vgl. hierzu u.a. Hoffmann 2007; Tränkler und Obermeier 1998). Sensoren lassen sich dabei sowohl nach dem Wirkeffekt (z. B. Piezoelektrizität; Hall-Effekt) als auch anhand der Erzeugung oder Verwendung elektrischer Energie typisieren. Für Lifecycle-Logistik-Informationssysteme weit geeigneter ist jedoch eine Typisierung nach der Verwendung elektrischer Energie, da sich aus der Elektronik zusätzlich Anforderungen an die Lagerfähigkeit ableiten lassen (z.B. Schutz vor Feuchtigkeit).

Sensoren lassen sich danach anhand der Erzeugung oder Verwendung elektrischer Energie in aktive und passive Sensoren einteilen.

- Aktive Aufnehmer erzeugen aufgrund des Messprinzips ein elektrisches Signal, z. B. elektrodynamisch oder piezoelektrisch. Dabei wird keine elektrische Hilfsenergie benötigt; mit Blick auf die Energieverwendung handelt es sich um passive Sensoren.
- Passive Aufnehmer enthalten passive Bauteile, deren Parameter durch die Messgröße verändert werden. Durch eine Primärelektronik werden diese Parameter in elektrische Signale umgeformt. Dabei wird eine von außen zugeführte Hilfsenergie benötigt; mit Blick auf die Energieverwendung handelt es sich um aktive Sensoren.

ECU

Mechatronische Produkte enthalten zur Informationsverarbeitung Regeln, die durch ECU realisiert werden (Flath et al. 2000, S. 23-41). Die Anforderungen an die Informationsverarbeitung sind hier besonders hoch, da deren Ausfall zu Schäden an Mensch und Maschine führen kann. Im Primärprodukt kommen ECU unter anderem im Fahrwerk (z.B. Tempomat, ABS), Interieur (z.B. Fensterheber, Lichtsteuerung), Motor/Antriebsstrang (z.B. Motor- und Getriebesteuerung), Body/Exterior (z.B. Zentralverriegelung) und Telematik/Entertainment (z.B. Navigationssystem, Headunit) zum Einsatz (VDA 2004, S. 43ff.).

In der jüngeren Vergangenheit wurden ECU zunehmend unter Verwendung von AUTOSAR entwickelt. Bei AUTomotive Open System ARchitecture (AUTOSAR) handelt es sich um einen internationalen offenen Standard für Software-Architekturen (Kindel 2009) welcher derzeit in Version 4.0 verfügbar ist. Kernstück des Architekturkonzepts ist die AUTOSAR-Laufzeitumgebung (Run-Time Environment, RTE), eine Kommunikationsschicht, die im Sinne einer Middleware von der realen Steuergeräte-Topologie und den daraus resultierenden Kommunikationsbeziehungen abstrahiert (vgl. Abb. 19).

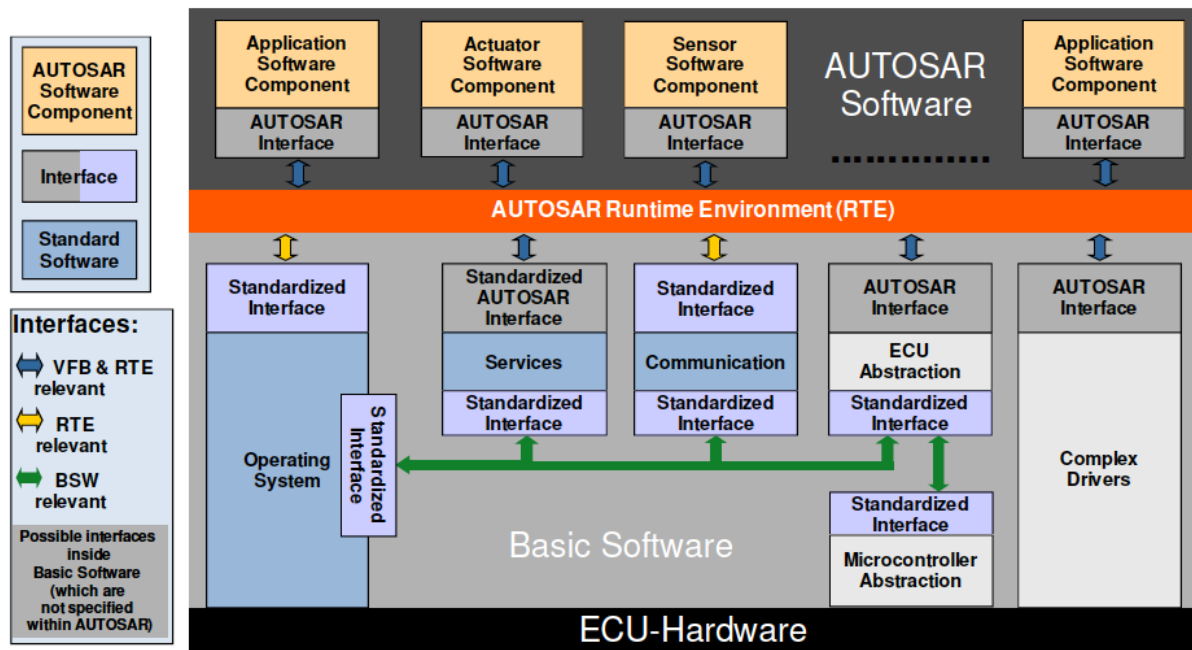


Abb. 19 AUTOSAR-Architektur (Fürst 2009)

Die Verwendung von AUTOSAR ermöglicht, dass ECU ebenfalls als Baugruppen von ECU-Hardware und veränderbarer (z.B. durch EPROM-Flash) AUTOSAR-Softwarekomponenten interpretiert werden können. Im Rahmen des Grundmodells wurde darauf jedoch ebenfalls verzichtet.

Aktoren

Aktoren sind Stelleinrichtungen, die zumeist über eine elektrische, hydraulische oder pneumatische Hilfsenergie den Stoff- oder Energiefluss im Grundsystem beeinflussen (Flath et al. 2000, S. 23-41). Aufgrund der unterschiedlichen Wirkeffekte gibt es eine Vielzahl an Bauformen (vgl. hierzu Heimann, Gerth und Popp 1998; Isermann 1999).

In der Grundform wird ein Aktor durch eine meist elektrische Stellgröße, deren Signal umgeformt wird, angesteuert. Die Steuergröße kann in Abhängigkeit vom genutzten Wirkprinzip z.B. eine Spannung, ein Spannungstaktsignal, ein Luftstrom oder ein Ölstrom sein. Die zur Beeinflussung des Grundsystems notwendige Energie wird der Versorgungsenergie entnommen, die durch die Einwirkung der leistungsarmen Steuerungsgröße als leistungsstarke Ausgangsgröße bereitgestellt wird. Dies kann entweder eine translatorische Bewegung in Form einer Kraft, einem Weg, einer Geschwindigkeit oder eine rotatorische Bewegung in Form eines Drehmoments, einem Drehwinkel oder einer Drehzahl sein. Die Ausgangsgröße kann durch einen Stellüberträger, z.B. ein Getriebe, in einen geeigneten Bereich umgeformt werden. Das Stellglied gehört dem Grundsystem des mechatronischen Systems an und ermöglicht den Eingriff in den Stoff- oder Energiestrom.

3.2.3 Akteure

In Lifecycle-Logistik-Informationssystemen können in Anlehnung an das aus der Industrieökonomik bekannte Konzept der strategischen Gruppen (Porter 1980, S. 129) unterschiedliche Akteurstypen identifizieren werden (vgl. hierzu auch Kirn 2008, S. 13; Ihde 1999, S. 18-21). Typabhängig übernehmen sie dort unterschiedliche Aufgaben und verfolgen unterschiedliche Ziele. Letzters bedeutet, dass die einzelnen Akteure zwar demselben logistischen Zielsystem folgen, dieses jedoch unterschiedlich bzw. Typen-spezifisch instanziiieren (z.B. unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich des zu erzielenden Servicelevels).

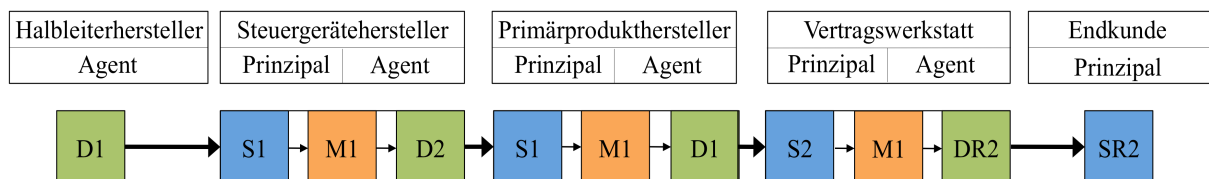


Abb. 20 Akteursgruppen in der Lifecycle-Logistik-Informationssystemen der Automobilindustrie

3.2.2.1 Typen & Aufgaben

Tab. 1 Endkunde

Typ	Endkunde
Rolle	Prinzipal gegenüber vorgelagerter Wertschöpfungsstufe
Aufgaben	Ist Käufer und Nutzer des Primärprodukts (vernetztes mechatronisches System) und erteilt die Kauf- bzw. Instandhaltungsaufträge. Abhängig vom Grad der Kundenintegration sind dies entweder <i>{Source Stocked Product / Source Make-to-Order / Source Engineer-to-Order Product}</i> Aufträge oder <i>{Source Return MRO Product}</i> Aufträge. Source Return MRO Product spezialisiert sich weiter in die Wartung, Inspektion und Instandsetzung (vgl. hierzu auch Supply Chain Council 2010, S. 241; Ihde 1999, S. 2). - Source Stocked Product: Bezeichnet den Kauf auf eines bereits vorproduzierten Primärprodukts beim Händler. - Source Make-to-Order Product: Bezeichnet den Kauf eines kundenindividuell konfigurierten Primärprodukts beim Händler. - Source Engineer-to-Order Product: Bezeichnet den Kauf eines kundenindividuell zu entwickelnden Primärprodukts beim Händler.

	- Source Return MRO Product: ▪ Inspektion: Bezeichnet alle Maßnahmen die der Feststellung und Beurteilung des technischen Ist-Zustandes eines Primärprodukts dienen (z.B. durch Diagnose-Systeme). ▪ Wartung: Bezeichnet alle Maßnahmen der Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrates Primärprodukts dienen (z.B. Funktionserhaltendes Reinigen oder Schmieren; planmäßiges Austauschen von Verschleißteilen (z. B. Filter oder Dichtungen)). ▪ Instandsetzung: Bezeichnet alle Maßnahmen, die zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes des Primärprodukts dienen. Hierzu gehört insbesondere der Austausch, das Hinzufügen oder die Neuordnung von Teilen.
Lokation	weltweit

Tab. 2 Händler

Typ	Händler (synonym: Werkstatt)¹ - Original Equipment Service: Vertragsgebundene Werkstätten von Vertriebsniederlassungen und vertragsgebundene Händlern des Primärproduktherstellers (Hagen 2003, S. 6) - Independant After Market: Freie Werkstätten (z.B. ATU), Händler und Tankstellen (Vahrenkamp 2007, S. 164; Hagen 2003, S. 6).
Rolle	Prinzipal gegenüber vorgelagerter <u>und</u> Agent gegenüber nachgelagerter Wertschöpfungsstufe.
Aufgaben	- Führt den Verkauf <i>{Deliver Stocked / Deliver Make-to-Stock / Deliver Engineer-to-Order}</i> Product und/oder die Instandhaltung des Primärprodukts durch <i>{Deliver Return MRO Product}</i>. Allerdings kann nicht jeder Händler jeden Kundenauftrag auch

¹ Im Jahr 1999 gab es in den 8 wichtigsten Automobilherstellern Ländern Europas (Belgien, Frankreich, Deutschland, Italien, Niederlande, Spanien, Schweden, Großbritannien) 184.000 freie Wertstätten und Vertragswerkstätten. Davon allein in Deutschland ca. 25.000 (Hagen 2003, S. 19).

	ausführen. Dies kann u.a. auf fehlende und/oder ungeeignete Betriebsmitteln sowie fehlende rechtliche Voraussetzungen zurückgeführt werden. - Tritt im Fall der Instandhaltung gegenüber der nachgelagerten Wertschöpfungsstufe als Ersatzteilkunde auf und leitet ggf. defekte Teile an den Hersteller zurück ({Source Source Return} Product).
Lokation	Betriebsstätte

Tab. 3 Großhändler

Typ	Großhändler
Rolle	Prinzipal gegenüber vorgelagerter <u>und</u> Agent gegenüber nachgelagerter Wertschöpfungsstufe.
Aufgaben	- Führt die Beschaffung, Bevorratung und bedarfsgerechte Belieferung von Händlern mit Standard-Teilen durch {Source Deliver} Stocked Product. - Führt aber u.U. auch Sonderbeschaffungen abgekündigter und schwerbeschaffbarer Elektronikteile durch (z.B. Chip Broker; Hagen 2003, S. 25).
Lokation	Regionallager

Tab. 4 Primärprodukthersteller

Typ	Primärprodukthersteller (synonym: Erstausrüster, OEM) z.B. BMW AG, Daimler AG
Rolle	Prinzipal gegenüber vorgelagerter <u>und</u> Agent gegenüber nachgelagerter Wertschöpfungsstufe.
Aufgaben	- Führt die Fertigung, insb. Montage, des Primärproduktes durch. Diese erfolgt entweder kundenspezifisch oder aber kundenneutral ({Make-to-Stock Make-to-order Engineer-to-order} Products). Letztere wird auch als Fertigung auf Bestellung mit Rahmenvertrag bezeichnet: hier ist das Fertigungsprogramm durch langlaufende Lieferverträge festgelegt, wobei Anpassungen nur in größeren Abständen vorgenommen werden können.

	- Beliefert ({Deliver Stocked Deliver Make-to-Stock} Product) Großhändler und Händler mit Ersatzteilen. Die Ausführung der Fertigung erfolgt dabei abhängig vom Grad der vertikalen Integration in Eigenfertigung ({Make-to-stock Make-to-Order} Products) oder mittels Fremdvergabe. Dementsprechend wird entweder von Originalersatzteilen in Eigenfertigung oder Originalersatzteilen als Handelsware gesprochen. Letzteres meint die Beschaffung von spezifischer Ersatzteile beim gebundenen Teilehersteller und den anschließenden Vertrieb der Ware unter dem Namen des Primärproduktherstellers (Source Make-to-Order Product). Die Versorgung von (Groß)Handel und Endkunden bis zum „End of Delivery Obligation“ dient nicht nur der Förderung des Primärproduktabsatz (vgl. hierzu Ahlert und Flocke 1982, S. 271-280), sondern ist vielmehr gesetzliche Verpflichtung (§157 und §242 BGB): Primärprodukthersteller müssen während des Primärprodukt-Servicezyklus (oftmals über 15-20 Jahre) zwingend weltweit und kurzfristig als Anbieter von Ersatzteilen für die von ihnen gefertigte Primärprodukte auftreten (Bothe 2003, S. 35; Hagen 2003, S. 3; Ihde 1999, S. 1). Im Gegenzug der Beschränkung eines möglichen Marktaustritts sind Primärprodukthersteller teilweise vor Wettbewerb geschützt (Ersatzteilmärkte sind „captive markets“) und erzielen dadurch speziell im Afters Sales Service Umsatzrenditen von bis zu 20% (Accenture 2003).
Lokation	Weltweite Betriebsstätten

Tab. 5 Ungebundener Teilehersteller

Typ	Ungebundene Teilehersteller (z.B. Intel)
Rolle	Prinzipal gegenüber vorgelagerter <u>und</u> Agent gegenüber nachgelagerter Wertschöpfungsstufe.
Aufgaben	- Führt den Nachbau von Originalersatzteilen für den Primärproduktersatzteilmärkte durch, wobei die Qualität der Nachbauten nach GVO als Originalersatzteil-gleichwertig betrachtet wird (Hagen 2003). Ungebundene Teilehersteller, die nicht im Erstausrüstergeschäft tätig sind und keine Originalersatzteile im Auftrag der Primärprodukthersteller produzieren können

	innerhalb rechtlicher Rahmenbedingungen strategisch frei agieren und wählen dementsprechend eine Sortimentsstruktur, welche durch eine ausgeprägte Gängigkeit der Teile gekennzeichnet ist („Rosinenpicken“). Die Fertigung kann sowohl auf Bestellung mit Einzelauftrag sowie auch als Fertigung auf Bestellung mit Rahmenvertrag erfolgen ({Make-to-stock Make-to-Order} Products). Rechtliche Anforderungen aus dem Primärproduktmarkt spielen bei diesen Teileherstellern keine Rolle, da sie mit der Herstellung und dem Absatz von Ersatzteilen ausschließlich Umsatz- und Renditeziele verfolgen. - Als Sonderfall sind auch herstellerunabhängige Verwerter und Instandsetzer zu dieser Gruppe hinzuzuzählen. Sie konzentrieren sich auf die Gewinnung wieder verwendbarer gebrauchter Teile aus stillgelegten Primärprodukten und gegebenenfalls deren Prüfung sowie Aufbereitung.
Lokation	Weltweite Betriebsstätten

Tab. 6 Gebundener Teilehersteller

Typ	An den Primärprodukthersteller gebundene Teilehersteller (nach GVO 1475/95 eigentlich verboten, aber in der Praxis kann diese Gruppe von Teileherstellern nur bedingt frei und unabhängig auf dem Ersatzteilmarkt agieren (Hagen 2003)).
Rolle	Prinzipal gegenüber vorgelagerter <u>und</u> Agent gegenüber nachgelagerter Wertschöpfungsstufe.
Aufgaben	- Fertigung ({make to stock make to order} products) von Original- und Originalersatzteilen (Handelsware) für das Erstausrüstergeschäft bzw. den Primärproduktersatzteilmarkt. - Fertigung von Identteilen (bei Erwartung „attraktiver“ Renditen) unter eigenem Namen (zulässig nach GVO 1475/95). Dabei handelt es sich um baugleiche und aus der gleichen Produktion stammende Teile wie die Ersatzteile, welche der Primärprodukthersteller als Handelsware fremdbezieht. Ob gebundene Teilehersteller eigenständig am Ersatzteilmarkt auftreten, hängt, anders als bei ungebundenen Teileherstellern, nicht an der Frage ob sie eine Teileproduktion grundsätzlich in Erwägung ziehen, sondern daran ob sie die Teilepro-

	duktion ausweiten möchten. Durch die kumulierten Stückzahlen ist für sie im Vergleich zu ungebundenen Teileherstellern auch der direkte Absatz etwas weniger gängiger Ersatzteile attraktiv. Bei nichtgängigen Teilen werden auch sie den Vertrieb dem hierzu verpflichteten Primärprodukthersteller überlassen und diese Teile für ihn in Auftragsfertigung produzieren, aber selbst nicht unmittelbar auf dem Ersatzteilmarkt auftreten.
Lokation	Weltweite Betriebsstätten

Tab. 7 Sonstige Lieferanten

Typ	Last-tier Lieferanten
Rolle	Agent gegenüber vorgelagerter Wertschöpfungsstufe.
Tätigkeit	- Beliefern Teilehersteller und Primärprodukthersteller mit Rohstoffen sowie Einzelteilen und Baugruppen auf niedriger Wertschöpfungsstufe. Im Fall von mechatronischen Produkten ist dies beispielsweise der Rohstoff (z.B. Silizium), Einzelteile (Silizium-Chip, Leiterplatten, Embedded Software) oder Baugruppen (Embedded Systems; Electronic Control Units) zu. - Die Fertigung ist vom Primärprodukt bzw. der tatsächlichen Kundennachfrage entkoppelt ({make to stock product}).
Lokation	Weltweite Betriebsstätten

3.2.2.2 Ziele

Jede Akteursgruppe ist bestrebt ihre eigene logistische Effizienz lokal zu maximieren. Gemeint ist damit, dass bezogen auf die jeweilige Tätigkeit angestrebt wird im Außenverhältnis einen definierten Lieferservice zu erreichen und gleichzeitig im Innenverhältnis die dabei anfallenden Logistik-Gesamtkosten zu minimieren (in Anlehnung an Pfohl 2010). Lieferservice und Logistik-Gesamtkosten sind dabei jeweils zusammengesetzte Konstrukte deren einzelne Bestandteile nachfolgend kurz vorgestellt werden.

Tab 2 Lieferservice Bestandteile

(1) Lieferzeit	Dauer der Lieferung, vom Zeitpunkt der Auftragserteilung durch den Endkunden bis zum Eintreffen des Ersatzteils beim Endkunden.
----------------	---

(2) Lieferzuverlässigkeit	Wahrscheinlichkeit, dass die zuvor zugesagte Lieferzeit eingehalten werden kann (α- und den β-Servicegrad). α-Servicegrad: Wahrscheinlichkeit, dass ein in einer beliebigen Periode eintreffender Kundenauftrag innerhalb der Wiederbeschaffungszeit erfüllt werden kann. β-Servicegrad: Durchschnittlicher Anteil an der Gesamtnachfrage, der ohne lagerbedingte Lieferzeit ausgeliefert werden kann. α- und β-Servicegrad unterscheiden sich damit im Hinblick auf die Abhängigkeit der Fehlmengenkosten von der Höhe der Fehlmenge. Beim α-Servicegrad sind die Konsequenzen von Fehlmengen unabhängig von deren Höhe, beim β-Servicegrad sind sie hingen von Bedeutung (Thonemann 2010, S. 218-219).
(3) Lieferbeschaffenheit	Wahrscheinlichkeit, dass, bezogen auf die zugesagte Lieferzeit, die richtigen Teile geliefert werden.
(4) Lieferflexibilität	Wahrscheinlichkeit, dass, bezogen auf eine Mengenveränderung im Auftrag von +/- 20%, eine zuvor zugesagte Lieferzeit eingehalten werden kann.
(5) Lieferinformativonsfähigkeit	Wahrscheinlichkeit, das bezogen auf die Lieferzeit, Auskunft bzgl. des jeweiligen Auftragsstatus (Lieferfortschritt, Liefertermin) gegeben werden kann.

Eine von Pfohl (2010) durchgeführte Befragung von 103 Ersatzteil-Kunden ergab in diesem Zusammenhang, dass alle fünf Bestandteile als bedeutsam eingeschätzt wurden, die Lieferzeit und die Lieferzuverlässigkeit jedoch als die wichtigsten Bestandteile des Lieferservice angesehen wurden. Bei Bauer (2009, S. 54-55) findet sich eine Zusammenstellung empirisch beobachteter Servicelevel-Ausprägungen für Lieferzeiten, Lieferzuverlässigkeiten, Lieferbeschaffenheiten und Lieferflexibilitäten.

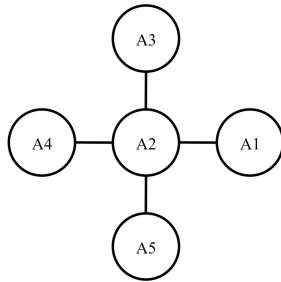
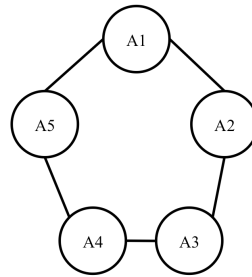
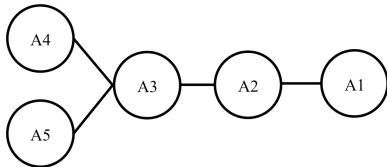
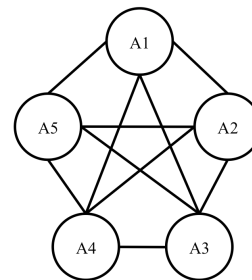
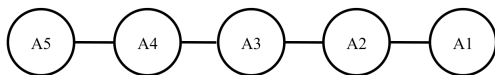
Tab 3 Gesamtkosten Bestandteile

Auftrags-abwick-lungskosten	Kosten für die Abwicklung von Aufträgen (Bsp.: Personal-, IT-, Energie-, Mietkosten)
Lagerhaltungs-kosten	Fixe und variable Kosten der Lagerung und der Finanzie-rung von Beständen (Bsp.: Miet-, Heizkosten, Versicherungsprämien, Kosten durch Verderb und Schwund)
Lagerhauskosten	Kosten der Unterhaltung von Lagerhäusern (Bsp.: Miet-, Flächen, Personalkosten)
Transportkosten	Kosten des inner- und außerbetrieblichen Transports (Bsp.: Transport vom Lager zum Bestimmungsort)
Verpackungskos-ten	Kosten des Handlings, Kommissionierens

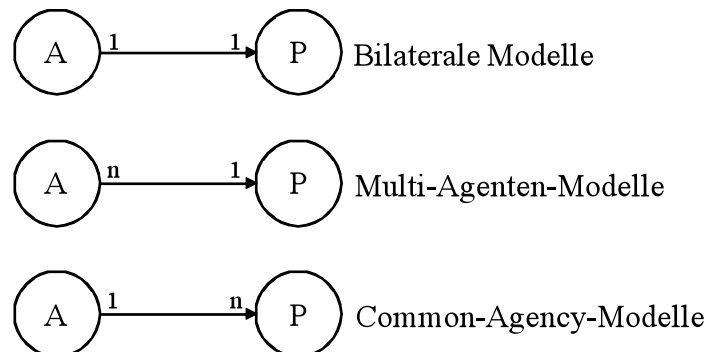
In der Vergangenheit wurde bereits empirisch festgestellt, dass Lieferservice und Logistik-Gesamtkosten korrelieren bzw. dass bei steigendem Lieferservice auch die damit verbundenen Gesamtkosten ansteigen. Da ein bereits „hoher“ Servicegrad nur durch „hohe“ Bestände, die überproportional „hohe“ Kosten verursachen, weiter gesteigert werden kann, wird auf einen Servicegrad von 100% typischerweise verzichtet. Stattdessen wird versucht einen 95-99%-iger α -Servicegrad anzustreben (Thonemann 2005, S. 218-222). Unabhängig von diesem beobachtbarem Zusammenhang kommt der Supply Chain Council im Rahmen einer Umfrage zu dem Ergebnis, dass die Gesamtkosten der Logistik bezogen auf den Ertrag (Total Supply Chain Management Costs % Revenue) in diskreten Industrien (z.B. Automobilindustrie) in etwa 10,2% betragen.

3.2.2.3 Kommunikationsstrukturen

In Anlehnung an Leavitt (1951), Shaw (1964, S. 113) und später auch Hill, Fehlbaum und Ulrich (1994, S. 101) können die zuvor identifizierten Akteurstypen entlang folgender, idealtypischer Kommunikationsstrukturen organisiert sein: Rad, Gabel, Kette, Kreis und Netz (vgl. Abb. 21). Danach unterscheiden sich die Logistiksysteme im Hinblick auf die Wege, die Erreichbarkeitsmenge, Richtungen, Längen sowie Kreuzungsfreiheit.

Rad**Kreis****Gabel****Netz****Kette****Abb. 21 Topologien in Logistiksystemen**

Da aus diesen Modellstrukturen jedoch keine Auftragnehmer-Auftraggeber-Relationen abgeleitet werden können, finden zur Beschreibung von Kommunikationsstrukturen in Logistiksystemen nachfolgend im Speziellen Prinzipal-Agent-Muster Verwendung (vgl. Abb. 22). Innerhalb eines Logistiksystems können danach gleichzeitig sowohl bilaterale, Multi-Agenten- als auch Common-Agency-Relationen identifiziert werden (in Anlehnung an Alparslan 2006, S. 44-47).

**Abb. 22 Prinzipal-Agent-Topologien**

Im Standardfall, einer bilateralen Relation, sind an einer Prinzipal-Agent-Beziehung genau zwei Akteure beteiligt. Dabei beauftragt ein Prinzipal genau einen Agenten mit der Durchführung einer bestimmten Aufgabe. Beispiele

hierfür finden sich u.a. bei Dietrich (2007), Grossman (1983)) oder auch Spremann (1987). In Multi-Agenten-Relationen sind an einer Prinzipal-Agent-Beziehung genau ein Prinzipal und mindestens zwei Agenten beteiligt. Dabei kann es sich sowohl um zwei voneinander technologisch abhängige als auch unabhängige Aufgaben bzw. Teilaufträge handeln. Beispiele hierfür finden sich u.a. bei Kräkel (2007, S. 123-136). Zuletzt führt in Common-Agency-Relationen genau ein Agent Aufträge von mindestens zwei Prinzipalen durch. Auch dieser Umstand ist in Logistiksystemen von Bedeutung, da in diesem Fall ein Wettbewerb unter den Auftraggebern entsteht in dem sie versuchen den Agenten zu veranlassen, relativ mehr Arbeitseinsatz zu ihrem eigenen Vorteil und zulasten der anderen Prinzipale zu erbringen. Beispiele hierfür finden sich u.a. bei Bergemann (2003) oder Bond (1997).

Da in Logistiksystemen demnach unterschiedliche Prinzipal-Agent-Relationen auch gleichzeitig auftreten können, muss für jede Wertschöpfungsstufe einzeln untersucht werden, welcher Relationentyp dort jeweils vorliegt. Werden die geschilderten Relationen beispielsweise auf die „Gabel“ in Abb. 21 übertragen, können dort, von rechts nach links, dann bilaterale und eine Multi-Agenten-Relation identifiziert werden.

3.3 Product & Supplier qualities

Bei mechatronischen Produkten, also AMS, VMS und MFM sowie mechanische/elektronische Baugruppen unterer Ordnung als auch Einzelteilen handelt es sich im Sinne der Neuen Institutionenökonomie um Vertrauensgüter (vgl. hierzu Weiber und Adler 1995; Nelson 1973). Güter dieses Typs erlauben es Nachfragern die vom Anbieter zugesicherten (Logistik-)relevanten Produkteigenschaften, selbst nach dem Kauf, nur zu prohibitiv hohen Informationsbeschaffungskosten beobachten zu können. Verantwortlich hierfür sind u.a. die bereits anfänglich erwähnte Digitalisierung der Wertschöpfung, die damit einhergehende Reduzierung von Wertschöpfungstiefen (Piller 2006, S. 323-346) sowie die Branchen-spezifisch divergierenden Versorgungsdauern. Das bedeutet, dass selbst bei identischen Versorgungsdauern die Entmaterialisierung der Lieferkette dazu führt, dass Nachfrager die Qualität eines Produktes durch ein simples „kicking the tires“ nicht länger beurteilen können (Jiang und Benbasat 2005, S. 112-113). Zusätzlich wirkt in diesem Zusammenhang auch die schiere Anzahl an zu beobachtenden Lieferanten und die damit verbundene Variantenvielfalt: Chrysler verfügte 2005 über eine Wertschöpfungstiefe von nur 20%, Ford von 35% und General Motors von 45% (Iyer et al. 2005, S. 106). Zu diesem Zeitpunkt bedeutete dies in absoluten Zahlen, dass 350 hochspezialisierten „core buyer“ bei Chrysler ca. 1150 Lieferanten gegenüberstanden. Heute oftmals noch mittelständisch geprägte Großhändler und Retailer aber auch Endkunden können weder vergleichbare „core buyer“-Lieferanten-Quoten erzielen noch im Vergleich entsprechende Lernkurveneffekte realisieren. Pavlou et al. (2007, S. 106) sprechen in diesem Zusammenhang daher auch von einer „seller quality uncertainty“ und „product quality uncertainty“ auf Seiten der Nachfrager.

Gerade in solchen, durch ein „move-to-the market“ geprägten, Wertschöpfungssystemen sind sich Anbieter der Unsicherheiten ihrer Kunden sehr wohl bewusst. Da erfolgreiches Unternehmertum in Wertschöpfungssystemen dieses Typs jedoch letztlich auf genau diesen Informationsvorsprüngen basiert (Reichwald und Piller 2009, S. 35; Piller 2006, S. 328-329), sind sie bestrebt diese u.a. mittels „quality cheating“ (Mishra et al. 1998) in überdurchschnittlich hohe Umsatzrenditen umzuwandeln. Speziell im Fall mechatronischer Produkte könnte dies dann beispielsweise bedeuten:

- Keine Lieferung von Originalbauteilen bzw. stattdessen Lieferung von Identteilen oder aufbereiteten Bauteilen zum Preis der Originalbauteils,
- Empfehlung zum Austausch kompletter MFM anstatt nur einzelner untergeordneter Baugruppen und/oder Einzelteile im Reparaturfall,

- Werbung mit nicht-darstellbar kurzen Auftragsdurchlaufzeiten um Kundenaufträge vor der Konkurrenz zu erhalten,
- Verkauf von Kundendaten (Bonität, Einkaufsverhalten usw.).

Aus Nachfragersicht ist es daher von entscheidender Bedeutung „product & supplier qualities“ aufzudecken bzw. mögliches Lieferantenverhalten frühzeitig antizipieren zu können. Zu diesem Zweck und unter Berücksichtigung der teils sehr ausgedehnten Versorgungszeiträumen von bis zu 20 Jahren, wird das Lifecycle-Logistik-Informationssystemen daher nachfolgend im speziellen in ein Ersatzteillogistik-Informationssystem „übersetzt“ (Voss 2006). Dieses ermöglicht Lifecycle-Logistik spezifische product & seller qualities gerade auch in späten Lebenszyklusphasen aufzudecken und zum Zwecke der Lieferantensteuerung ausnutzen zu können.

In Anlehnung an DIN 24420 (DIN 1976) sind die einzelnen Bauteile mechatronischer Produkte dann als Ersatzteile zu begreifen, also elektronische/mechanische Einzelteile oder Baugruppen, die dazu bestimmt sind, beschädigte, verschlissene oder fehlende Bauteile eines MFM, AMS oder VMS zu ersetzen bzw. dessen Funktionstüchtigkeit zu erhalten. Aus logistischer Sicht werden mechatronische Produkte dann im engeren Sinn anhand ihrer Ausfallwahrscheinlichkeit, Interoperabilität, Verfügbarkeit und Lagerfähigkeit beschrieben sowie im weiteren anhand ihrer Delivery-Risiken (SCOR 2010). Speziell im Fall der Verfügbarkeit werden dazu unterschiedliche Versorgungsstrategien diskutiert, da diese bzw. die daraus resultierende Verfügbarkeit zwei Seiten derselben Medaille sind.

3.3.1 Ausfallwahrscheinlichkeit

Abhängig von der durch die Nutzungsintensität und Wartungsstrategie beeinflussten relativen Lebensdauer, können mechatronische Produkte bzw. deren Bauteile in Verschleiß- und Reserveteile untergliedert werden (in Anlehnung an Koch 2004, S. 178):

- *Verschleißteile*: Verschleißteile sind Bauteile, die an Stellen, an welchem betriebsbedingt unvermeidbar Verschleiß auftritt, eingesetzt werden, um dadurch andere, davon abhängige Bauteile vor Verschleiß zu schützen. Sie werden in der Produktentwicklung für eine begrenzte und in der Regel bekannte Lebensdauer ausgelegt (zeitbegrenzte Teile). Für die Gruppe der Verschleißteile (z.B. Bremsschreiben, Auspuffanlagen) lässt sich damit der Teilebedarf während des gesamten Lebenszyklus eines Primärprodukts oder einer Baugruppe unter Verwendung von Zeitreihenverfahren vergleichsweise genau prognostizieren (Koch 2004, S. 14): *Die Bedarfsmenge*

ist für diesen Fall typischerweise „hoch“ und im Bedarfsverlauf „regelmäßig konstant“, selbst bei saisonalen Einflüssen (Tempelmeier 2006, S. 24). Die durchschnittliche Nutzungs- bzw. Lebensdauer dieser Teile liegt unter der des Primärprodukts bzw. der Baugruppe.

- *Reserveteile:* Bei Reserveteilen wird davon ausgegangen, dass aufgrund von Überbeanspruchung (z.B. überschreiten der zulässigen Höchsttemperatur oder Betriebsdauer) oder auch Gewalteinwirkung, nicht aber Verschleiß, ein Austausch während der Lebensdauer des Primärprodukts erforderlich wird. *Im Gegensatz zu Verschleißteilen weisen Reserveteile einen typischerweise „unregelmäßigen sporadischen“ Verlauf auf (Tempelmeier 2006, S. 24; Frese u. Heppner 1995, S. 7). Dieses kann dann ebenfalls bedeuten, dass, anders als bei einem unregelmäßig, stark schwankenden Bedarfsverlauf, über mehrere Zeitperioden gar keine Nachfrage auftritt.* Speziell elektronische Baugruppen und Einzelteile unterliegen keinem bewusst geplanten Verschleiß und sind daher als Reserveteile einzustufen (vgl. hierzu Pauli 1998). Die Bedarfsmenge ist deutlich geringer und der Bedarf ist nicht konstant.

Sowohl Verschleiß- als auch Reserveteile sind dabei ferner als „lebende“ oder „tote“ *Ersatzteile* zu klassifizieren. Handelt es sich um ein Einzelteil oder einer Baugruppe, welche(s) sowohl in der Primärproduktfertigung eingesetzt als auch in der Ersatzteillogistik verwendet werden kann, wird üblicherweise von einem „lebenden“ Ersatzteil gesprochen. Ist dies nicht der Fall wird von einem „toten“ Ersatzteil gesprochen (vgl. hierzu Frese u. Heppner 1995, S. 4-5).

Angewendet auf mechatronische Produkte können diese im Hinblick auf die Ausfallwahrscheinlichkeit wie folgt klassifiziert werden:

Mechatronisches Bauteil	Strukturebene	Ersatzteil-logistische Einordnung
Mechanisches Grundsystem	Baugruppe	Verschleißteil
Aktor	Einzelteil	abhängig von der technologischen Umsetzung (mechanisch vs. elektronisch) entweder Verschleißteil oder Reserveteil.
Sensor	Einzelteil	abhängig von der technologischen Umsetzung (mechanisch vs. elektronisch) entweder Verschleißteil oder Reserveteil.
ECU	<i>Baugruppe</i> , für den Fall einer AUTOSAR-Architektur <i>Einzelteil</i> , für den Fall einer nicht AUTOSAR-Architektur	Reserveteil

Für die vorliegende Arbeit wird angenommen, dass elektronische Bauteile praktisch nicht verschleißbehaftet sind (Pauli 1998, S. 14). Ebenfalls lassen sich Ausfälle nicht wie bei mechanischen Bauteilen durch einfache Überdimensionierung ausschließen (vgl. hierzu Meyna 1994, S. 238). Bei richtiger Auslegung gibt es in diesem Fall also nur Zufallsausfälle, die in etwa 80% der Fälle durch die elektronische Schaltung, d.h. Bauelemente, Leiterplatte und Lötverbindungen, verursacht werden (Pauli 1998, S. 20). Ausnahmen hiervon können in Neuanlauf- und Umstellungssituationen auftreten. Bei genauerer Betrachtung wird deutlich, dass die Schaltungsfehler zum überwiegenden Teil durch Bauelementausfälle verursacht werden. Meyna (1994, S. 238) rechnete bereits vor, dass es aufgrund solcher Zufallsausfälle zwischen 3 und 90 Elektronikausfällen während der Nutzungsdauer eines Kraftfahrzeug geben kann. Es wird ferner angenommen, dass sich daran seitdem nicht allzu viel verändert hat: Zwar hat sich die Qualität der einzelnen Bauteile seither deutlich gesteigert bzw. die Ausfallwahrscheinlichkeit je Teil verringert, jedoch hat aber auch gleichzeitig insgesamt die Anzahl der Elektronikbauteilen im Kfz zugenommen.

3.3.2 Lagerfähigkeit

Die Lagerfähigkeit mechatronischer Bauteile wird im Wesentlichen durch die Lagerfähigkeit der elektronischen Baugruppen und Einzelteile, also ECU und unter Umständen auch Sensorik und Aktorik, determiniert. Insbesondere bei Versorgungsstrategien mit besonders langen Lagerdauern (Endbevorratung) ist das Merkmal Lagerfähigkeit von Bedeutung.

Infolge der zunehmenden Variantenvielfalt und Artikelanzahl sind Lieferanten, Hersteller und Frachtunternehmen bestrebt Lager- und Transportbehälter so zu wählen, dass ein möglichst hoher Füllgrad bei gleichzeitiger Minimierung der Transport- und Lagervorgänge erzielt wird. Unsachgemäße Verpackungsmittel und Ladungsträger (kein Schutz gegen die Einwirkung von Hitze, Kälte, Temperaturschwankungen, Luftfeuchtigkeit, Erschütterungen) erhöhen in diesem Zusammenhang das Risiko von Defekten bzw. wirken sich negativ auf die Lagerfähigkeit aus (in Anlehnung an Kestel 1995, S. 91ff.). Auch wenn keine empirisch gesicherten Informationen hinsichtlich der maximalen Lagerfähigkeit mechatronischer Bauteile identifiziert werden konnten, kann dennoch angenommen werden, dass die maximale Lagerdauer nicht nur mit den Lagerbedingungen korreliert sondern ferner auch mit dem Grad der Vorfertigung. Empirisch können folgende Beschädigungen elektronischer Bauteile bzw. sich daraus ableitende Risiken auf Seiten der Nachfrager identifiziert werden (vgl. dazu nachfolgend Bothe 2003, S. 72-87):

- Beschädigung durch eindringende Feuchtigkeit: Der Dampfdruck von im Bauelement eingeschlossener Feuchtigkeit kann bei Erhitzung schnell und stark ansteigen und Beschädigungen im Bauteil hervorrufen. Häufig wird in diesem Zusammenhang auch vom sogenannten „Popcorn-Effekt“ gesprochen. Im Besonderen hiervon gefährdet sind Surface Mounted Devices (SMD). Dabei handelt es sich um Bauelemente, die direkt auf der Oberfläche von Leiterplatten verlötet werden und nicht mit Anschlussfüßen durch die Leiterplatte durchgesteckt und anschließend rückseitig verlötet werden. Abhilfe können spezielle Verpackungen, sog. Dry-Packs, schaffen. Darunter sind Beutel aus metallbedampfter Folie zu verstehen, welche die Wasserdampfdurchlässigkeit auf ein Minimum reduzieren. Nicht publizierte aber in Fachkreisen bekannte Möglichkeiten der feuchtigkeitsgeschützten Lagerung sind ferner verschweißte Blechdosen mit Vakuum oder Stickstoff oder auch Stickstoff-gespülte Lagerschränke.
- Beschädigung durch Korrosion: Wesentlich weniger problematisch, aber gleichwohl relevant, sind Korrosionsschäden an Kontakten. Bei gesockelten Bauelementen und fertigen Elektronikbauteilen führt Korrosion an den

Steckkontakten zu Kontaktfehlern. Verhindern oder zumindest stark reduzieren lässt sich Korrosion bei einer Lagerung ebenfalls unter Vakuum mit Trockenmittel oder Stickstoff.

- Beschädigung durch Verbiegen sichtbarer Elemente: Mechanische Beschädigungen können bspw. die Anschlusskontakte betreffen und die problemlose Weiterverarbeitung bzw. den Anschluss verhindern. Abhilfe kann hier nur die Verwendung geeigneter Lagerbehälter schaffen.
- Beschädigung durch Austrocknung: Elektrolytkondensatoren trocknen bei langer Lagerung aus. Abhängig von den Rahmenbedingungen tritt dieses Phänomen nach etwa 5 Jahren auf. Die Austrocknung kann durch wiederholtes Bestromen (unter Spannung setzen) des Kondensators oder des gesamten Steuergeräts verhindert werden. Alternativ können teurere, trockene Kondensatoren verwendet werden. Bei skizzierten Lösungswege sind in der Praxis etabliert.
- Beschädigung durch Verkleben: Klebende Relais oder Schalter (durch Korrosion, verharzte Öle oder Fette) in Baugruppen bzw. Einzelteil können durch eine mechanische oder chemische Nachbehandlung Instand gesetzt werden. Vermeiden lassen sich derartige, nach etwa 5 Jahren auftretende, Probleme durch Einlagerung in entsprechenden Verpackungen bzw. Schutzhüllen oder unter Vakuum, die einer Korrosion oder dem Verharzen entgegenwirkt.
- Beschädigung durch Speicherverlust bei programmierbaren ECU: Abhängig von der Produktspezifikation muss bei programmierbaren Bauelementen in fertigen Elektronikkomponenten eine „Auffrischung“ der Programmierung erfolgen. Der Arbeitskreis „Langzeitversorgung der Automobilindustrie mit elektronischen Baugruppen“ empfiehlt eine Neuprogrammierung nach 8 bis 12 Jahren. Alternativ sind auch längere Lagerdauern bis zu 16 Jahren und entsprechende Funktionstests möglich.

Obwohl die Einlagerung (1) auf einem vergleichsweise höheren Vorfertigungsgrad oder (2) unter spezifischen Lagerbedingungen das Risiko defekter Bauteile reduziert bzw. den Lieferservice steigert, kann angenommen werden, dass darauf unter Umständen, aufgrund der dann sehr langen Lagerdauern unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten (Kapitalbindung), verzichtet wird. Zusätzlich werden bei variantenreichen Erzeugnissen mehrere unterschiedliche Artikel gemeinsam, in einem, dann auch ungeeigneten, Behälter gelagert um insg. für eine bessere Auslastung zu sorgen (vgl. hierzu Kestel 1995, S. 62f.; Li 2003, S. 31).

3.3.3 Verfügbarkeit

Inwieweit „tote“ oder „lebende“ Ersatzteile für MFM oder VMS auf jeder Lieferstufe (Händler, Großhändler, Primärprodukthersteller usw.) im Bedarfsfall verfügbar sind, hängt maßgeblich von dem dort verfügbaren Teilesortiment sowie der Teiletyp-spezifisch gewählten Versorgungsstrategie ab.

Eine Befragung von 15 PKW-Herstellern ergab im Jahr 1999 einen mittleren Umfang des Ersatzteilspektrums von nahezu 120.000 Positionen (Ihde 1999, S. 37). Die Bevorratungsdauern lagen durchschnittlich bei 11,2 Jahren im Fall von Kfz-Ersatzteilen, während Nfz-Ersatzteile im Mittel 13,7 Jahre bevorratet werden (Ihde 1999, S. 58). Bei VW und Audi betrug das Teilespektrum im Jahr 2000 ca. 230.000 Positionen, bei BMW 175.000 (Brüggemann 2000).

Da der Teilebedarf, speziell auch gerade im Fall von elektronischen Baugruppen und Einzelteilen typischerweise adhoc entsteht und nicht durch eine Verhaltensänderung auf Kundenseite beeinflusst werden kann, müssen Lieferanten Teile-spezifisch (Verschleißteil, Reserveteil) unterschiedliche Versorgungsstrategien verfolgen, die es ihnen flexibel erlauben, trotz des Umfangs des Ersatzteilspektrums, der Stochastik des Teilebedarfs und starker Nachfrageschwankungen, „stabile“ Prozesse und „hohe“ Umsatzrenditen erzielen zu können. Zu diesem Zweck werden daher verteilt über das gesamte Wertschöpfungssystem auf Seiten der Anbieter Teile-spezifisch unterschiedliche Versorgungsstrategien verfolgt. Diese wurden von Schulz (1977) und Gürmann (1986) erstmalig vorgestellt. Beide Autoren beschäftigten sich mit der Ersatzteilversorgung speziell ab dem EOP, beziehen sich dabei aber ausschließlich auf rein mechanische Bauteile. Für elektronische Bauteile gehen die ersten Arbeiten zurück auf das Department of Defense (1993). Teiletyp-spezifisch können Hersteller und Lieferanten unterschiedliche Versorgungsstrategien wählen (vgl. hierzu nachfolgend Bothe 2003, S. 48-71).

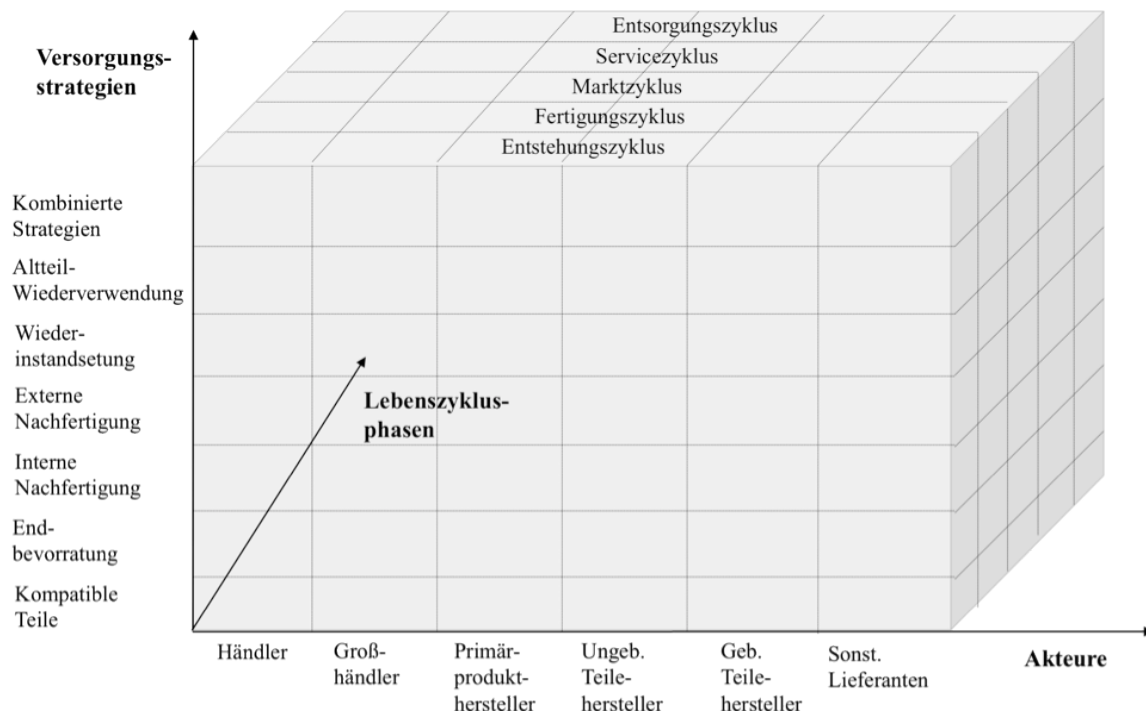


Abb. 23 Versorgungsstrategien in Lifecycle-Logistik-Informationssystemen (eigene Darstellung)

1. Nutzung kompatibler Teile

Die Nutzung kompatibler Teile beschreibt die Möglichkeit den Bedarf für ein bestimmtes Ersatzteil über ein dazu funktional, fertigungs- und signaltechnisch kompatibles Bauteil (Nachfolgerversionen; Varianten) zu substituieren (in Anlehnung an Trapp 2000, S. 39). Die Menge kompatibler Teile kann dabei aus der laufenden Serienfertigung (lebende Ersatzteile) gewonnen oder im Fall von ECU mit von der sonstigen Serienfertigung unabhängigen programmierbaren Steuergeräten realisiert werden. Der Vorteil liegt für Anbieter insbesondere darin, dass keine zusätzlichen Lagerkosten anfallen. Zusätzlich erfolgt die Fertigung zu einem Kostenniveau wie es in der Serienfertigung üblich ist, welches verglichen zur Kleinserienproduktion zu geringeren relativen Stückkosten führt ohne die Preisdifferenz an ihre Kunden weitergeben müssen. Dabei kann aus ökonomischen Erwägungen ebenfalls angenommen werden, dass Hersteller dazu neigen die Kompatibilität auf höherer Wertschöpfungsstufe herzustellen und anstatt einer relativ preiswerten Baugruppe auf untergeordneter Wertschöpfungsstufe eine relativ teurere komplette MFM ersetzen.

2. Endbevorratung

Bei elektronischen Einzelteilen oder Baugruppen in der Automobilindustrie stellt diese Versorgungsstrategie trotz häufig auftretender technischer Probleme bei der Lagerung derzeit eine häufig gewählte Variante dar. Die Einlagerung eines Allzeitbedarfs (tote Ersatzteile) stellt eine, im Besonderen für sehr

aufwändig nachzufertigende Bauteile, wichtige Versorgungsstrategie dar. Anwendbar ist diese auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen und damit für MFM und deren Bauteile als auch für AMS gleichermaßen. Im Vergleich zu anderen Strategien wie bspw. der internen oder externen Nachfertigung, fallen die Herstellkosten geringer aus, da eine Fertigung noch unter Serienfertigungsbedingungen durchgeführt werden kann. Anschließend können die zuvor genutzten Fertigungseinrichtungen ausgemustert werden. Aus Nachfragersicht erhöht dies jedoch das Risiko, dass Fehler bei der Ermittlung der Bedarfsmenge zu einer Unterdeckung von Bauteilen oder teureren Sonderfertigungen führen können (Pfohl 1991, S. 1038). Es ist jedoch zu befürchten, dass Hersteller und Lieferanten insbesondere elektronische Bauteile nicht immer sachgerecht lagern und damit potentiell beschädigte Bauteile ausliefern. Ferner ist davon auszugehen, dass die zusätzlichen Lagerkosten nicht im gleichen Verhältnis an die Kunden weitergegeben werden.

3. Interne Nachfertigung

Die interne Nachfertigung kann für Anbieter ebenfalls eine, insbesondere ab dem EOP, ökonomisch interessante Versorgungsstrategie darstellen, da sich diese, verglichen mit der Endbevorratung, am tatsächlichen Kundenbedarf orientiert. Anwendbar ist diese Strategie ebenfalls auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen und damit für MFM und deren Bauteile als auch für AMS gleichermaßen. Die Nachfertigung erfolgt entweder integriert oder aber separat zur eigentlichen Serienfertigung. Zudem kann in diesem Fall das fertigungstechnische-Know-How im Unternehmen verbleiben. Aus Nachfragersicht kann jedoch nicht zwingend davon ausgegangen werden, dass sich Anbieter auf eine solche Strategie einlassen, da diese an die Voraussetzung geknüpft ist, dass zum Bedarfszeitpunkt geeignete, teils sehr spezifische Fertigungseinrichtungen, Personal und auch entsprechende Bauteile zur Verfügung stehen. Speziell im Fall von ECU, also beispielsweise Mikrochips oder Kondensatoren und damit Produkten die aus Branchen stammen, in welchen Bauteilabkündigen vergleichsweise schnell erfolgen, kann aber jedoch nicht ausgegangen werden. In Konsequenz hätten Nachfrager kurzfristig mit Lieferengpässen zu rechnen. Ebenfalls ist anzunehmen, dass die aus der Vorhaltung von Fertigungseinrichtungen resultierenden Kosten an den Kunden weitergegeben werden.

4. Externe Nachfertigung

Die externe Nachfertigung bietet sich für Anbieter im Besonderen dann an, wenn die organisatorisch andere geartete Ersatzteulfertigung (es besteht teils eine hohe Ähnlichkeit zur Kleinserienfertigung) die Serienfertigung negativ be-

einflusst. Anwendbar ist diese Strategie auf unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen und damit für MFM und deren Bauteile als auch für AMS gleichermaßen. Verglichen mit der internen Nachfertigung ist die externe Nachfertigung kostengünstiger zu realisieren. Abhängig von der Wertschöpfungsstufe, auf welcher der Allzeitbedarf eingelagert wird, können dann zuvor genutzten Fertigungseinrichtungen ausgemustert werden. In diesem Fall gelten dieselben Risiken wie auch im Fall der internen Nachfertigung mit dem Unterschied, dass Anbieter in diesem Fall ihre Opportunitätskosten (z.B. für gebundenes Kapital) senken können, ohne diesen Kostenvorteil an ihre Kunden weiterzugeben.

5. Altteil-Wiederverwendung

Aus Untersuchungen im Maschinenbau ist bekannt, dass diese Strategie dort schon seit langem gängige Praxis ist und Altmaschinen zu diesem Zweck mitunter auch zurückgekauft und zur Deckung des Ersatzteilbedarfs kanibalisiert werden. Durch die Einführung der EU-Altautoverordnung bzw. der freiwilligen Selbstverpflichtung steht die Automobilindustrie heute jedoch vor der Herausforderung, bis 2015 mehr als 95% eines Kfz wiederzuverwenden. Aus Altteil-Wiederverwendung stammende Bauteile werden auch als „zeitwertgerechte Ersatzteile“ bezeichnet. Die Anwendung der Altteil-Wiederverwendung bringt auf Anbieterseiten den Vorteil mit sich, dass sich Lagerbestände auf ein Minimum reduzieren lassen, das Vorhalten von „Legacy“-Fertigungseinrichtungen nur noch begrenzt oder gar nicht mehr erforderlich ist und die laufende Serienfertigung davon nicht beeinträchtigt wird (vgl. hierzu Linton 1999). Da jedoch auch in diesem Fall Rückführsysteme für Altteile betrieben und Ressourcen, Fachpersonal sowie Einrichtungen zur Reparatur und Prüfung von Altteilen vorgehalten werden müssen, ist aus Nachfragersicht davon auszugehen, dass diese zusätzlichen Kosten an sie weitergegeben werden. Ferner sind in diesem Fall auch Fragen der Produkthaftung ungeklärt, ebenso wie die erwartete Restlebensdauer einer gebrauchten Bauteils.

6. Kombinierte Strategien

Die Kombination von Versorgungsstrategien ist besonders vor dem Hintergrund langer Versorgungszeiträume nach Ende der Serienfertigung naheliegend. So eignen sich bestimmte Strategien wie zum Beispiel die periodische Nachfertigung besonders für Zeiträume kurz nach Ende der Serienfertigung, während die Fertigung eines Serienabschlusses im Umfang des verbleibenden Allzeitbedarfs (Endbevorratung) besonders kurz vor Ende des Versorgungszeitraums günstig ist. Denkbar ist grundsätzlich der Einsatz von mehreren Versorgungsstrategien gleichzeitig sowie auch der mehrfache Wechsel der

Strategie. Die Verwendung kompatibler Teile löst viele Probleme für die Nachserienversorgung und ist deshalb besonders erstrebenswert. Eine Realisierung dieser Versorgungsstrategie kann jedoch nur durch eine entsprechende Produktentwicklung ermöglicht werden. Der Einsatz der Endbevorratung wird dagegen soweit wie möglich nach hinten verschoben werden sollte, da dann die erforderliche Lagerdauer und der Prognosehorizont geringer werden. Die Nachfertigung ist gut geeignet, solange Bauelementabkündigungen und Verfügbarkeitsengpässe bei Fertigungseinrichtungen und Fertigungs-Know-how nicht vermehrt auftreten. Über die Nachfertigung kann also insbesondere in den frühen Phasen der Nachserienversorgung der Bedarf gedeckt werden. Die Wiederinstandsetzung und die Altteil-Wiederverwendung lassen sich tendenziell besser in den späten Phasen der Nachserie einsetzen, weil erst dann mit einer nennenswerten Rückführung zu rechnen ist. Generell werden beide Versorgungsstrategien nicht alleine ein Versorgungsszenario bilden können, weil die rückgeführte Teilemenge zu gering und zu schlecht prognostizierbar ist. Der Einsatz ist also insbesondere begleitend zu einer weiteren Versorgungsstrategie empfehlenswert.

Exkurs zur Absatzprognose auf Basis des Altersstrukturierten Bestandes

Da in frühen Lebenszyklusphasen häufig keine Vergangenheitswerte oder Analogiedaten zur Planung zur Verfügung stehen, führen PrimärproduktHersteller die Bedarfsermittlung auf Basis des Ausfallverhaltens und der kumulierten Primärproduktabsatzverkäufe $U(t)$, gerechnet vom SOP ($t=0$) bis zum Zeitpunkt t , durch, wobei die Absatzmenge je Zeiteinheit $u(t)=U'(t)$ entspricht.

Die Wahrscheinlichkeit für das Ausscheiden eines einzelnen Primärprodukts aus dem Markt hängt dabei nicht von der seit Absatzbeginn verstrichenen Zeit t , sondern seinem individuellen Alter τ ab.

Die Verteilungsfunktion $F(\tau)$ gibt den Anteil der bis zum Alter τ ausgefallenen Primärprodukte an. Dabei gilt: $F(0)=0$ und $F(\tau_{\max})=1$, wobei $\tau_{\max}$ die maximale Lebensdauer eines Primärproduktes bezeichnet. Die zugehörige Wahrscheinlichkeitsdichte für den Ausfall ist $f(\tau)=F'(\tau)$. Umgekehrt beschreibt das Komplement $(1 - F(\tau))$ den Anteil der im Alter τ noch im Markt vorhandenen Primärprodukte (Überlebenswahrscheinlichkeit).

Der Bestand an Primärprodukten $B(\tau)$ unterschiedlichen Alters τ , der sich zum Zeitpunkt t im Markt befindet, ergibt sich aus der Faltung der

abgesetzten Primärprodukte $u(t)$ mit der Überlebenswahrscheinlichkeit $(1 - F(\tau))$.

$$B(t) = \int_0^{\tau_{\max}} u(t - \tau) \times (1 - F(\tau)) d\tau$$

Dabei bezeichnet $u(t-\tau)$ die Absatzmenge von Primärprodukten, die zum Zeitpunkt t (mit $t \geq 0$) das Alter τ haben. Die Alterstruktur $b(\tau, t)$ zum Zeit t wird beschrieben durch

Wird nun der Bedarf einer spezifischen Baugruppe oder eines Einzelteils eines Primärproduktes gesucht, kann dieser unter Verwendung des altersstrukturierten Bestandes $b(\tau, t)$ (also des Netto-Primärproduktbestandes) und der durchschnittlich je Zeiteinheit und Primärprodukt des Alters τ benötigte Ersatzteile $\varepsilon(\tau)$ (Ersatzteilbedarfsfaktor) berechnet werden. Konkret berechnet sich der Ersatzteilbedarf $d(t)$ für ein bestimmtes Teil je Zeiteinheit:

$$\int_0^{\tau_{\max}} b(t, \tau) \times \varepsilon(\tau) d\tau = \int_0^{\tau_{\max}} b(t, \tau) \times (1 - F(\tau)) \times \varepsilon(\tau) d\tau$$

$d(t)$ variiert dabei Lieferanten- und Produkttechnologie-spezifisch.

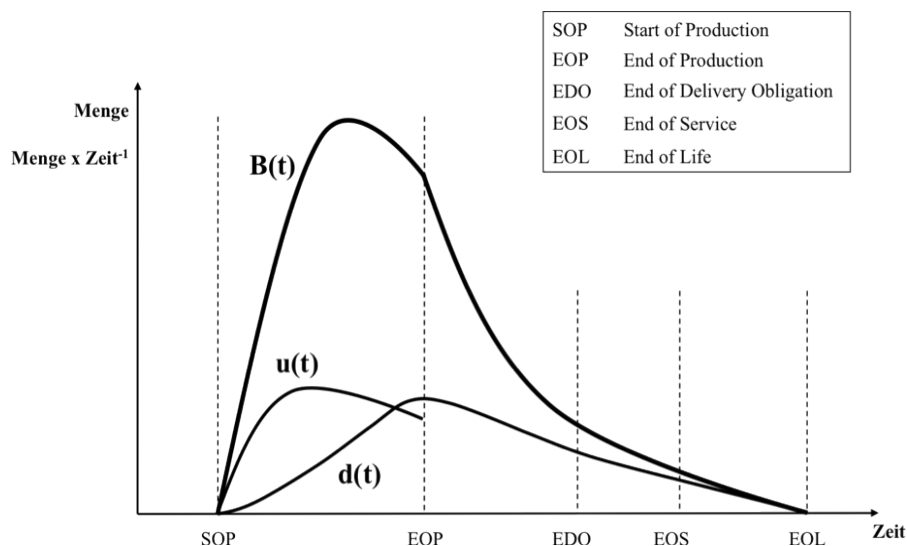


Abb. 24 Primärprodukt- und Ersatzteile Bedarfsverlauf

Ein Beispiel zur Bedarfsvorhersage auf Basis des Ausfallverhaltens: Im 4. Jahr nach SOP wurde von einem Primärprodukt (z.B. Konfiguration BMW 5.25i) 1391 Einheiten gefertigt. Am Ende des 4. Jahres ($w(4)$) waren von diesen noch $b(4,0)=1388$ Einheiten der Alterstufe $k=0$ vorhanden, von den verkauften Einheiten aus dem Jahr zuvor ($w(3)$) noch 1095 Einheiten ($k1$) sowie von den verkauften Einheiten

aus dem Jahr $i=2$ noch 733 Einheiten. Insgesamt befinden sich am Ende des 4. Jahres 3608 Produkte dieses Typs auf dem Endkundenmarkt (Koch 2004, S. 178).

Tab 4 Beispiel zur Bedarfsvorhersage auf Basis des Ausfallverhaltens

Ab- satz- jahr <i>i</i>	Serie w(<i>i</i>)	Altersstrukturierte Bestand <i>b</i> (<i>i</i> , <i>k</i>)									Be- stan d <i>B</i> (<i>i</i>)
		<i>k</i>									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	462	461									461
2	781	779	454								1233
3	1114	1111	767	433							2311
4	1391	1388	1095	733	392						3608
5	1567	1563	1367	1045	663	330					4968
6	1627	1623	1540	1305	946	558	256				6228
7	1587	1582	1599	1470	1181	796	433	182			7243
8	1471	1467	1558	1526	1330	994	618	307	118		7918
9	0	0	1445	1488	1381	1120	771	439	200	71	6915

Der Ersatzteilbedarfsfaktor $\varepsilon(\tau)$ wird ferner determiniert durch die Nutzungsintensität des Primärprodukts, die Instandhaltungsstrategie sowie weitere exogene Störgrößen.

3.3.4 Interoperabilität

Gerade im Automobilbau handelt es sich bei Endprodukten typischerweise um Konfigurationen. Darunter werden aus Sicht des Produktentwicklungsprozesses die „funktionellen und physischen Merkmale eines Produktes (verstanden), wie sie in seinen technischen Dokumenten beschrieben und im Produkt verwirklicht sind“ (DIN 1996, S. 5). Diese Merkmale (z.B. Farbe) können dann im Rahmen des Vertriebs oder Kundendienstes kundenspezifisch angepasst bzw. mit Merkmalswerten (z.B. rot) belegt werden. Dieser Prozess der Produktkonfigurierung wird, abhängig vom Grad der Kundenintegration, dann auch oftmals als Hard und Soft Customization bezeichnet (Piller 2006).

Ob im späteren Verlauf variante MFM im Rahmen der Ersatzteilversorgung miteinander kombiniert bzw. in einem Primärprodukt verbaut werden können, definiert das Konfigurationsmodell. Dieses Entscheidungsmodell legt unter Berücksichtigung der Produkteigenschaften und Gültigkeiten in Form von Produktionsregeln, der Art „WENN Bedingung DANN Aktion“, fest, welche Versionsfaktorkombinationen zulässig und möglich sind. Im Einzelnen haben diese

Regeln zur Aufgabe (vgl. hierzu Dietrich 2007, S. 168-170): Die Überprüfung der Vorbedingungen zur Ausführung der Regel, die Überprüfung von Inkompatibilitäten mit vorhandenen Bauteilen und die Überprüfung der Verfügbarkeit von benötigten Bauteilen.

Ob und wenn ja welches Bauteil im Rahmen einer Variante verbaut werden kann oder muss, hängt ferner davon ab, ob es sich dabei um ein Muss-, Kann- oder Festbauteil handelt. Festbauteile sind Einzelteile und/oder Baugruppen, die immer in allen Variantenstrukturen vorkommen müssen und damit festgeschrieben sind. In diesem Zusammenhang wird auch oftmals von Gleichteilen gesprochen. Muss-Bauteile sind hingen alternativ verbaubare Einzelteile und/oder Baugruppen einer Menge von Einzelteilen und/oder Baugruppen, von denen immer genau eines gewählt werden muss. Zuletzt sind Kann-Bauteile alternativ verbaubare Einzelteile und/oder Baugruppen einer Menge von Einzelteilen und/oder Baugruppen, welche verbaut werden können aber nicht müssen.

3.3.5 Delivery

Neben der zuvor beschriebenen hidden product & seller qualities im engeren Sinn, lassen sich auch solche im Weiteren Sinn identifizieren. Spiegelbildlich zum Sourcing beziehen sich diese auf die operativen Logistikprozesse im SCOR Delivery (SCOR 2010), also auf die Auftragsabwicklung beim Hersteller bzw. Lieferanten sowie den Transport zum Kunden.

Dort sieht sich der Nachfrager im Rahmen des Inventory and Determine Delivery Date mit dem Umstand konfrontiert, dass er bei der Prüfung eines Lieferantengebots nicht nachvollziehen können zu welcher Kundengruppe (A,B,C-Kunden) sie zählen. Dies jedoch ist entscheidender Bedeutung, da Hersteller und Lieferanten dazu neigen die Reservierung der zur Auftragsdurchführung notwendigen Ressourcen (Material; Arbeitseinsatz) sowie die Bestimmung des prognostizierten Lieferdatums auf Basis von Kunden-Prioritätsregeln durchzuführen. In diesem Zusammenhang werden fortfolgend dann auch Teilsendungen entweder gar nicht oder nur zu höheren Kosten eingeräumt, da während des Build Loads Lieferanten bestrebt sind bestätigte Kundenaufträge immer vollständig zu kommissionieren (da Frachtführer Teilbeförderungen zusätzlich in Rechnung stellen).

Im Rahmen des Receive and Verify Product by Customer erfolgt die Anlieferung und Eingangsüberprüfung auf Vollständigkeit beim Kunden. Ist ein Verlust oder eine Beschädigung des Gutes äußerlich erkennbar und zeigt der Empfänger oder der Absender dem Frachtführer Verlust oder Beschädigung

nicht bis spätestens bei Ablieferung des Gutes an, wird angenommen, dass das Gut in vertragsgemäßem Zustand abgeliefert worden ist. Dies gilt auch, wenn der Verlust oder die Beschädigung äußerlich nicht erkennbar war und nicht innerhalb von sieben Tagen nach Ablieferung angezeigt worden ist (§ 438 HGB: Schadensanzeige). Lieferanten sind daher bestrebt, insb. im Fall von nicht sachgemäß verpackten Artikeln „window dressing“ zu betreiben und mögliche Defekte zu verschleiern oder auf Dritte abzuwälzen.

Zuletzt sind ferner auch noch Risiken im Rahmen des Invoice vorstellbar. Beim Einzug bzw. der Abbuchung kann der Anbieter den Zeitpunkt des Geld-eingangs selbst steuern und eine Abbuchung der eigentlichen Leistung, also der Warenannahme beim Kunden, vorziehen.

4 Anforderungsdefinition

Zum Zweck des Sourcing muss intelligente Anwendungssoftware Logistikentscheidern bewertete Handlungsempfehlungen hinsichtlich der Produkt- und Lieferantenauswahl zur Verfügung stellen. Bezogen auf die unmittelbar zuvor identifizierten Hidden product & seller qualities muss die Anwendungssoftware daher mindestens folgenden übergeordneten Anforderungen genügen bzw. Eigenschaften aufweisen welche sich entlang den SCOR Aktivitäten Gruppen Schedule Product Deliveries, Receive & Verify Product, Transfer Product und Authorize Supplier Payment gruppieren lassen.

4.1 Schedule Product Deliveries

„Scheduling and managing the execution of the individual deliveries of product against an existing contract or purchase order. The requirements for product releases are determined based on the detailed sourcing plan or other types of product pull signals“ (SCOR 2010; Kapitel 3.2.4). Zu diesem Zweck hat intelligente Logistik-Anwendungssoftware *Entscheidungsunterstützung* hinsichtlich der Bedarfsplanung, Bestellmengenplanung, Liefermengenplanung und Aufteilung anzubieten.

Tab 5 sS 3.1-1 Bedarfsplanung

Identifizier	sS 3.1-1
Name	Bedarfsplanung
Akteur	Endkunde, Händler, Primärprodukthersteller, Teilehersteller, Sonst. Lieferanten
Beschreibung	Gegenstand der Bedarfsplanung ist die Festlegung des Beschaffungsverfahrens. Zu diesem Zweck (1) bestimmt das System Teile-spezifisch geeignete Beschaffungsverfahren (Einzelbeschaffung im Bedarfsfall vs. Vorratsbeschaffung), und (2) benötigt zu diesem Zweck Wissen hinsichtlich der Wertschöpfungsstufe des beschaffenden Position in der Lieferkette, der Produktlebenszyklusphase des zu beschaffenden Produktes sowie der Korrelation von Produkteinsatzbedingungen, Wartungsstrategien und durchschnittlich erwarteter Lebensdauer. Dies bedeutet im Einzelnen, dass das System Wissen unter ande-

	rem darüber verfügt, seit wann ein spezifisches Produkt im Einsatz ist und unter welchen Einsatzbedingungen sowie wie häufig das Produkt seit dieser Zeit vorbeugend gewartet wurde. Einzelbeschaffung (im Bedarfsfall) bietet sich insbesondere bei unregelmäßigen und mengenmäßig kleinen Ersatzteilbedarfen an, also Reserveteilen, da sie das gebundene Kapital reduziert und Lagerraum für regelmäßig benötigte, mengenmäßig große Ersatzteilbedarfe nicht blockiert.; Vorratsbeschaffung hingegen bietet sich insb. bei schwankenden Bedarfen von Gleichteilen (also Bauteile, die unverändert in übergeordneten Baugruppen weiterverwendet werden können) an werden.
Vorbedingungen	Verschleiß- oder Reserveteil muss fremdbezogen werden
Nachbedingung / Ergebnis	Bedarfsplanung durchgeführt
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko eines Bestellfehlverhaltens aufgrund von Fehlprognosen und damit das Risiko große Mengen abgekündigter Bauteile für lange Zeiträume im eigenen Lager vorhalten zu müssen. Im Umkehrschluss reduziert dies auch gleichzeitig das Risiko zwar notwendige, aber bereits abgekündigte Bauteile, nicht mehr beschaffen zu können (Unterdeckung bei Fremdbezug) bzw. Produktalternativen zu höheren Preisen beziehen zu müssen (Ausfallwahrscheinlichkeit). Dies soll dazu beitragen das spezielle Risiko der Planbarkeit des Bedarfsverhalten zu senken, da aufgrund der Variantenvielfalt, stochastisch schwankenden Nachfrage und je Variante abnehmende Ersatzteil-Gesamtbedarf zumeist nur ungenaue Bedarfsprognosen möglich sind. Dadurch besteht die Gefahr von Fehldisposition und sich in Form von zu hohen bzw. niedrigen Bedarfsermittlung äußert. Während eine zu hohe Bedarfsermittlung zu hohen Beständen und damit einhergehend hohen Bestandskosten führt, führen Fehlmengen zu Fehlmengenkosten. Unterschiedliche Beschaffungsverfahren sind der Tatsache geschuldet, dass sich in Folge der Variantenvielfalt

	die Gesamtnachfragemenge auf eine große Anzahl an VMS, AMS, MFM, Baugruppen und Einzelteilen verteilt, sodass die durchschnittlich Nachfrage pro Teil abnimmt. Gleichzeitig müssen aber trotz der niedrigen durchschnittlichen Nachfrage pro Teil jedoch für jedes Teil große Mengen auf Lager gehalten werden, da beispielsweise bei Rückrufaktionen kurzfristig sehr hohe Bedarfe entstehen können (Vahrenkamp 2007, S. 166f.). Dies verdeutlicht auch folgendes Beispiel: Aufgrund der Vielzahl an Wahlmöglichkeiten allein bei Autositzen (Sitzfarben, Bezugsqualität, Sonderausstattungen wie Sitzheizung, orthopädische Rückenlehne, etc.) existieren derzeit rund 50.000 Sitzvarianten. Würde eine Werkstatt nur für einen einzigen dieser Sitze sämtliche Teile auf Lager halten, würden die Lager- und Kapitalbindungskosten die Beschaffungskosten deutlich überwiegen. Unter Lagerhaltungs- und Wiederbeschaffungsgesichtspunkten Gesichtspunkten ist die Einzelbeschaffung bei variantenreichen Erzeugnissen daher deutlich effizienter als die Vorratsbeschaffung (Kestel 1995, S. 128f.), auch wenn daraus (niedrigeren Stückzahlen) potentiell schlechtere Konditionen und ein höherer Koordinationsaufwand resultiert.
--	---

Tab 6 sS 3.1-2 Bestellmengenplanung

Identifizier	sS 3.1-2
Name	Bestellmengenplanung
Akteur	Endkunde, Händler, Primärprodukthersteller, Teilehersteller, Sonst. Lieferanten
Beschreibung	Gegenstand der Bestellmengenplanung ist die Ermittlung von konkreten Bestellmengen und Zeitpunkten. Optional ist für den Fall einer Vorratsergänzung Limitplanung vorzunehmen. Die Limitplanung ist ein spezielles Instrument der Bestellmengenplanung bei welchem Beschaffungshöchstwerte für Warengruppen (und darauf aufbauend für Organisationseinheiten und Disponenten) berechnet werden. Zu diesem Zweck

	(1) <i>bestimmt</i> das System geeignete Bestellvorschläge (Originalbauteile vs. Produktalternativen) und (2) <i>benötigt</i> das System Wissen hinsichtlich der funktionalen, montagetechnischen und/oder signaltechnischen Interoperabilität von Einzelteil- oder Baugruppenversionen in Primärprodukt- oder Baugruppenkonfigurationen verfügen. Dies bedeutet im Einzelnen, dass die Software Wissen unter anderem darüber verfügt, welche Primärprodukt- oder Baugruppenkonfiguration im Einzelfall bzw. jeweiligen Absatzmarkt verfügbar sind, welche Version einer Baugruppe oder Einzelteils widerbeschafft werden muss sowie welche Komplementärprodukte davon ebenfalls betroffen sind. Ferner benötigt das System Wissen hinsichtlich des Umsatzes, der Handelsspanne und des aktuellen Lagerbestandes. Das maximale Beschaffungsvolumen einer Warengruppe wird aus der Differenz zwischen geplantem Umsatz und absoluter Handelsspanne des erwarteten Umsatzes in der Warengruppe unter Berücksichtigung von Auftragsbeständen sowie Ist- und Planlagerbeständen berechnet.
Vorbedingungen	Produktkonfiguration ist bekannt Verschleiß- oder Reserveteil muss fremdbezogen werden
Nachbedingung / Ergebnis	Bestellmengenplan ist erstellt
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko Bauteile auf zu hohem Vorfertigungsgrad beschaffen bzw. austauschen zu müssen sowie anstatt von oftmals preiswerteren Identteilen oder aufbereiteten Bauteilen Originalbauteile verbauen zu müssen. Gleiches gilt in diesem Zusammenhang auch für Komplementärprodukte. Ferner kann auf Basis dieses Wissens geschlussfolgert werden, ob eingelagerte Bauteile noch anderweitig verwendet werden können (Interoperabilität, Lagerfähigkeit).

Tab 7 sS 3.1-3 Liefermengenplanung

Identifizier	sS 3.1-3
Name	Liefermengenplanung
Akteur	Endkunde, Händler, Primärprodukthersteller, Teilehersteller, Sonst. Lieferanten
Beschreibung	Gegenstand der Liefermengenplanung ist die Auswahl eines Lieferanten, bei welchem die jeweilige Artikelmenge beschafft werden soll sowie optional eine Aufteilung (also die Aufteilung (absolut/prozentual) einer Gesamtbeschaffungsmenge auf einzelne Läger bzw. Filialen). Zu diesem Zweck (1) <i>bestimmt</i> das System geeignete Lieferanten oder (2) sofern kein Lieferant die Anforderungen vollständig erfüllt, empfiehlt das System zusätzliche Lieferantangebote einzuholen bzw. gibt konkrete Produkthanforderungen (hinsichtlich Lagerbedingungen usw.) an einen Hersteller vor, und (3) <i>benötigt</i> das System Wissen hinsichtlich des notwendigen Lieferservice sowie den damit untrennbar verbundenen logistischen Gesamtkosten. Dies bedeutet, dass das System ebenfalls Wissen hinsichtlich der Korrelation von Versorgungsstrategien und Lieferterminen benötigt, also ob ein spezifischer Anbieter zu diesem Zweck über eigene Fertigungs- und/oder Montageanlagen verfügt sowie ob geplant ist diese abzubauen bzw. zu verändern.
Vorbedingungen	Verschleiß- oder Reserveteil muss fremdbezogen werden Produktkonfiguration ist bekannt
Nachbedingung / Ergebnis	Lieferant ausgewählt
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko mit einer nicht ausreichenden Menge an funktional geeigneten und fehlerfrei funktionierenden Bauteilen termingerecht, also sowohl Zeitpunkt- als auch Zeitraumbezogen, versorgt werden zu können. Dieses betrifft im

	gleichen Maße auch die jeweiligen Komplementärprodukte (Verfügbarkeit; Interoperabilität). Implizit erlaubt ein Preis- bzw. Kostenvergleich auch Rückschlüsse auf die beim Hersteller verfolgte Wartungsstrategien bzw. ob u.U. spezifische Lagerbedingungen eingepreist wurden (Lagerfähigkeit; Ausfallwahrscheinlichkeit).
--	---

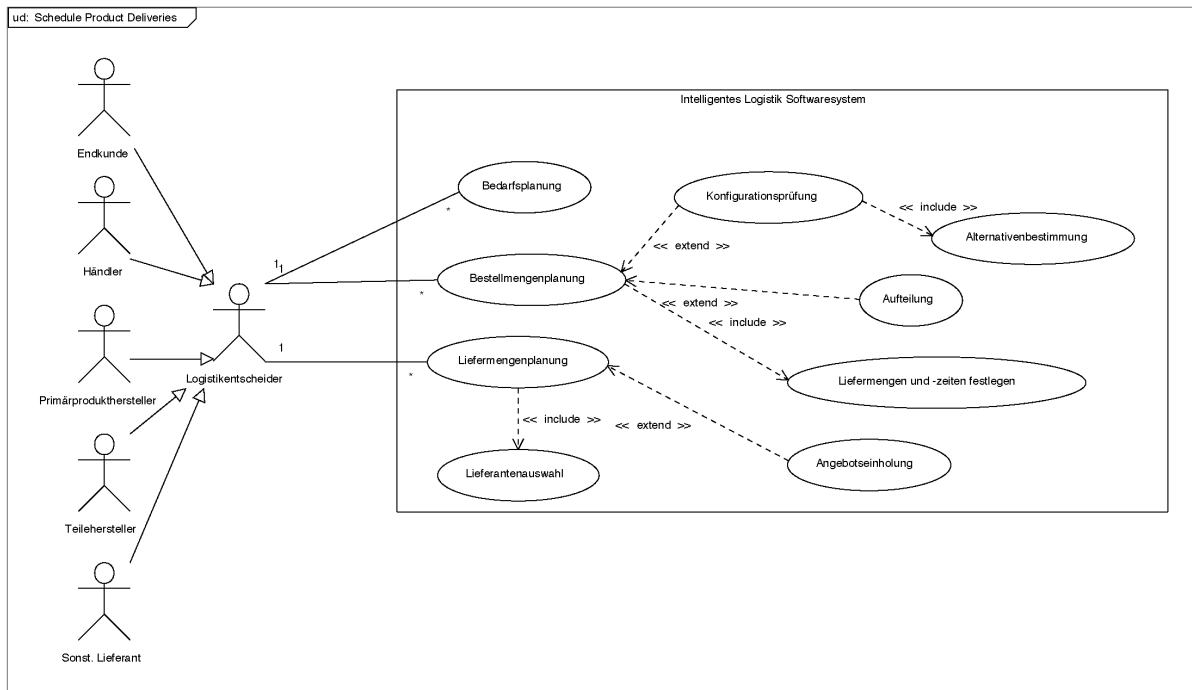


Abb. 25 UC Schedule Product Deliveries

4.2 Receive & Verify Product

„The process and associated activities of receiving product to contract requirements“ (SCOR 2010; Kapitel 3.2.6). „The process and actions required determining product conformance to requirements and criteria“ (SCOR 2010; Kapitel 3.2.8). Zu diesem Zweck hat die Intelligente Logistik-Anwendungssoftware *Entscheidungsunterstützung* hinsichtlich der Wareneingangsplanung sowie Warenannahme & -kontrolle anzubieten.

Tab. 8 sS 3.2-1 Wareneingangsplanung

Identifizier	sS 3.2-1
Name	Wareneingangsplanung
Akteur	Händler, PrimärproduktHersteller, Teilehersteller und sonst. Lieferanten
Beschreibung	Gegenstand der Wareneingangsplanung ist, in Analogie

	zur produktionswirtschaftlichen Maschinenbelegungsplanung, die Planung bzw. Zuordnung des erwarteten Wareneingangsvolumens (gemessen in Anzahl an Ladehilfsmitteln) auf die Wareneingangsressourcen (Abladestellen, Förderfahrzeuge usw.). Zu diesem Zweck (1) <i>erstellt</i> das System eine Zuordnung bzw. einen Reihenfolgenplan, und (2) <i>benötigt</i> das System Wissen hinsichtlich der auch aus der Fertigungssteuerung bekannten Zielkonflikte Durchlaufzeitenminimierung, Bestandsminimierung, Auslastungsmaximierung (der Rampen) sowie Maximierung der Termintreue („Dilemma der Ablaufplanung“). Durchlaufzeit meint dabei die Zeit zwischen dem Anlieferungs- und Einlagerungszeitpunkt. Ferner benötigt das System Wissen über prognostizierte Lieferzeiten (aus Avisierungen) und Lieferzuverlässigkeiten. Lieferantenavise sind Mitteilungen von Lieferanten über den voraussichtlichen Liefertermin und die Liefermenge. Lieferantenavise stellen also aktuellere Daten als Bestellungen bereit.
Vorbedingungen	Schedule Product Delivery abgeschlossen
Nachbedingung / Ergebnis	Wareneingangsplanung abgeschlossen
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko nicht termingerecht, also sowohl Zeitpunkt- als auch Zeitraum-bezogen, mit einer nicht ausreichenden Menge an funktional geeigneten und fehlerfrei funktionierenden Bauteilen versorgt werden zu können (Verfügbarkeit; Lagerfähigkeit).

Tab. 9 sS 3.2-2 Warenannahme & -kontrolle

Identifizier	sS 3.2-2
Name	Warenannahme & -kontrolle
Akteur	Endkunde, Händler, Primärprodukthersteller, Teilehersteller und sonst. Lieferanten
Beschreibung	Gegenstand der Wareneingangserfassung & -kontrolle ist der Abgleich von Bestell- und Lieferschein sowie die Prüfung der Lieferbeschaffenheit (Verpackung, Etikettierung, Bruch etc.) der Ware. Zu diesem Zweck (1) <i>empfiehlt</i> das System ob die angelieferte Ware (teilweise) angenommen sowie ob Schadensanzeigen (§438 HGB) vorgenommen werden sollten, und (2) <i>benötigt</i> das System hierfür Wissen hinsichtlich lieferantenspezifischer Toleranzintervalle (Liefermenge), Fristen für Schadensanzeigen im Fall von beschädigter Ware sowie der logistischen Handhabbarkeit (also, ob die angelieferte Ware überhaupt umpack- bzw. einlagerungsfähig ist; an dieser Stelle besteht eine enge Verbindung zur Wareneingangsplanung und Wareneinlagerungsplanung).
Vorbedingungen	Wareneingangsplanung abgeschlossen
Nachbedingung / Ergebnis	Lieferscheinbewertung vorgenommen Schadensanzeige erstellt
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko nicht termingerecht, also sowohl Zeitpunkt- als auch Zeitraum-bezogen, mit einer nicht ausreichenden Menge an funktional geeigneten und fehlerfrei funktionierenden Bauteilen versorgt werden zu können (Verfügbarkeit). Ferner reduzieren die Handlungsempfehlungen Risiken des Delivery. Ist beispielsweise ein Verlust oder eine Beschädigung des Gutes äußerlich erkennbar und zeigt der Empfänger dieses nicht spätestens bei Ablieferung an,

	wird vermutet, daß das Gut in vertragsgemäßem Zustand abgeliefert worden ist. Der Kunde hat den Schaden folglich selbst zu tragen. Gleiches gilt auch, wenn der Verlust oder die Beschädigung (z.B. aufgrund von Fehllagerungen) äußerlich nicht erkennbar war und dann nicht innerhalb von sieben Tagen nach Ablieferung angezeigt worden ist. Ferner erlöschen Ansprüche wegen Überschreitung der Lieferfrist, wenn der Empfänger dem Frachtführer die Überschreitung der Lieferfrist nicht innerhalb von einundzwanzig Tagen nach Ablieferung anzeigt.
--	--

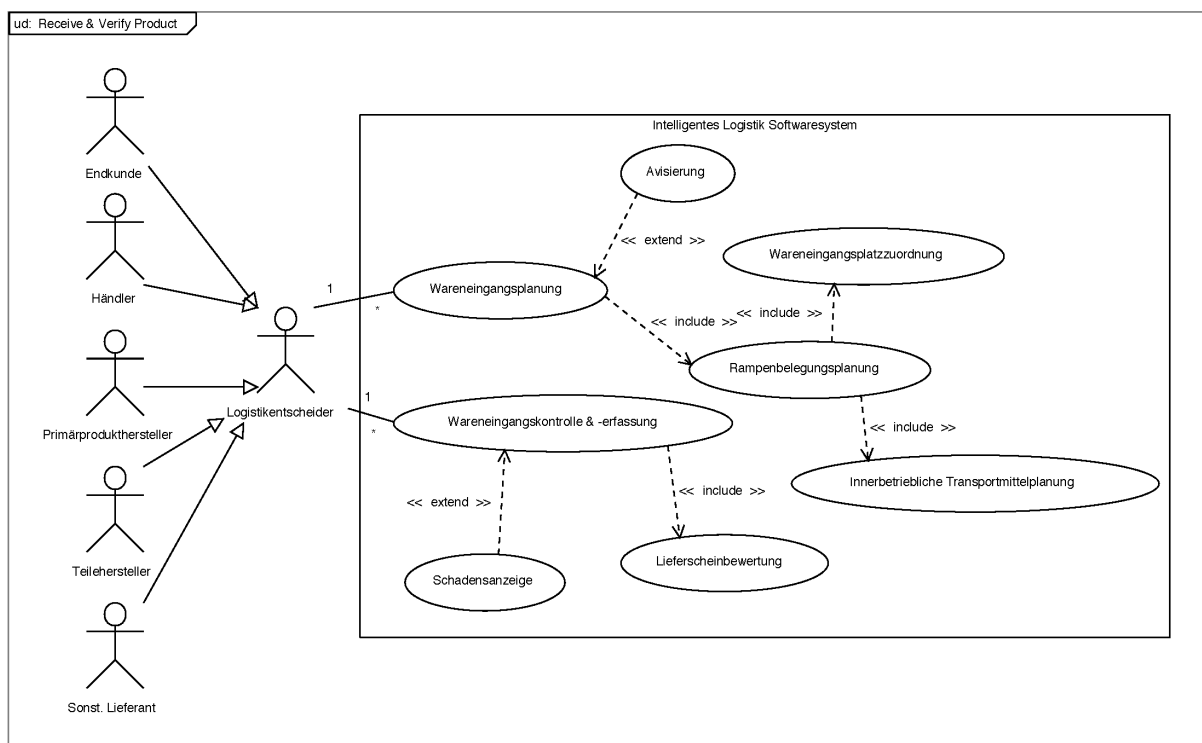


Abb. 26 UC Receive & Verify Product

4.3 Transfer Product

„The transfer of accepted product to the appropriate stocking location within the supply chain. This includes all of the activities associated with repackaging, staging, transferring and stocking product. For service this is the transfer

or application of service to the final customer or end user“ (SCOR 2010; Kapitel 3.2.9). Zu diesem Zweck hat die Intelligente Logistik-Anwendungssoftware *Entscheidungsunterstützung* hinsichtlich der Wareneinlagerungsplanung anzubieten.

Tab. 10 UC sS 3.3-1

Identifizier	sS 3.3-1
Name	Wareneinlagerungsplanung
Akteur	Händler, Primärprodukthersteller, Teilehersteller und sonst. Lieferanten
Beschreibung	Gegenstand der Wareneinlagerungsplanung ist die Festlegung spezifischer Lagerplätze. Zu diesem Zweck (1) <i>empfiehlt</i> das System geeignete (Zwischen-)Lagerplätze, (2) <i>empfiehlt</i> das System speziell im Fall von ECU und einer geplanten Langzeiteinlagerung/Vorratsergänzung ausgewählte Wartungsstrategien (Bestromung, Reprogrammierung, Funktionstests) und (3) <i>benötigt</i> das System hierfür Wissen hinsichtlich der Beziehung von Auftragsstypen (Einzelbeschaffung, Vorratsergänzung), physikalischen Eigenschaften des zu lagern- den Objektes (Vorfertigungsgrade), maximalen Lagerdauern und Lagerbedingungen. Dies bedeutet im Einzelnen, dass das System Wissen hinsichtlich möglicher Lagerorte, Lagerzeitpunkte (Einlagerung, Auslagerung; max. Lagerdauern) und Lagerbedingungen (Ladungsträger, Verpackungsmittel (DryPacks), Umweltbedingungen (Vakuum oder Stickstoff-Lagerung)) dort vorherrschen müssen.

Vorbedingungen	Lieferscheinbewertung abgeschlossen
Nachbedingung / Ergebnis	Lagerplatzzuordnung vorgenommen Wartungsstrategie definiert
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko defekte Bauteile weiterzuwenden bzw. zusätzliche Kosten für die Wiederbeschaffung in Kauf nehmen zu müssen (Lagerfähigkeit).

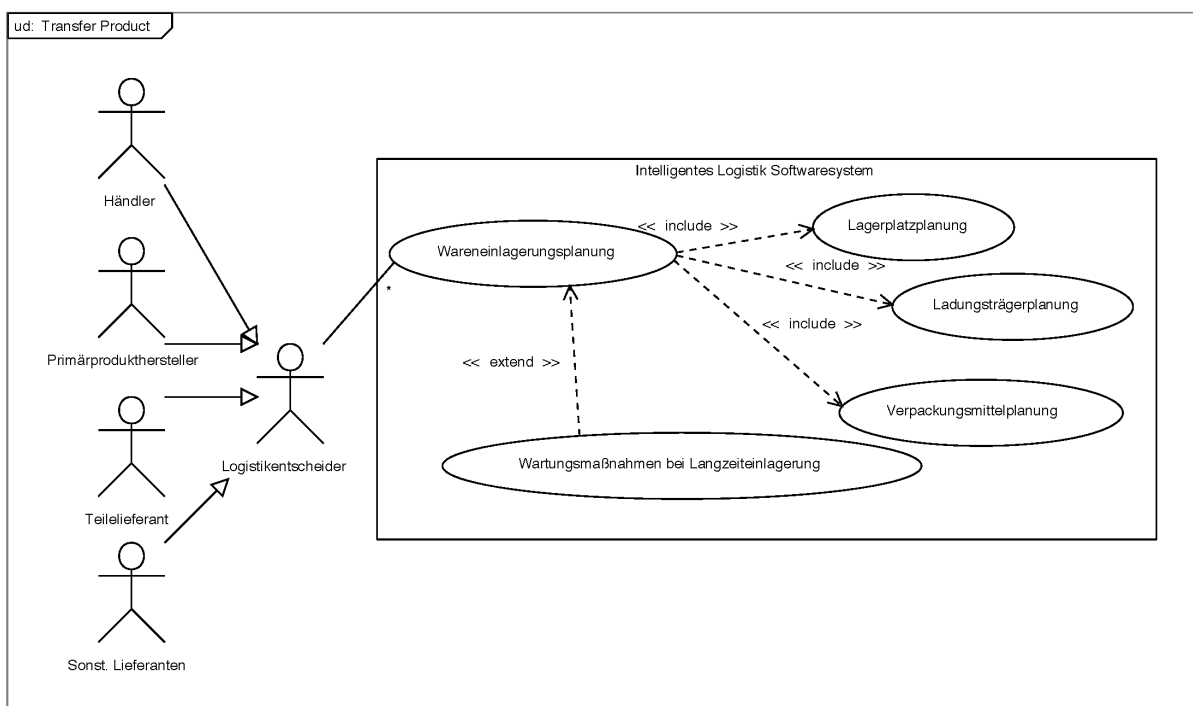


Abb. 27 UC Transfer Product

4.4 Authorize Supplier Payment

„The process of authorizing payments and paying suppliers for product or services. This process includes invoice collection, invoice matching and the issuance of checks“ (SCOR 2010; Kapitel 3.2.11). Zu diesem Zweck hat die Intelligente Logistik-Anwendungssoftware *Entscheidungsunterstützung* hinsichtlich der Rechnungsprüfung und Regulierung anzubieten.

Tab. 11 UC sS 3.4-1 Rechnungsprüfung

Identifier	sS 3.4-1
Name	Rechnungsprüfung

Akteur	Endkunde, Händler, Primärprodukthersteller, Teilehersteller und sonst. Lieferanten
Beschreibung	Gegenstand der Rechnungsprüfung ist der Abgleich von Rechnung und Wareneingang. Zu diesem Zweck (1) <i>erstellt</i> das System eine Liste zu prüfender Rechnungsvorgänge auf Basis (1) nicht eingehaltener, lieferantenspezifischer Toleranzintervalle und (2) zufälliger Stichproben (Toleranzintervalle beziehen sich auf wert- und/oder mengenmäßige Differenzen: Wertmäßige Differenzen sind typischerweise auf falsche Preiskonditionen oder Mehrwertsteuersätze zurückzuführen, mengenmäßige Differenzen hingegen auf abweichende Lieferschein- und Rechnungsmengen), und (2) <i>benötigt</i> das System hierfür Wissen hinsichtlich der Beziehung von Lieferantenkonditionen und {Original Ident aufbereiteten} Bauteilen.
Vorbedingungen	Lieferscheinbewertung abgeschlossen Rechnung erfasst
Nachbedingung / Ergebnis	Auszahlungsfreigabe Rechnungsnachbearbeitung
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko eines zu hohen Preises, Haftungsansprüche nicht geltend machen zu können oder auch nachteilige Bezahlverfahren akzeptieren zu müssen (Delivery).

Tab. 12 UC sS 3.4-2: Regulierung

Identifizier	sS 3.4-2
Name	Regulierung
Akteur	Endkunde, Händler, Primärprodukthersteller, Teilehersteller, Sonst. Lieferanten
Ablaufbeschreibung	Gegenstand der Regulierung ist der Ausgleich offener Posten durch die Zahlung an den Lieferanten.

	Zu diesem Zweck (1) <i>erstellt</i> das System Kreditoren-Zahlungsvorschläge welche der Anwender in der Folge ausführen kann, (2) <i>benötigt</i> das System hierfür Wissen hinsichtlich potentieller Mahngebühren, Wechselkursdifferenzen, Nebenkosten des Geldverkehrs oder auch Skontiverlusten.
Vorbedingungen	Rechnungsprüfung abgeschlossen
Nachbedingung / Ergebnis	Auszahlung ist erfolgt
Rationale	Darauf aufbauende Handlungsempfehlungen reduzieren das Risiko eines zu hohen Preises, Haftungsansprüche nicht geltend machen zu können oder auch nachteilige Bezahlverfahren akzeptieren zu müssen (Delivery).

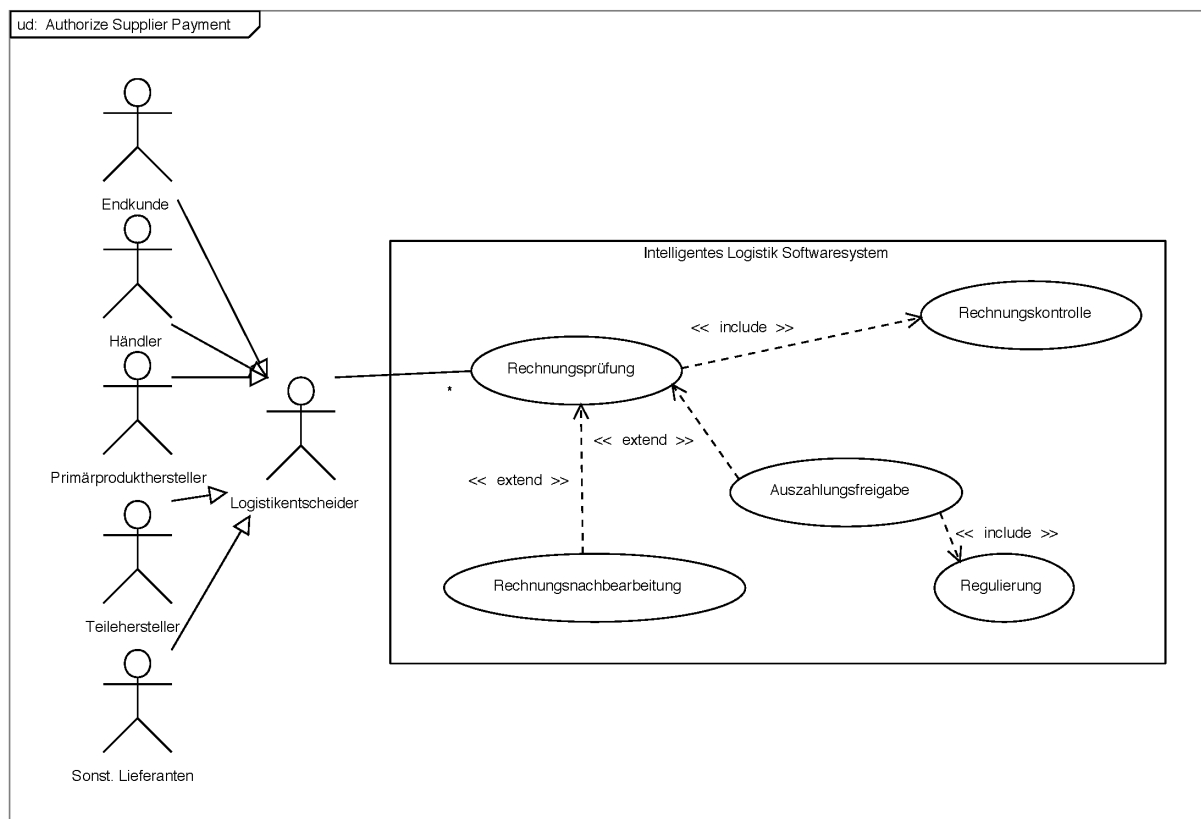


Abb. 28 UC Authorize Supplier Payment

5 Entwurf

Die im vorangegangenen Kapitel dargestellte Aufgaben- bzw. Use-Case-Struktur der Beschaffung spiegelt sich in den in diesem Kapitel beschriebenen, und für die Aufgabenerfüllung notwendigen, Wissensclustern wider. Im Einzelnen können folgende Wissenscluster identifiziert werden: Stammdaten, Anfrage & Bestellung, Lieferschein sowie Rechnung & Bezahlung. Der Wissenscluster Stammdaten Konzepte zur Beschreibung von mechatronischen Produkten, Lieferanten und Konditionen. Die Wissenscluster Anfrage & Bestellung, Wareneingang sowie Rechnung & Bezahlung berücksichtigen hingegen die notwendigen Konzepte zur Durchführung der Qualitätssicherung in der Beschaffung.

Die einzelnen Wissenscluster werden im Folgenden jeweils aus Datensicht beschrieben.

5.1 Mechatronische Produkte

Im Mittelpunkt dieses Datenclusters steht das Konzept *Produktvariante*. Das Konzept stellt eine konkrete Ausprägung eines Produktes hinsichtlich seiner Beschreibungsmerkmale (z.B. Farbe, Bauform) dar.

Eine Produktvariante ist immer genau einer *Warengruppe* zugeordnet. Warengruppen dienen der Strukturierung bzw. Verdichtung eines Produktsortiments in Breite und Tiefe. Die Sortimentsbreite kann anhand der Anzahl an Warengruppen, die Sortimentstiefe anhand der Anzahl an Hierarchiestufen je Warengruppen beurteilt werden (Beispiel: Ein Lieferant führt in seinem Sortiment die Warengruppe Radzubehör; diese Warengruppe verfügt im Inneren über eine hierarchische Struktur mit Autofelgen, Radmuttern, usw.).

Zum Zwecke des Transports, Lagerns oder Umschlagen muss einem Produkt mindestens eine *logistische Einheit* zugeordnet werden können. Logistische Einheiten können *Verpackungen* und sonst *Ladungsträger* sein. Vergleichbar zu Warengruppen können auch logistische Einheiten hierarchisch strukturiert sein.

- *Verpackungen* werden gebildet aus Packmitteln und Packhilfsmitteln (Arnold 2008, S. 697ff.). Ein Packmittel ist der Hauptbestandteil der zur Aufnahme eines Teils bestimmter Verpackung und dazu bestimmt ein Teil zu umhüllen oder zusammenzuhalten, damit dieses versand-, lager- und verkaufsfähig wird. Packmittel lassen sich ferner sowohl der Form (z.B. Kanister, Kasten, Kiste, Schachtel) als auch der Packstoffart (z.B. Papier, Glas, Aluminium) nach unterscheiden. Durch Voranstellen der Packstoffart

können Packmittel präzisiert als z. B. als Glasflasche, Aluminiumdose oder Wellpappekiste bezeichnet werden. Packhilfsmittel sind ebenfalls fester Bestandteile jeder Verpackung, da erst durch sie eine vollständige Funktion der Verpackung gewährleistet ist. Zu den Packhilfsmitteln zählen beispielsweise Schutzhilfsmittel (z.B. DryPacks, Flammschutzmittel, Schutzgas), Verschliesshilfsmittel (z.B. Kantenschutzwinkel, Umreifungsband), Kennzeichnungsmittel (z.B. Etikett, Warnzettel), Siegel) oder auch Polstermittel (z.B. Schaumstoffe, Styropor, Luftkissen).

- Unter einem *Ladungsträger* (synonym: Ladehilfsmittel) wird ein tragendes Mittel zur Zusammenfassung von Produkten oder Verpackungen zu einer Ladeeinheit verstanden. Dabei können Ladungsträger mit rein tragender (z.B. Paletten), tragender und umschliessender (z.B. Gitterboxen, Paletten mit Aufsetzrahmen) sowie tragender, umschliessender und abschliessender Funktion (z.B. Silopaletten und Tankpaletten) definiert werden.

Jede logistische Einheit ist ferner einem *logistischen Ort* zuzuweisen, welcher seinerseits aus einer Menge an *Lagerräumen* besteht. Dies ist im Fall mechatronischer Produkte bedeutsam, da diese u.U. spezifische Anforderungen an Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit usw. stellen.

Produkte und Warengruppen müssen vor dem Hintergrund dieser Arbeit daher noch eine Reihe von Spezialisierungen erfahren.

Für ein effektives Lieferantenscreening und -monitoring muss dafür zunächst dargestellt werden können, ob es sich einer Warengruppe um die eigene oder die des Lieferanten handelt. Dieses wird konzeptualisiert durch die Objekttypen *Warengruppe extern* bzw. *Warengruppe intern*. Im Fall des Objekttyps Produkt sind bei mechatronischen Produkten drei Spezialisierungsarten zwingend notwendig und voneinander zu unterscheiden. Erstens kann nach dem Verwendungszweck des Produktes in *Produkt Beschaffung* und *Produkt Lager* unterschieden werden.

Zweitens kann nach dem Merkmal „Zusammenbaustufe“ ein Produkt in ein *Vernetztes mechatronisches Produkt*, *Autonomes mechatronisches Produkt*, *Mechatronisches Funktionsmodul*, *Baugruppen unterer Ordnung* und *Einzelteile* spezialisiert werden. Im Kontext von Lieferketten ist es wichtig darauf hinzuweisen, dass die unmittelbar zuvor beschriebenen Produkt-Konzepte auf ohne Bezugspunkt auf jeder Lieferstufe gleichermaßen Verwendung finden können. Insofern ist auch vorstellbar, dass ein und dasselbe Produkt auf Lieferantenseite als Baugruppe oder MFM wahrgenommen wird, während es sich aus Kundensicht um ein Einzelteil handelt. Eine besondere Form von Einzelteilen stellen Sammelprodukte dar. Ein *Produkt Warengruppe* dient als Sam-

melprodukt für mehrere Produkte einer Warengruppe. Eine Produktvariante Sammelprodukt wird verwendet, wenn der Einkauf eines Produktes nicht Produkt-genau erfasst werden kann oder soll (z.B. Unterlegscheiben).

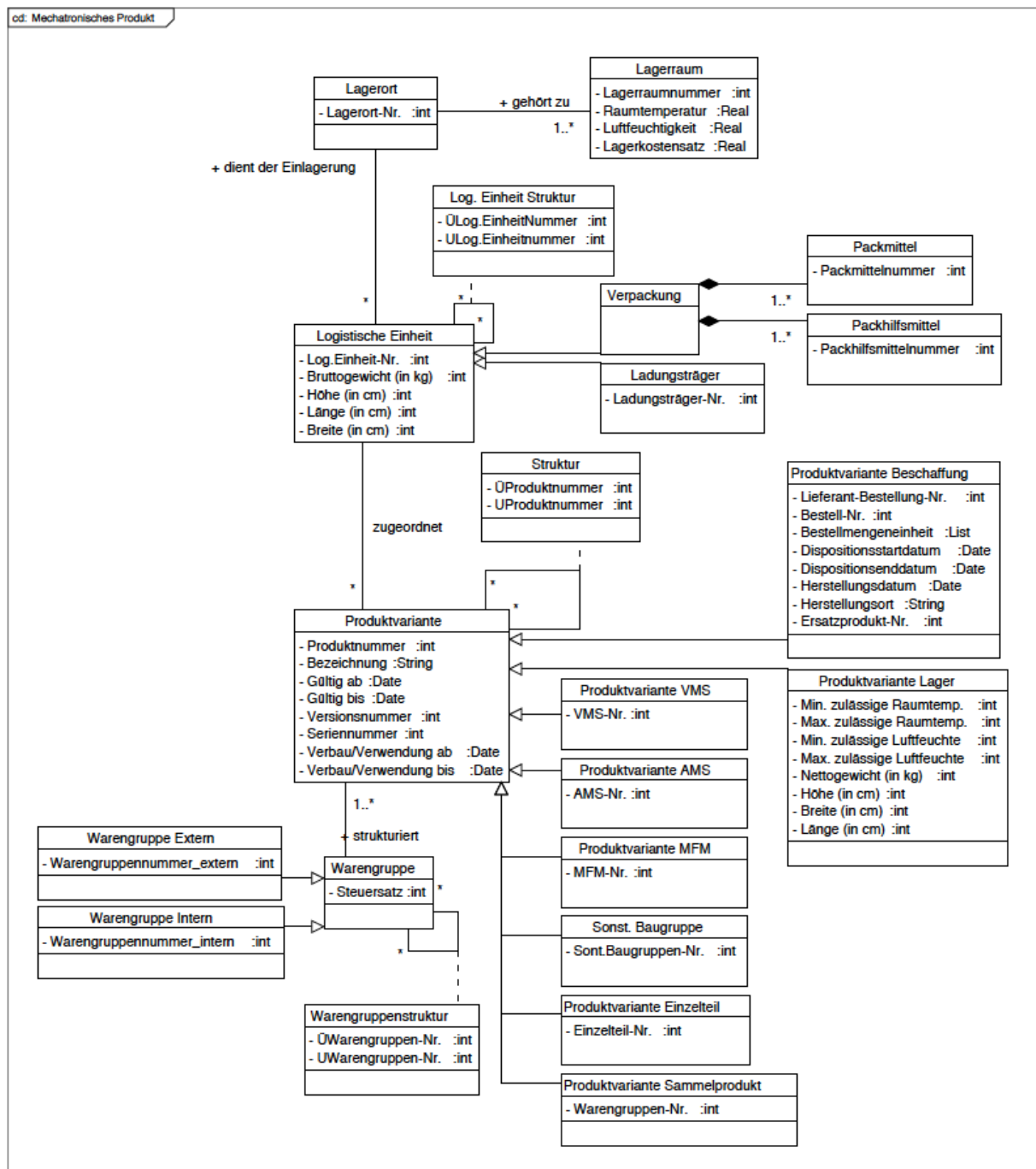


Abb. 29 Mechatronische Produkte

5.2 Akteure

Im Fall der Akteure stellt der *Geschäftspartner Lieferant* eine Spezialisierung des allgemeinen *Geschäftspartners* dar und besitzt, vergleichbar zu Teilen, eine eigene *Struktur*. Diese ist erforderlich, um Vereinbarungen mit unterschiedlichen Hierarchiestufen eines Lieferanten beschreiben zu können (z.B.

Konzerne bestehend aus einer Menge an Einzelgesellschaften). Beutret werden Lieferanten von *Einkäufern*. Abhängig von den spezifischen Aufgaben des Delivery können Lieferanten aus Auftraggeberperspektive in *Lieferant Kondition*, *Lieferant Bestellung*, *Lieferant Ware*, *Lieferant Rechnung* und *Lieferant Kreditor* spezialisiert werden. Der Lieferant Kondition gewährt die Konditionen für eine zu beschaffende Produktmenge, der Lieferant Bestellung nimmt den Kundenauftrag entgegen, der Lieferant Ware liefert die Ware an und der Lieferant Kreditor ist der Rechnungssteller. Die Notwendigkeit zur Abbildung abweichender Bestellempfänger entsteht immer genau dann, wenn ein Lieferant mehrere Regionallager besitzt, so dass die geografische Lage des Kunden das zuständige Lager des Lieferanten bestimmt.

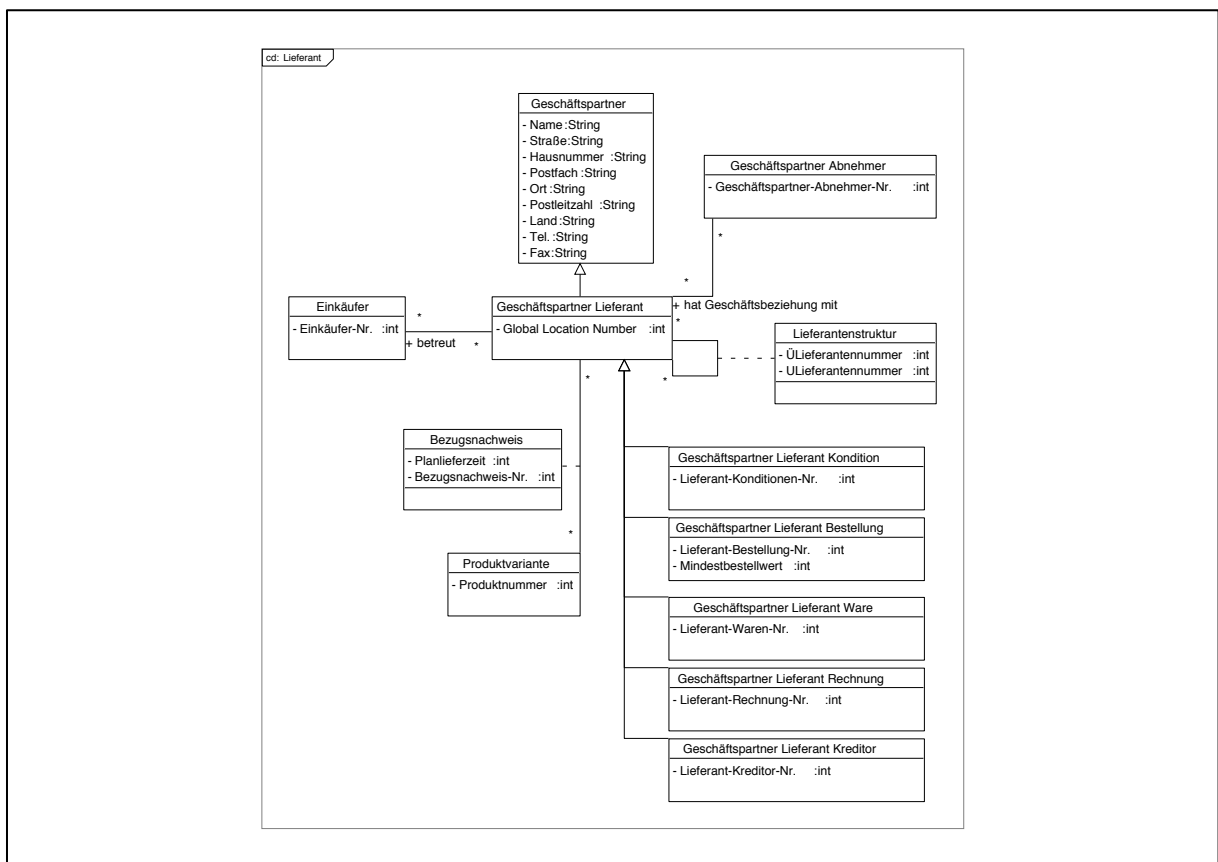


Abb. 30 Lieferant

5.3 Konditionen

Konditionen sind spezifische Preis- und Zahlungsbedingungen welche Lieferanten bzw. Hersteller ihren Kunden einräumen (Lieferant Kondition). Konditionen beziehen sich dabei immer auf einen spezifischen Produkttyp und gelten für einen bestimmten Abnehmer bzw. einen bestimmten Kunden. Die Merkmale "Gültig von" und "Gültig bis" erlauben in diesem Zusammenhang Zeiträume zu definieren, in welcher eine Kondition für eine Einkaufsorganisation gilt. Abhängig davon, worauf sich eine einzelne Kondition bezieht (z.B.

Preise, Zahlungszeitpunkte usw.) können diese unterschiedlichen Konditionsgruppen zugeordnet werden.

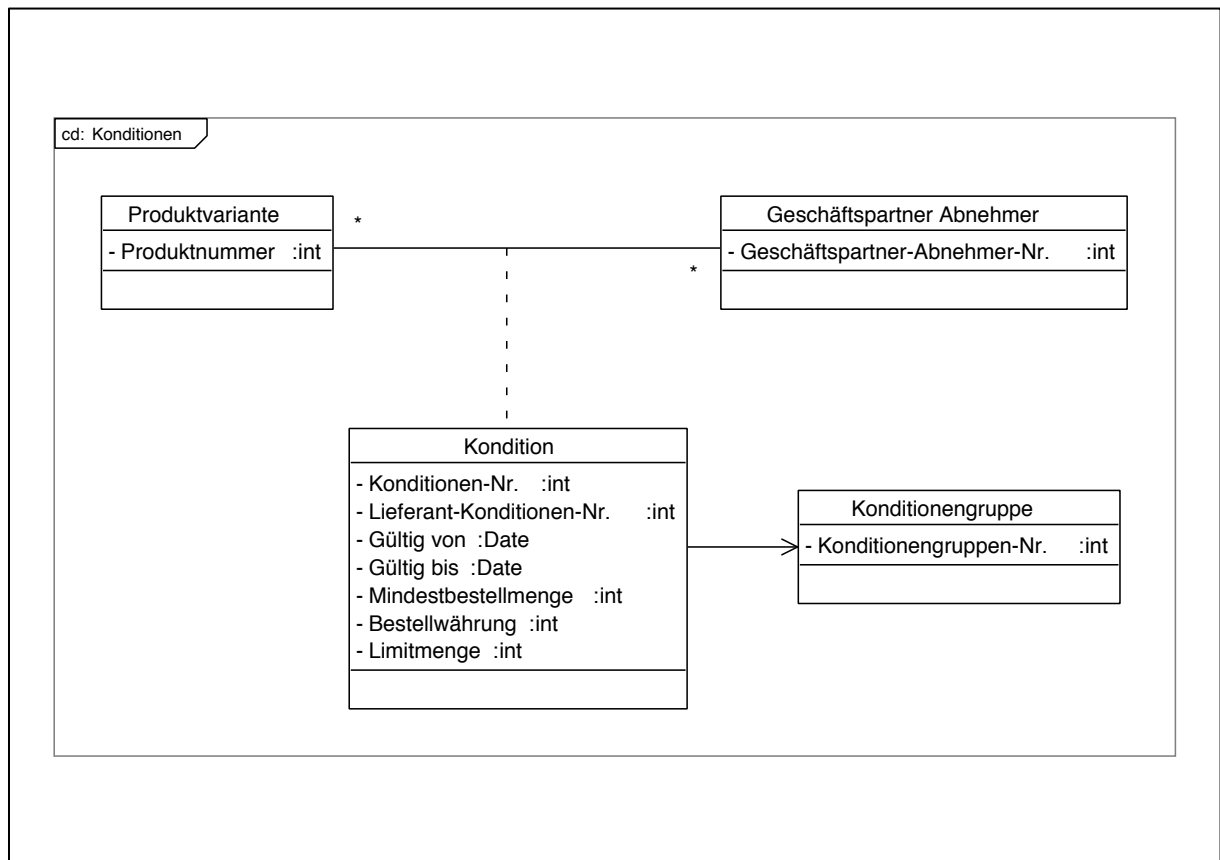


Abb. 31 Konditionen

6 Zusammenfassung

Am Beispiel der Automobilwirtschaft wurde aufgezeigt, dass die „Individualisierung“ des Angebots in Form mechatronischer Produkte in intelligenten Logistik-Informationssystemen zu steigenden Prozesskosten in der Beschaffungslogistik führt bzw. zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahmen im Beschaffungsprozess notwendig macht.

Die vorliegende Arbeit adressierte daher die Entwicklung eines Artefakts zur intelligenten Beschaffung mechatronischer Produkte in der Automobilwirtschaft. Im Speziellen wurde ein Wissensmodell entworfen, welches dazu beitragen soll die Grenzkosten „individueller“ Beschaffung in intelligenten Logistik-Informationssystemen zu senken.

Mit der Entwicklung eines Artefakts folgte die Arbeit dem Paradigma der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik und wählte zu dessen Umsetzung im Speziellen eine Referenzmodell-Perspektive. Da das Paradigma der gestaltungsorientierten Forschung originär über kein eigenes, standardisiertes Vorgehensmodell zur Deduktion und Lösungsgestaltung verfügt, sondern lediglich relevante Eigenschaften (engl. guidelines) des Problemlösungsprozesses und dazugehörige Evaluationsmethoden beschreibt, wurde zum Entwurf des Wissensmodells auf das bei Österle et al. (2011, S. 9) vorgestellte Vorgehensmodell ausgewichen.

Die Analyse des Standes der Forschung zu intelligenten Logistik-Informationssysteme als Gegenstand sowie Modellen & Konzepten (intelligenter) Beschaffung beruhte methodisch im Wesentlichen auf Sekundärforschung und nutzt als Erkenntnisquellen vornehmlich Monografien, Sammelbände und Aufsätze in Fachzeitschriften aber auch Experteninterviews. Im Rahmen der Anforderungsanalyse erfolgt die Beschreibung und Analyse des Informationssystems, zu deren Strukturierung im Besonderen auf die Prinzipal-Agent-Theorie zurückgegriffen wurde. Als Sprache dienten hierfür Use-Cases. Die identifizierten Use-Cases werden gruppiert unter Verwendung von SCOR 10.0 (als ordnungslogischer Rahmen). Beim Entwurf des Wissensmodells wurde im Speziellen eine Datensicht eingenommen und zur Beschreibung die Modellierungssprache Klassendiagramme verwendet. Die Konstruktion erfolgt dabei ebenfalls unter Wieder- und Weiterverwendung problemrelevanter Referenzdatenmodelle (z.B. Becker und Schütte (2004) oder auch Scheer (1997)) sowie relevanter, industrieller Standards (z.B. DIN 4991:2006-04). Dies erhöht die Validität des Ergebnisses. Einschränkend muss darauf hingewiesen werden, dass es sich bei der konstruierten Lösung zwar um eine normative aber dennoch Subjekt-gebundene Aussage handelt. Bei Aussagen dieses Typs

handelt es sich zwar um generelle Aussagen, jedoch ohne objektiven Wahrheitswert und subjektiven Wahrheitsanspruch (Chmielewicz 1979, S. 80-120). Zuletzt erfolgte die Evaluation des Beitrags unter Verwendung eines merkmalsbasierten Vergleichs, als Spezialisierung der Beschreibungsmethoden (vgl. Riege et al. 2009). Auf diese Form der Evaluation musste ausgewichen werden, da für die Operationalisierung bzw. Monetarisierung der Kosten für Monitoring und Screening, vergleichbar zur Transaktionskostenkostentheorie, keine geeigneten Verfahren existieren. Auch hier muss einschränkend darauf hingewiesen werden, dass die Auswahl der zum Vergleich herangezogenen Merkmale zweckorientiert geschah und damit ebenfalls einen subjektiven Charakter aufweist.

C. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

1. Wissenschaftliches Personal

Das Projekt wurde von 01.09.2008 bis 28.02.2011 wissenschaftlich bearbeitet. Hierfür waren vom Projektträger in Summe 1,25 Mitarbeiterstellen bewilligt worden:

- (1) 1 Mitarbeiter (75% Stelle) für die Koordinierung, Planung und Durchführung der logistischen Untersuchungen. Qualifikationsanforderungen: Besondere Kenntnisse der Logistik und logistischer Entscheidungen sowie Universitätsausbildung in Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsingenieurwesen, Informatik oder verwandten Gebieten.
- (2) 1 Mitarbeiter (50% Stelle) für die Untersuchung und Erstellung von Produktmodellen und Synchronisationsverfahren unter Einsatz von Methoden und Softwarewerkzeugen der Informationsmodellierung. Qualifikationsanforderungen: Besondere Kenntnisse der Informationsmodellierung sowie Universitätsausbildung in Wirtschaftsinformatik, Informatik, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftswissenschaften oder verwandten Gebieten.

Für die durchgeführten Recherchen und Untersuchungen wurden über die Projektlaufzeit hinweg drei wissenschaftliche Mitarbeiter (TVL-E13) beschäftigt: Katrin Bauer, Achim Klein und Daniel Weiß.

Aufgrund des sehr kurzfristig angekündigten Projektstarts (14.08.2008) zum 01.09.2008 gab es in der Projektanlaufphase Schwierigkeiten kurzfristig, qualifiziertes Personal einzustellen. Als Folge der personellen Unterbesetzung waren Kaskadeneffekte im Hinblick auf die geplanten Start- und Endtermine der aufeinander aufbauenden Arbeitspakete unausweichlich. Aus diesem Grund ist das Projekt bereits 2009 kostenneutral verlängert worden. Da die personelle Unterbesetzung über die gesamte tatsächliche Projektlaufzeit nicht komplett aufgelöst werden konnte (bezogen auf die ursprünglich genehmigte Projektlaufzeit war das Projekt über 60% der Zeit personell nicht vollständig besetzbar), wurde auch nach dem offiziellen Projektende SyncLog für den Zuwendungsgeber kostenneutral weiterbearbeitet bzw. die zugesagten Arbeitsergebnisse durch Mehrarbeit kompensiert. Inklusive der Mehrarbeit entspricht die geleistete Arbeit in vollem Umfang dem begutachteten und bewilligten Antrag und war für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen. Weder entstanden dem Letztzuwendungsempfänger dadurch finanzielle Vor-

teile noch dem Zuwendungsgeber finanzielle Nachteile. Das gesamte Personalbudget wurde in der vorgegebenen und bewilligten Zeit sowie in der vorgegebenen und bewilligten Höhe benötigt und unter der Maßgabe der sparsamen und zielgerichteten Verwendung der Fördermittel verbraucht.

2. Vorhabenbezogenen Aufwendungen der Wirtschaft

Aufgrund der 2009 und 2010 wirtschaftlich dramatisch angespannten Situation in der Automobilwirtschaft konnten nicht, wie geplant, alle ursprünglich vorgesehenen Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses an SyncLog mitwirken. Ferner hatten sich die Geschäftsmodelle der ursprünglich geplanten Projektpartner seit der ersten Antragstellung bis zum tatsächlichen Projekt teilweise deutlich verändert, so dass die Mitwirkung am PA aus inhaltlichen Gründen bzw. inzwischen anders verplanten Kapazitäten vollständig oder teilweise reduziert wurde. Aus diesen Gründen wurde entschieden die Einbeziehung der Unternehmen ausschließlich in Form von Experteninterviews zu organisieren. Die jeweiligen Formulare bzgl. der Aufwendungen der Wirtschaft sowie den Protokollen zu den Ausschusssitzungen wurden bereits vorschriftsgemäß zusammen mit den entsprechenden Zwischenberichten eingereicht und liegen der AiF bzw. BVL vor. Die Arbeitsergebnisse wurden im Rahmen von Expertengesprächen mit den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschuss diskutiert, bewertet und mit den Praxisanforderungen abgestimmt wurden. Damit wurde die Praxistauglichkeit der Lösung abgesichert und ein Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Unternehmen gewährleistet.

Mitwirkende Unternehmen & Verbände:

- Gigatronik Gesellschaft für Automobilelektronik mbH, Stuttgart
- Kompetenzzentrum Logistik e.V. (KLOK), Kornwestheim
- MFG Baden-Württemberg, Stuttgart
- RA Consulting, Bruchsal
- sLAB Informationssysteme, Böblingen
- SALT Solutions GmbH, Dresden
- UST UMWELTSENSORTECHNIK GmbH
- Virtual Dimension Center, Fellbach

D. Ergebnistransfer & Veröffentlichungen

1. Forschung

1. Veröffentlichungen

Weiß, D. (2011): Zur Einreichung bei der Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Univ. Hohenheim vorgelegter, vollständiger Dissertationsentwurf. Arbeitstitel: „Lifecycle-Logistik-Informationssysteme – Anforderungsanalyse und Architekturentwurf“.

Weiß, D.; Scheuermann, A.; Ressel, D.; Kirn, S. (2011): Wissensmodelle zur Lieferantensteuerung in Bauprojekten. Im Erscheinen.

Kaack, J.; Leukel, J.; Kirn, St.: Representing mechatronic products in interorganizational information systems. In: Proceedings of the IFIP TC8 International Conference on Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems (CONFENIS 2007), Peking, China, 14.-16. Oktober 2007, Springer IFIP Vol. 255, S. 949-959.

Kaack, J.; Leukel, J.; Kirn, St.: Lebenszyklusmanagement für mechatronische Produkte in der Automotive Supply Chain. In: 9. Paderborner Frühjahrstagung, Paderborn, 28. März 2007.

Seemann, C.; Kirn, St.: RFID im SCM der Automobilindustrie - Diskussion potentieller Einsatzfelder auf Basis des SCOR-Modells. In: PPS Management Zeitschrift für Produktion und Logistik, Heft 02/2006, S. 25-28.

Der vorliegende Arbeiten können nach Projektabschluss entweder von der Website der Forschungsstelle oder die Bibliothek der Univ. Hohenheim bezogen werden.

2. Projektneuanträge & -synergien

Innitiert durch SyncLog wurden in der Forschungsstelle weitere Forschungsprojekte angestoßen: InterLogGrid & RiskLog.

InterLogGrid (<https://wi2.uni-hohenheim.de/interloggrid.html>)

Gegenstand der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind intermodale Logistiksysteme wie sie auch in der Automobilwirtschaft vorkommen und auch üblich sind. Zielsetzung von InterLogGrid ist es, intelligente Technologien für Logistikunternehmen zu erschließen, um Planungs- und Dispositi-

onsentscheidungen in der intermodalen Logistik deutlich besser als bisher unterstützen zu können. Dazu werden fragmentierte Logistiksysteme und die in diesen ablaufenden logistischen Prozesse und Funktionen in einem Logistik-Grid abgebildet. Es werden transparent zugängliche, rechenintensive Logistikdienste von Service-Providern angeboten. Das Logistik-Grid basiert technisch (u.a. Ressourcen, Basisdienste) auf dem D-Grid. Die konkrete Problemstellung liegt in der Koordination organisatorisch, technisch und räumlich stark verteilter "Prozessfraktale". Für diese sollen generische, wieder verwendbare Grid-Dienste identifiziert und entwickelt werden, um die Koordinationsaufgaben zu unterstützen (bspw. Frachtraumoptimierung, Touren- resp. Routenplanung und intermodales Tracking & Tracing). Der Lösungsansatz von InterLogGrid insgesamt ist Dienstorientierung/IT Service Engineering. Eingenommen wird dabei eine Knowledge-Engineering-Perspektive: Unter Einsatz von Methoden der Geschäftsprozess- und Wissensmodellierung (u.a. SCOR, OWL/RDF) wird die Domänensemantik relevanter Standards, Richtlinien und Geschäftsregeln expliziert und in Ontologien verfügbar gemacht. Unternehmenspartner im Konsortium sind u.a. das Netzwerk Logistik Leipzig-Halle e.V. des Partners AHP, die Logistik-IT-Lösungsanbieter PSI Logistics GmbH und SALT Solutions GmbH (Dresden). In InterLogGrid haben (Vor-)Arbeiten aus SyncLog konkret Weiterverwendung beim Entwurf transportlogistischer Wissensmodelle erfahren (Logistikontologien). Diese sind verfügbar unter: <http://www.interloggrid.org/Logistikontologien>.

RiskLog (Entwicklung eines wissensbasierten Entscheidungsunterstützungssystems zum Supply Chain Risk Management in der Güterverkehrswirtschaft)

Da „Logistik-Risiken“ die mit der Koordination verbundenen Kosten unmittelbar beeinflussen, hatte sich vor dem Hintergrund des laufenden Projektes SyncLog die Notwendigkeit ergeben das Thema „Risikomanagement in der Logistik“ detaillierter zu untersuchen. Zur verbesserten Planungsunterstützung sollte hierfür im Folgeprojekt RiskLog ein weiterer Beitrag zur Hohenheim Logistik-Knowledge-Infrastructure Reduzierung operativer Supply Chain Risiken (z.B. Forderungsausfälle, Kredite, Transportschäden/Haftung) entlang der log. Lieferketten entwickelt werden und operative „Logistik-Risiken“ sowie damit verbundene Eintrittswahrscheinlichkeiten, Schadenshöhen und Gegenmaßnahmen explizit modelliert werden. Das Forschungsvorhaben zielte auf Innovationen in den Bereichen Supply Chain Risk Management und Wissensbasierte Entscheidungsunterstüt-

zungssysteme. In beiden Bereichen bestehen für Software-Hersteller und Software-Anwender erhebliche Markt- und Anwendungspotentiale. Logistik-Software-Hersteller können die entwickelten Modelle im Sinne von Referenzmodellen zur Entwicklung standardisierter Software-Branchenlösungen verwenden. Die Wiederverwendung lässt sowohl bei Neuentwicklungen als auch Kundenanpassungen drastisch sinkende Software-Entwicklungskosten und Time-To-Market-Dauern erwarten, genauso wie eine insg. ansteigende Produktqualität. Logistik-Software-Anwender können die u.a. branchenspezifischen Organisation-, Task- oder auch Communication-Modelle zur Organisationsgestaltung, also dem Aufbau eines multidimensionalen Supply Chain Risk Managements, und Optimierung betrieblicher Abläufe nutzen. Für Projektinitiative konnten auf für den Projektbegleitenden Ausschuss Verbände und Unternehmen sowohl auf Seiten von Software-Herstellern und Software-Anwendern gewonnen werden: Wirtschaftsinitiative Baden-Württemberg: Connected e.V., Virtual Dimension Center, SALT Solutions GmbH und KLOK Kooperationszentrum Logistik e. V.

3. Zur Evaluation der Projektergebnisse und zum Zweck des Ergebnistransfer wurden nach offiziellem Projektende (im Zeitraum März bis Juni 2011) noch weitere Expertengespräche
 - a. mit Mechatronik-Herstellern der Automobilwirtschaft (diese wurden über das Kompetenzzentrum Mechatronik e.V. organisiert)
 - b. mit Mechatronik-Herstellern der Bau- und auch Transportwirtschaft (mit einem vergleichbarem Grundsatzproblem)geführt. Die entsprechenden Dokumentationsnachweise liegen dem Zuwendungsgeber vor.

2. Lehre

1. Die unterrichtsrelevanten SyncLog Ergebnisse finden kontinuierlich Einzug in das Lehrprogramm der Forschungsstelle. Davon betroffen waren/sind im Besonderen die Veranstaltungen „Informationssysteme für die kundenindividuelle Produktion“, „Service Engineering“ und „E-Business“. Die Vorlesungen sind Gegenstand des M.Sc.-Studiengangs Wirtschaftsinformatik der Universitäten Hohenheim und Stuttgart sowie der B.Sc.-Studiengänge Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftswissenschaften. Durchschnittlich bilden wir in speziell diesen Veranstaltungen jedes Semester mehrere Dutzend Studierende aus.

2. Zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses wurden zur Projektlaufzeit folgende Projekt-bezogene Abschlussarbeiten betreut.

Schneider, C. (2009) Entwurf eines Logistik-spezifischen Produktdatenmodells für mechatronische Produkte. Diplomarbeit, Univ. Hohenheim

Gegenstand der Arbeit von Frau Schneider waren Wissensmodelle zur Beschreibung mechatronischer Produkte. Da State-of-the-Art Produkt- bzw. Wissensmodelle typischerweise nicht spezifisch zur Beschreibung mechatronische Produkte entwickelt wurden und sich diese ferner in der Art und Anzahl berücksichtigter Konzepte unterscheiden, entwarf Frau Schneider unter Verwendung einer Referenzmodell-Perspektive ein Logistik-spezifisches Produktdatenmodell speziell für mechatronische Produkte. Unter einer dann einheitlichen, standardisierten Produktbeschreibung ermöglicht dieses einen vereinfachten Informationsaustausch entlang der Lieferkette und damit verbundene reduzierte Kosten zur Koordination bzw. Lieferantensteuerung.

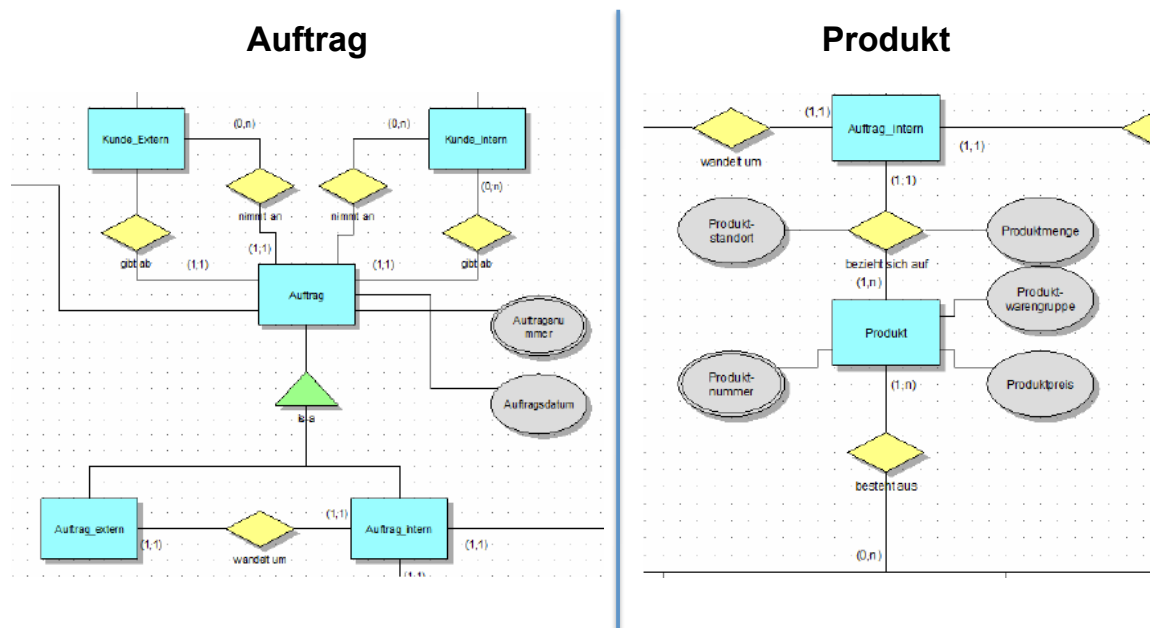


Abb. 32 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 1 (Schneider)

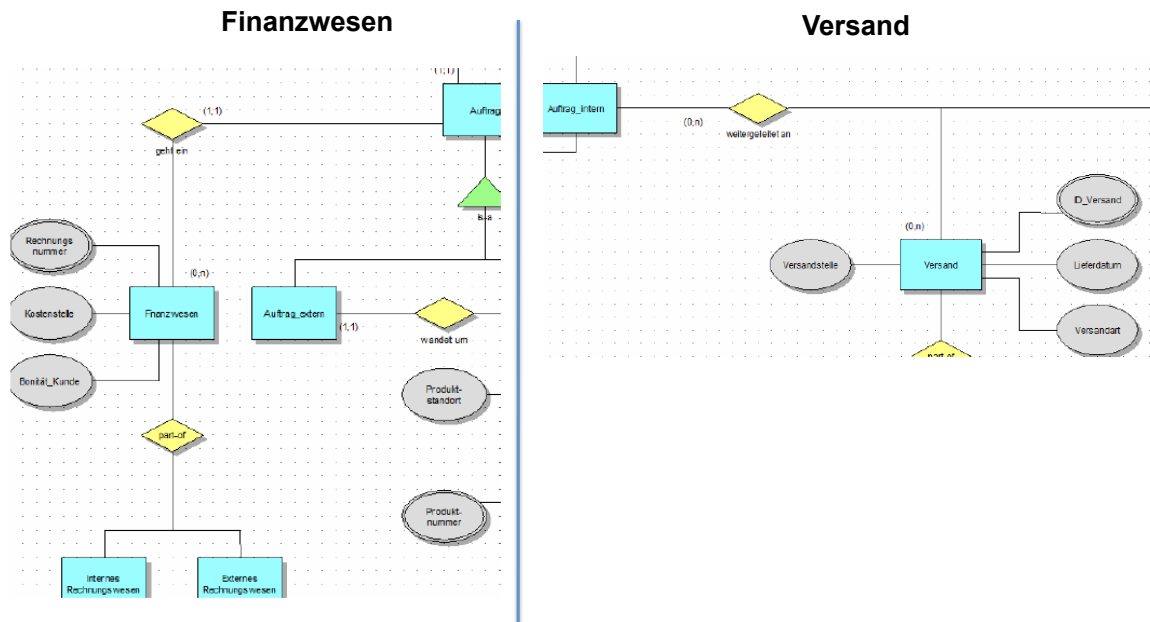


Abb. 33 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 2 (Schneider)

Bauer, K. (2009) Weiterentwicklung der regelbasierten Komplexstückliste zur Unterstützung ersatzteillogistischer Entscheidungen. Diplomarbeit, Univ. Hohenheim

Gegenstand der Arbeit von Frau Bauer war die regelbasierte Komplexstückliste als Methode zur Modellierung variantenreicher Erzeugnisse. Trotz der Tatsache, dass die regelbasierte Komplexstückliste die wesentlichen Nachteile der klassischen Stücklistenformen (Redundanz- und Handhabungsprobleme) beseitigt und damit eine effizientere Abbildung variantenreicher Erzeugnisse ermöglicht, weist sie zur Beantwortung logistischer Fragestellungen eine Reihe von Problemen auf: Zwar gibt sie für sämtliche Teile technische Verbaubedingungen in Form von booleschen Ausdrücken an, die den Einbau des richtigen Teils sicherstellen, beinhaltet jedoch keinerlei Informationen bzw. Regeln, die gleichzeitig eine unter logistischen Gesichtspunkten effiziente Teileauswahl bzw. Beschaffung im Fall mehrerer Vorlieferanten, gewährleistet. Um insbesondere auch bei hoher Varietät eine vorgegebene Performance der Lieferkette im Sinne einer Maximierung des Lieferservicegrads bei gleichzeitiger Minimierung der Logistikkosten sicherzustellen, müssen in die Stückliste weitere logistikrelevante Informationen integriert werden. Zur Entwicklung eines entsprechenden Lösungsbeitrags wurde in der Arbeit hierfür eine Method Engineering Perspektive eingenommen. Die Ableitung der logistikrelevanten Anforderungen und die Entwicklung einer logistik-spezifischen Weiterentwicklung

der regelbasierten Komplexstückliste erfolgt dabei anhand eines ersatzteil-logistischen Szenarios für mechatronische Produkte.

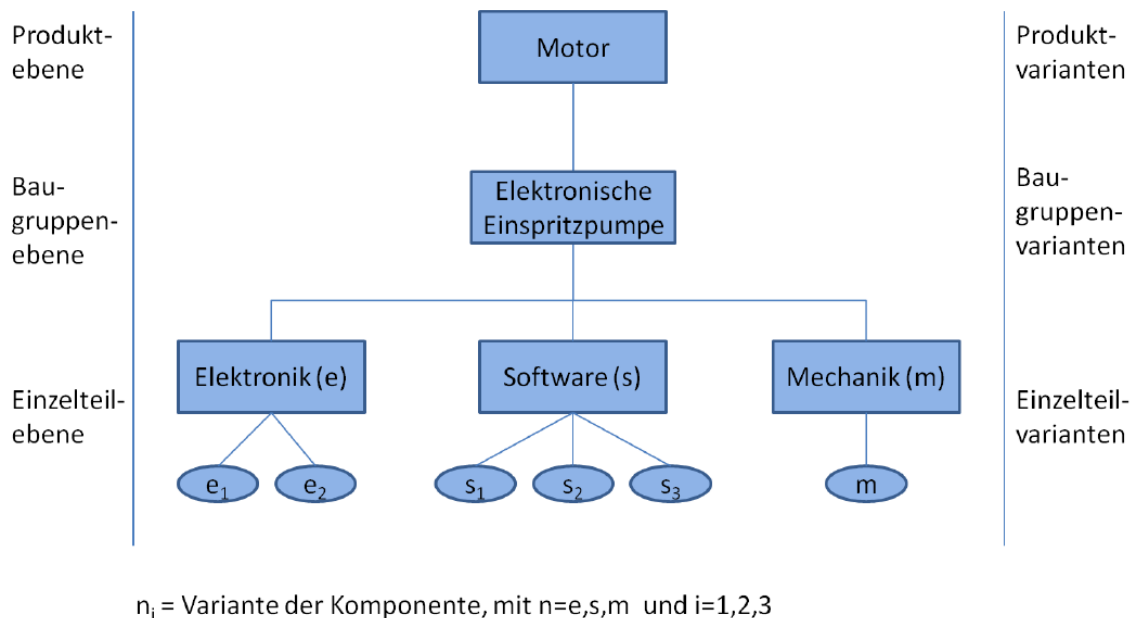


Abb. 34 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 1 (Bauer)

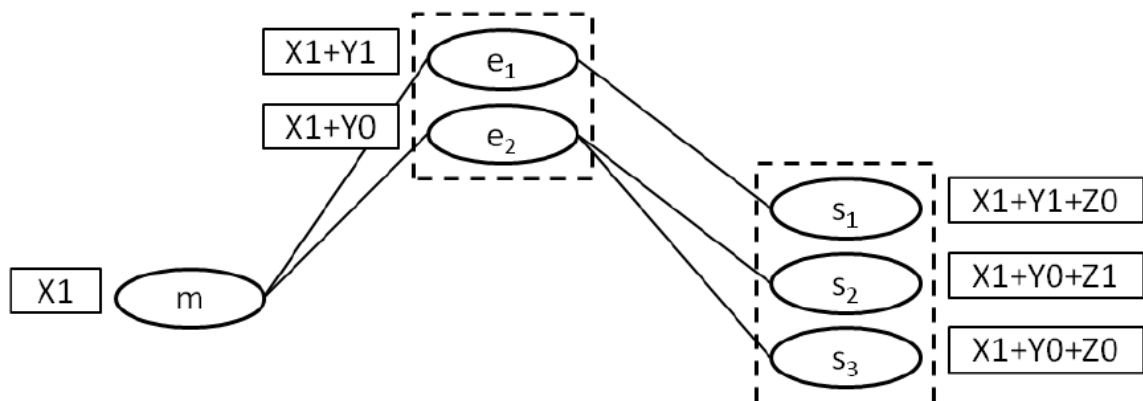


Abb. 35 Logistik-Produktdatenmodell mechatronischer Produkte - Auszug 2 (Bauer)

Dompson, F. (2010): Beitrag von Multiagenten-Simulationssystemen zum Supply Chain Risk Management – Literaturanalyse ausgewählter Zeitschriften der WKWI-WI-Orientierungsliste. Bachelorarbeit, Univ. Hohenheim

Gegenstand der Arbeit von Herrn Dompson war das Supply Chain Risk Management. Angelehnt an Kersten (2008) werden darunter alle Methoden, Prozesse und Technologien zusammengefasst, die auf institutioneller und technischer Ebene dazu beitragen Risiken innerhalb logistischer Sy-

systeme zu erkennen, analysieren und prognostizieren. Da es sich bei mehrstufigen Lieferketten um komplexe Systeme mit einer Vielzahl ökonomischer Wirkungszusammenhänge handelt, kann eine Prognose des Verhaltens der darin agierenden Akteure, bzw. das sich daraus ableitende Risiko, gerade auch in Einkauf & Beschaffung, bereits bei mittelgroßen Wertschöpfungssystemen mit analytischen Mitteln nicht mehr in endlicher Zeit erfolgen. Einen entsprechenden Lösungsbeitrag könnten jedoch Multiagenten-Simulationssysteme leisten. Zur Untersuchung welchen Beitrag Multiagenten-Simulationssysteme bislang (2000-2010) zum Risikomanagement logistischer Systeme geleistet haben, wählte die Arbeit eine empirische Perspektive. Unter Verwendung der (quantitativen) Inhaltsanalyse (Früh 2007) wurde untersucht, wie häufig Multi-Agenten-Simulationen bislang zum Risikomanagement logistischer verwendet wurden sowie welcher Forschungsansatz den Arbeiten zugrunde gelegt wurde.

Biesdorf, B. (2010) Intelligente Informationssysteme - Vergleichende Darstellung ausgewählter Interpretationen. Bachelorarbeit, Univ. Hohenheim

Gegenstand der Arbeit von Herrn Biesdorf waren Intelligente Informationssysteme. Da sich eine einheitliche und akzeptierte Definition des Begriffs „Intelligentes Informationssystem“ bisher weder in der Theorie noch in der Praxis herausgebildet hat (Mechler 1995, S. 16; Ohsuga 1998, S. 364) eine heterogene Begriffslandschaft Intelligen Informationssysteme anhand unterschiedlichster Eigenschaften beschreibt, wurde unter Verwendung der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2008), die vorhandenen Auffassungen des Begriffs „Intelligente Informationssysteme“ untersucht. Mit Hilfe dieser Methoden lassen sich Texte aufgrund ihrer Aussage zu einem bestimmten zu untersuchenden Thema analysieren, die Aussagen auf ihren Kern reduzieren und gleiche oder ähnliche Aussagen zusammenfassen.

3. Sonstiges

Projektbegleitend wurde zur Präsentation des Projektes eine entsprechende Website aufgebaut, um das Projekt, mit seinen Zielen und Ergebnissen, zu präsentieren.

E. Leitfaden Expertengespräche

1. Allgemeine Fragen zum Unternehmen

Frage 1: Wieviele Mitarbeiter beschäftigt ihre Organisation weltweit (kaufmännisch/gewerblich)?

.....

Frage 2: Welchen Umsatz hat ihre Organisation im zurückliegenden Geschäftsjahr erzielt?

☐ > 125 mio. €

☐ <= 125 mio. €

Frage 3: An wie vielen Standorten ist ihre Organisation weltweit angesiedelt?

.....

2. Fragen zum Wertschöpfungssystem

Leistungen

Frage 4: Welche Art Produkt oder Dienstleistung bieten sie an? (Mehrere Antworten möglich.)

☐ Mechanische Bauteile

☐ Sensoren

☐ Aktoren

☐ Steuergeräte

☐ Embedded Software

☐ Bestandsmanagement

☐ Transport-, Lager- und Umschlaglogistik

☐ Verzollung

☐ Qualitätskontrollen

☐ Finanzdienstleistungen

☐ Logistikberatung (Unternehmenssoftware/IT-Beratung; Prozessmanagement)

☐ Sonstiges:.....

Frage 5: In welchen Branchen bieten Sie ihre Produkte und Dienstleistungen an? (Mehrere Antworten möglich.)

☐ Automobilwirtschaft

☐ Elektronik-/Elektroindustrie

☐ Handel

☐ Informations-/Telekommunikationsbranche

- ☐ Maschinen-/Anlagenbau
- ☐ Transport-, Lager- und Umschlaglogistik
- ☐ Sonstiges:.....

Frage 6: In welchen Absatzgebieten bieten Sie ihre Produkte und Dienstleistungen vornehmlich an?
(Mehrere Antworten möglich.)

- ☐ Deutschland
- ☐ Europa
- ☐ Nord-Amerika (NAFTA-Staaten)
- ☐ Süd- und Mittelamerika
- ☐ Asien
- ☐ Sonstiges:.....

Frage 7: Vertreiben Sie diese Leistungen gegenüber ihren Kunden integral als Einzelteile oder modular als Baugruppen? (Mehrere Antworten möglich.)

- ☐ Einzelteil
- ☐ Baugruppe
- ☐ Beides
- ☐ Sonstiges:.....

Frage 8: Wieviele Varianten bieten Sie durchschnittlich bezogen auf ihre jeweiligen „Grundprodukte“ in ihren Absatzmärkten/Branchen an?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Frage 9: In welchen Zeitabständen verändert sich Ihr Produktsortiment bzw. kommt es zur Bildung neuer Versionen bzw. Varianten? Wie häufig kommt es zur Löschung von Produkten aus ihren Produktsortiment (Bauteilabkündigungen)?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Akteure

Frage 10: Welche Rolle nimmt ihre Organisation entlang einer Automotive Supply Chain ein (Mehrere Antworten möglich.)

- ☐ (Groß)Händler
- ☐ Primärprodukthersteller
- ☐ Gebundener Teilehersteller
- ☐ Ungebundener Teilehersteller
- ☐ n-tier Lieferant
- ☐ Sonstiges:.....

Frage 11: Wieviele Lieferanten haben Sie zu kontrollieren? Wieviele Mitarbeiter stehen hierfür durchschnittlich im Rahmen des Einkaufs und der Disposition zur Verfügung?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Frage 12: Wieviele Kunden beliefern Sie? Wieviele Mitarbeiter stehen für die Bearbeitung von Kundenanfragen im Rahmen des Sales zur Verfügung?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Methoden

Leistungen

Frage 13: Ist ihre Organisation zertifiziert? Wenn ja, nach welchen Standards? Wie machen Sie diese Information ihren Kunden zugänglich (Mehrere Antworten möglich.)

- ☐ VDA 6.3
- ☐ ISO 9000
- ☐ ISO 14001
- ☐ TS 16949

- ☐ (Automotive) SPICE
- ☐ CMMI
- ☐ Sonstiges:.....

Frage 14: Entwickeln Sie ihre Produkte und Dienstleistungen unter Berücksichtigung des AUTOSAR-Standards?

- ☐ ja
- ☐ nein
- ☐ Sonstiges:.....

Frage 15: Aus welchen Prozessschritten setzen sich in ihrer Organisation Produkt- bzw. Prozessänderungsänderungs- und Freigabeprozesse zusammen? Wer ist daran beteiligt und welche Dokumente werden hierbei erstellt?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Frage 16: Auf welche Weise synchronisieren Sie die Produktlebenszyklen ihrer Lieferanten bzw. ihrer Kunden mit ihren eigenen Produktlebenszyklen?

Auf welche Weise ist ihre Organisation, zur Sicherstellung der Produktinteroperabilität, in Freigabe- bzw. Produktänderungsprozesse ihrer Kunden bzw. Lieferanten involviert? An welcher Stelle ist diese Aufgabe organisatorisch verankert? Wie reagieren Sie selbst auf Bauelementabkündigungen ihrer Lieferanten?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Frage 21: Welche Maßnahmen treffen Sie im Fall einer Langzeiteinlagerung zum Schutz ihrer Produkte? Verlangen Sie dieses auch von ihren Lieferanten?

☐ Drypacks

☐ Stickstofflagerung

☐ Sonstiges:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Software-Werkzeuge

Frage 22: Welche Softwarelösungen (z.B. SAP R3; CATIA) verwenden Sie für die folgenden Aufgaben? Welche Softwarelösungen verwenden Sie speziell zum Dokumenten- und Konfigurationsmanagement?

☐ Produktentwicklung:

☐ Angebotserstellung:

☐ Materialwirtschaft:

☐ Sonstiges:

Frage 23: Nutzen Sie zum Zweck der Beschaffung oder Vertriebs elektronische Marktplätze (z.B. Supply-On; Covisint)?

.....

.....

.....

.....

.....

Frage 24: Nutzen Sie standardisierte Produktklassifikationssysteme (z.B. eClass) zur Beschreibung ihrer Leistungen? Wenn ja, welche?

.....

.....

.....

.....

.....
.....

Frage 25: Sind ihre Softwarelösungen miteinander gekoppelt?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Frage 26: Welche der folgenden Use-Cases unterstützen ihre Softwarelösungen derzeit bereits im Rahmen des Beschaffungsprozesses?

- ☐ Empfehlung eines Teile-spezifisch geeignete Beschaffungsverfahren (Einzelbeschaffung im Bedarfsfall vs. Vorratsbeschaffung)
- ☐ Empfehlung konkreter Bestellvorschläge (Originalbauteile vs. Identteil)
- ☐ Empfehlung geeigneter Lieferanten
- ☐ Empfehlung hinsichtlich der Warenannahme/-ablehnung im Rahmen des Wareneingangs sowie die Empfehlung von Schadensanzeigen (§438 HGB) im Einzelfall
- ☐ Empfehlung geeigneter Lagerplätze und Lagerhaltungsstrategien
- ☐ Empfehlung zu prüfender Rechnungsvorgänge
- ☐ Sonstige:.....

F. Quellenverzeichnis

- A -

Accenture (2003) Service Management: Building Profits after the Sale. Supply Chain Management Perspectives.

Adam D (1993) Flexible Fertigungssysteme (FFS) im Spannungsfeld zwischen Rationalisierung, Flexibilisierung und veränderten Fertigungsstrukturen. Adam D (Hrsg.): Flexible Fertigungssysteme. Wiesbaden, S 5-28

Ahlert D, Flocke H-J (1982) Rechtliche Aspekte der Kundendienstpolitik. In: Meffert H (Hrsg.): Kundendienstpolitik-Management – Entwicklungsstand und Entscheidungsprobleme der Kundendienstpolitik. Frankfurt, S 237-293

Alparslan A (2006) Strukturalistische Prinzipal-Agent-Theorie. Eine Reformulierung der Hidden Action Modelle aus der Perspektive des Strukturalismus. Dissertation, Universität Duisburg-Essen

Anandarajan, M.; Anandarajan, A.; Srinivasan, C.A. (2004): Business Intelligence Techniques. Berlin

Arnold D, Isermann H, Kuhn A, Furmans K, Tempelmeier H (2008) Handbuch Logistik. 3. Aufl, Berlin

Arnold V, Dettmering H, Engel T, Karcher A (2005) Product Lifecycle Management beherrschen. Ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand. Berlin

Axelsson J (2001) Methods and Tools for Systems Engineering of Automotive Electronic Architectures. Proceedings design, automation and test in Europe. München, S. 114 -115

- B -

Bauer K (2009) Weiterentwicklung der regelbasierten Komplexstü ckliste zur Unterstützung ersatzteillogistischer Entscheidungen. Diplomarbeit Univ. Hohenheim, Stuttgart

Bergemann D, Välimäki J (2003) Dynamic Common Agency. In: Journal of Economic Theory 111 (1): 23-48.

Bond EW, Gresik TA (1997) Competition between Asymmetrically Informed Principals. In: Economic Theory 10 (o.A.): 227-240.

Borst P, Akkermans H (1997) Engineering ontologies. Int . J . Human – Computer Studies 46 (o.A.): 365 - 406

Bothe T (2003) Planung und Steuerung der Ersatzteilversorgung nach Ende der Serienfertigung. Dissertation, Technische Universität Braunschweig

Busse von Colbe W, Hamann P, Laßmann G (1992) Betriebswirtschaftstheorie. 2. Band: Absatztheorie. 4. Aufl., Berlin

Busse von Colbe W, Hamann P, Laßmann G (1991) Betriebswirtschaftstheorie. 1. Band: Grundlagen, Produktions- und Kostentheorie. 5. Aufl., Berlin

- C -

Chamoni, P.; Gluchowski, P. (2004): Integrationstrends bei Business-Intelligence-Systemen. In: Wirtschaftsinformatik (46) 2, S. 119-128.

Cheung, W.; Leung, L.C.; Tam, P.C.F. (2005): An intelligent decision support system for service network planning. In: Decision Support Systems 39 (3), S. 415-428.

Chmielewicz K (1979) Forschungskonzeptionen der Wirtschaftswissenschaft. 2. Aufl., Stuttgart

- D -

Dietrich A (2007) Informationssysteme für Mass Customization: Institutionenökonomische Analyse und Architekturentwicklung. Wiesbaden

- E -

eCl@ss e.V.: Search for classes, properties and values. <http://www.eclass.de/Home/Search-in-eCl@ss/3463,en.html?no=intro> (Abruf am 28.01.2011)

Efraim E, Sharda R, Delen D. (2011) Decision support and business intelligence systems. 9. Aufl., Upper Saddle River.

Eigner M, Stelzer R (2009) Product Lifecycle Management: Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management. 2. Aufl., Berlin

- F -

Ferstl OK, Sinz EJ (2008) Grundlagen der Wirtschaftsinformatik. 6. Aufl., München

Fettke P, Loos P (2004) Referenzmodellierungsforschung. Zeitschrift Wirtschaftsinformatik o.A. (5): 331-340

Fisher M, Ramdas K, Ulrich K (1999) Component Sharing in the Management of Product Variety: A Study of Automotive Braking Systems. Management Science 45 (3), S. 297-315.

Flath M, Kespohl HD, Möhringer S, Oberschelp O (2000) Entwicklung mechatronischer Systeme. In: Gausemeier J, Lückel J (Hrsg.) Entwicklungsumgebungen Mechatronik. Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung mechatronischer Systeme. Karlsruhe

Frank U (2006) Evaluation of Reference Models. Fettke P, Loos P (Hrsg.) Reference Modeling for Business Systems Analysis. London, pp 118-140

Frese E, Heppner K (1995) Ersatzteilversorgung. Strategie und Organisation. München

- G -

Gausemeier J (2000) Einführung in die Mechatronik. In: Gausemeier J, Lückel J (Hrsg.) Entwicklungsumgebungen Mechatronik. Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung mechatronischer Systeme. Karlsruhe

Gehrke M (2005) Entwurf mechatronischer Systeme auf Basis von Funktionshierarchien und Systemstrukturen. Dissertation. Universität Paderborn.

Grabowski H, Anderl R., Polly A (1993) Integriertes Produktmodell, Beuth

Grimm K (2003) Software Technology in an Automotive Company – Major Challenges. Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering. Portland, S 498-505

Grossman SJ, Hart OD (1983) An Analysis of the Principal-Agent-Problem. IEconometrica 51 (o.A.): 7-45.

Gronau, N. (2010) Enterprise Resource Planning. Architektur, Funktionen und Management von ERP-Systemen. 2. Aufl., München

Gürmann K, Laue R; Schreiber K (1986) Ersatzteilwirtschaft. Berlin

- H -

Hagen, M (2003) Methoden, Daten- und Prozessmodell für das Ersatzteilmanagement in der Automobilelektronik. Dissertation. Technische Universität Dresden. Dresden

Harashima F, Tomizuka M, Fukuda T (1996) Mechatronics – „What Is It, Why, and How?“. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics 1 (1): 1-4

Heimann B, Gerth W, Popp K (1998) Mechatronik, Komponenten – Methoden – Beispiele. München

Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly 28 (1): 75-105

Hill W, Fehlbaum R, Ulrich P (1994) Organisationslehre 1. Ziele, Instrumente und Bedingungen der Organisation sozialer Systeme. Bern

Hoffmann J (2007) Taschenbuch der Messtechnik. 5. Aufl., Leipzig

- I -

Ihde G B (1999) Ersatzteillogistik: Grundlagen und empirische Ergebnisse. München

Isermann R (1999) Mechatronische Systeme – Grundlagen. Berlin

Iyer AV, Schwarz LB, Zenios SA (2005) A Principal-Agent Model for Product Specification and Production. Management Science 51 (1):106-119.

- J -

Jiang Z, Benbasat I (2004) Virtual Product Experience: Effects of Visual and Functional Control of Products on Perceived Diagnosticity and Flow in Electronic Shopping. Journal of Management Information Systems 21 (3): 111-147

- K -

Kemper, H.-G.; Baars, H.; Mehanna, W. (2010): Business Intelligence – Grundlagen und praktische Anwendungen. Eine Einführung in die IT-basierte Managementunterstützung. 3. Aufl., Wiesbaden.

Kestel R (1995) Variantenvielfalt und Logistiksysteme. Ursachen, Auswirkungen, Lösungen. Wiesbaden

Kindel O, Friedrich M (2009) Softwareentwicklung mit AUTOSAR: Grundlagen, Engineering, Management in der Praxis. Heidelberg

Kirn, S. (2008): Individualization Engineering. Göttingen

Klein, S.; Szyperski, N. (2003): Referenzmodell zum Electronic Commerce. <http://www.bfit.uni-koeln.de/10509.html>, Abruf am 27.02.2011

Kopsidis RM (1997) Materialwirtschaft: Grundlagen, Methoden, Techniken, Politik. 3. Aufl., Leipzig

Koch S (2004) Lebenszyklusorientierte Ersatzteillogistik in Hersteller-Anwender-Kooperationen. Dissertation, Universität Bremen

Kopsidis RM (1997) Materialwirtschaft: Grundlagen, Methoden, Techniken, Politik. 3. Aufl., Leipzig

Kräkel M (2007) Organisation und Management. Neue ökonomische Grundrisse. 3 Aufl., Tübingen

Krcmar, H. (2009): Informationsmanagement. 5. Aufl., Berlin.

- L -

Laßmann A (1992) Organisatorische Koordination. Konzepte und Prinzipien zur Einordnung von Teilaufgaben. Wiesbaden

Leavitt HJ (1951) Some effects of certain communication patterns on group performance. Journal of Abnormal and Social Psychology 46: 38-50

Leukel J, Jacob A, Karänke P Kirn S, Klein A (2011) Individualization of Goods and Services: Towards a Logistics Knowledge Infrastructure for Agile Supply Webs. In: PROCEEDINGS OF THE 25 AAAI CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE. San Francisco. Im Druck.

Leukel J (2004) Katalogdatenmanagement im B2B E-Commerce. Köln.

Li J (2003) Die Beherrschung der Variantenvielfalt im Vertriebsprozess mit Hilfe des Variantenkonfigurators am Beispiel der Implementierung der SAP R/3 Varianten-konfiguration. Dissertation. Mannheim

Linton J (1999) Electronic products at their end-of-life – options and obstacles. Journal of Electronics Manufacturing 1 (9): 29-40

Lückel J, Koch T (2000) Mechatronik als integrative Basis für innovative Produkte, in: VDI-Tagung: Mechatronik - Mechanisch/Elektrische Antriebstechnik, 29./30. März 2000, Wiesloch; VDI-Verlag, Düsseldorf.

- M -

MacDuffie JP, Sethuraman K; Fisher ML (1996) Product Variety and Manufacturing Performance: Evidence from the International Automotive Assembly Plant Study. In: Management Science 42 (3), S. 350-369.

Maringer A (1992) Lebenszyklus-Modell einer High-Tech-Industrie, Analyse von Wachstumsverläufen und shake-out in der Computerindustrie. Dissertation, Universität der Bundeswehr München

Meyna A (1994) Qualitäts- und Zuverlässigkeitsmanagement. Braunschweig, Wiesbaden

Mishra DP, Heide JB, Cort SG (1998) Information Asymmetry and Levels of Agency Relationship. In: Journal of Marketing Research 35 (3), S. 277-295.

- N -

Nelson P (1973) Advertising as information. Journal of Political Economy 83 (3): 729-754

- O -

Österle H, Becker J, Frank U, Hess T, Karagiannis D, Krcmar H, Loos P, Mertens P, Oberweis A, Sinz EJ (2011): Memorandum on design-oriented information systems research. In: European Journal of Information Systems 20(1): 7-10

- P -

Pauli B (1998) Zuverlässigkeitsprognosen für elektronische Steuergeräte im Kraftfahrzeug: Modellbildungen und deren praktische Anwendungen. Dissertation, Bergische Universität-Gesamthochschule Wuppertal

Pavlou PA, Liang H, Xue Y (2007) Understanding and Mitigating Uncertainty in Online Exchange Relationships: A Principal-Agent Perspective. MIS Quarterly 31 (1): 105-136

Pfohl H-C (2010) Logistiksysteme: betriebswirtschaftliche Grundlagen. 8 Aufl., Heidelberg

Pfohl HC (1991) Ersatzteil-Logistik. Zeitschrift für Betriebswirtschaft 9 (61): 1027-1044

Piller F (2007) Observations on the present and future of mass customization. Flexible Services and Manufacturing Journal (Formerly: The International Journal of Flexible Manufacturing Systems), 19 (4): 630-636.

Piller F (2006) Mass Customization: Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter. 4. Aufl., Wiesbaden.

Porter ME (1980) Competitive Strategy. New York

- R -

Reichwald R, Piller FT (2009) Interaktive Wertschöpfung: Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung. 2 Aufl. Wiesbaden

Riege C, Saat J, Bucher T (2009) Systematisierung von Evaluationsmethoden in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Becker J, Krcmar H, Niehaves B (Hrsg.) Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Heidelberg, S 68-86

Rupp C (2007) Requirements –Engineering und Management. 4. Aufl. München

Russel, S.; Norvig, P. (2009): Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3. Aufl., Upper Saddle River.

- S -

Schäuffele J, Zurawka T (2003) Automotive Software Engineering – Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge. Wiesbaden

Scheer. A.-W. (1997): Wirtschaftsinformatik – Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse. 7. Aufl., Berlin.

Schichtel M (2002) Produktdatenmodellierung in der Praxis. München

Schneeweiß C, Kühn M (1990) Zur Definition und gegenseitigen Abgrenzung der Begriffe Flexibilität, Elastizität und Robustheit. In: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (zfbf) 42 (5), S. 378-395.

Schulz E (1977) Grundlagen der Planung von Ersatzteilmfertigungen. Stuttgart

Schütte R (1998) Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung – Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle. Wiesbaden

Shaw ME (1964) Communication networks. In: Berkowitz L (Hrsg.) Advances in Experimental Social Psychology 6. New York, o.A.

Supply Chain Council (2010) Supply Chain Operations Reference Model (SCOR). Version 10.0. Cypress (USA)

Studer R, Benjamins R, Fensel D (1998) Knowledge Engineering: Principles and Methods. Data & Knowledge Engineering 25 (1-2):161-197

- T -

Teepe G (2000) Maßnahmen zur Steigerung der Innovationsgeschwindigkeit in der Automobilelektronik ein Vergleich mit der Computerindustrie. In: VDI Berichte Nr 1547. Düsseldorf, S 439-446

Tempelmeier H (2006) Material-Logistik : Modelle und Algorithmen für die Produktionsplanung und -steuerung in Advanced Planning-Systemen. 6. Aufl., Berlin

Thonemann U (2010) Operations management: Konzepte, Methoden und Anwendungen. 2. Aufl., München

Thonemann U (2005) Supply Chain Excellence im Handel : Trends, Erfolgsfaktoren und Best-Practice-Beispiele. Wiesbaden

Trapp T (2000) Ersatzteillogistik für Kfz-Logistik aus Sicht eines Automobilzulieferers. In Effiziente Ersatzteillogistik. VDI-Bericht 1573. Düsseldorf.

Tränkler HR, Obermeier E (1998) Sensortechnik – Handbuch für Praxis und Wissenschaft. Berlin

- V -

van Heijst, G.; Schreiber, Th.; Wielinga, B.J. (1997) Using Explicit Ontologies in KBS Development. International Journal of Human-Computer Studies, 46(2/3):183-292

Vahrenkamp R, Mattfeld DC (2007) Logistiknetzwerke: Modelle für Standortwahl und Tourenplanung. Wiesbaden

Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) (2004) Future Automotive Industry Structure (FAST) 2015 – die neue Arbeitsteilung in der Automobilindustrie. Frankfurt am Main

Voss H (2006) Lifecycle Logistics. Der Weg zur produktlebenszyklusorientierten Ersatzteillogistik. Bern

- W -

Weiber R, Adler J (1995) Informationsökonomisch begründete Typologisierung von Kaufprozessen. Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung (ZfbF) 47 (1): 43-65

Wilkes W (1987) Der Versionsbegriff und seine Modellierung in CAD/CAM-Datenbanken. Dissertation. Fernuniversität Hagen. Hagen.

- Z -

Zelewski S (2007) Kann Wissenschaftstheorie behilflich für die Publikationspraxis sein? Eine kritische Auseinandersetzung mit den "Guidelines" von Hevner et al. In: Lehner F, Zelewski S (Hrsg.): Wissenschaftstheoretische Fundierung und wissenschaftliche Orientierung der Wirtschaftsinformatik. Berlin, S 71-120