

Name der Forschungsstelle(n)

IGF-Vorhaben-Nr. / GAG

01.08.2008 - 31.07.2010

Bewilligungszeitraum

## Schlussbericht für den Zeitraum : 01.08.08 - 31.07.10

zu dem aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



geförderten IGF-Forschungsvorhaben

Normalverfahren

Fördervariante ZUTECH

Forschungsthema :

Entwicklung einer Methode zur Planung und Steuerung von Produkt- und Baugruppenausläufen in Lieferketten der Elektronikindustrie (ALEKS)

Für ein ZUTECH-Vorhaben sind folgende zusätzliche Angaben zu machen:

Der fortgeschriebene Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

ist beigefügt

liegt bereits vor

wird fristgerecht nachgereicht

Hannover, 15.10.2010

Ort, Datum

Unterschrift der/des Projektleiter(s)

## Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Auslaufplanung in Lieferketten der Elektronikindustrie“ wurde eine Methode zur auslaufkostenminimalen Terminierung, zur Planung und zum Controlling lieferkettenübergreifender Produkt- und Baugruppenausläufe in der Elektronikindustrie entwickelt, die insbesondere von mittelständischen Unternehmen aufwandsarm angewendet werden kann. Der Produktauslauf wird anhand der vorliegenden Rahmenbedingungen des Marktes und der Lieferkette (z. B. Beschaffungslosgrößen) terminiert. Weiterhin wurden Modelle entwickelt, um mögliche kostenintensive Restbestände in der Lieferkette gezielt zu reduzieren. Die Planung des Auslaufs für die gesamte Lieferkette erfolgt mit Fortschrittszahlen, so dass die auslaufrelevanten Prozesse der Lieferkettenpartner aufeinander abgestimmt und nicht benötigte Restbestände unter Aufrechterhaltung der Lieferfähigkeit vermieden werden. Mit dem Fortschrittszahlenkonzept wird auch das Controlling des Auslaufs in der Lieferkette realisiert. Das entwickelte Auslaufkostenmodell unterstützt bei der umfassenden Bewertung des Auslaufs. Mit der transparenten Darstellung aller Kosten und Nutzen einer gemeinsamen Planung sowie der entwickelten Maßnahmen sind die Grundlagen für ein auslaufspezifisches Kompensationsmodell für Lieferketten geschaffen. Die Methode zur Auslaufplanung in Lieferketten wurde in einem softwaretechnischen Demonstrator umgesetzt.

Ziel dieses Forschungsprojektes war die Entwicklung einer Methode zur lieferkettenübergreifenden Planung und Steuerung von Produkt- und Baugruppenausläufen in der Elektronikindustrie, die insbesondere von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) aufwandsarm angewendet werden.

**Das Ziel des Forschungsprojekts „Auslaufplanung in Lieferketten der Elektronikindustrie“ wurde erreicht.**

Das Forschungsvorhaben wurde von der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. betreut und über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF) aus Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) für die Projektlaufzeit vom 01.08.2008 bis 31.07.2010 gefördert. Für diese Förderung und Unterstützung sei gedankt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung</b> .....	<b>7</b>
1.1. Anlass für den Forschungsantrag .....	7
1.2. Produktausläufe – Grundlagen .....	8
<b>2. Gegenüberstellung der angestrebten Teilziele und der erzielten Ergebnisse</b> .....	<b>10</b>
<b>3. Darstellung der erzielten Ergebnisse</b> .....	<b>15</b>
3.1. Arbeitspaket 1: Analyse von Lieferkettenstrukturen in der Elektronikindustrie und Aufnahme von konkreten Problemstellungen der beteiligten Unternehmen...	15
3.2. Arbeitspaket 2: Entwicklung eines logistischen Auslaufkostenmodells für die erfassten Lieferkettenstrukturen.....	19
3.3. Arbeitspaket 3: Methode zur Planung und Terminierung eines verketteten Auslaufs für Lieferkettenstufen.....	21
3.4. Arbeitspaket 4: Methode zur Steuerung und dem Controlling eines geplanten Auslaufes .....	39
3.5. Arbeitspaket 5: Anpassung eines Kompensationsmodells zum Auslaufkostenausgleich zwischen Lieferkettenstufen .....	42
3.6. Arbeitspaket 6: Entwicklung eines softwarebasierten Demonstrators zur Validierung der Methode.....	48
3.7. Arbeitspaket 7: Erstellung eines Leitfadens und Abschlussdokumentation ...	58
3.8. Angaben über den Personaleinsatz.....	58
<b>4. Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere     Unternehmen (KMU)</b> .....	<b>59</b>
4.1. Voraussichtliche Nutzung der angestrebten Ergebnisse.....	59
4.2. Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen .....	59
<b>5. Umsetzung der Forschungsergebnisse/ Beabsichtigter Transfer der     Ergebnisse in die Wirtschaft</b> .....	<b>61</b>

---

<b>6. Durchführende Forschungsstelle .....</b>	<b>63</b>
6.1. Leiter der Forschungsstelle.....	63
6.2. Projektleiterin .....	63
<b>7. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>64</b>
<b>8. Anhang.....</b>	<b>67</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Einordnung des Auslaufs in den Produktlebenszyklus (in Anlehnung an [Sch06]) .....	9
Abbildung 2:	Material- und Informationsfluss in Lieferketten .....	15
Abbildung 3:	Prozesse in der Auslaufphase (Auszug).....	17
Abbildung 4:	Zusammenhänge zwischen Prozessen und logistischen Parametern 18	
Abbildung 5:	Kosten des Auslaufs klassifiziert nach ihrem Entstehungszeitpunkt (vollständiges Auslaufkostenmodell) .....	19
Abbildung 6:	Im Projekt verwendetes Auslaufkostenmodell .....	20
Abbildung 7:	Prozessschritte der Auslaufplanung in Lieferketten.....	22
Abbildung 8:	Detailstufen im Rahmen des Fortschrittszahlenkonzepts im Rahmen der Auslaufplanung.....	25
Abbildung 9:	Prozessschritte der Terminierung des Auslaufs .....	26
Abbildung 10:	Soll-Fortschrittszahlen für das Endprodukt (kumulierte Kundenbedarfe).....	28
Abbildung 11:	Auslaufkosten einer Komponente in Abhängigkeit des Auslaufmengenbereichs für eine definierte Losgröße .....	30
Abbildung 12:	Gesamtkostenkurve aufgrund von Restbeständen für den Auslaufmengenbereich.....	30
Abbildung 13:	Ermittlung des voraussichtlichen Auslauftermins anhand der kostenminimalen Auslaufmengen mit Hilfe der Soll- Fortschrittszahlen (kumulierte Kundenbedarfe) (Beispiel) .....	31
Abbildung 14:	Pareto-Analyse der Auslaufkosten für ein Beispielprodukt .....	33
Abbildung 15:	Losgrößen-Restbestandskurve.....	34
Abbildung 16:	Losgrößen-Auslaufkostenkurve .....	35
Abbildung 17:	Ist- und Plan-Fortschrittszahlen im Fortschrittszahldiagramm .....	39
Abbildung 18:	Identifizierung von Terminverspätungen und Mindermengen mit Fortschrittszahlen .....	40
Abbildung 19:	Bestand im Fortschrittszahldiagramm .....	41
Abbildung 20:	Kosten der Maßnahme: "Anpassung/ Reduzierung fixer Bestelllosgrößen" .....	43
Abbildung 21:	Kosten der Maßnahme: "Anpassung/ Reduzierung fixer Produktionslosgrößen" .....	44
Abbildung 22:	Kosten der Maßnahme: "Änderung des verwendeten Losgrößenverfahrens" .....	44
Abbildung 23:	Restbestandsoptionen.....	45
Abbildung 24:	Zusätzliche Kosten durch Restbestände .....	45
Abbildung 25:	Fenster beim Öffnen des Demonstrators.....	48

Abbildung 26: Anzeige der Stückliste und des Kundenbedarfs im Demonstrator....	49
Abbildung 27: Reiter "Terminierung" .....	51
Abbildung 28: Detailinformationen bei der Terminierung.....	52
Abbildung 29: Reiter "Lieferkette - Übersicht" .....	53
Abbildung 30: Reiter "Lieferkette" .....	54
Abbildung 31: Reiter "Detailansicht" .....	55
Abbildung 32: Plan-Fortschrittszahlen in der Detailansicht .....	57

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über Verteilungsmöglichkeiten von Kosten und Nutzen in der Lieferkette.....	47
Tabelle 2: Aufbau der Stückliste für den Demonstrator.....	49
Tabelle 3: Basisparameter für die Losgrößenberechnung nach Wagner Within	72

## Verwendete Abkürzungen

bspw.	Beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
FSZ	Fortschrittszahl
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
u. a.	unter anderem
z. B.	zum Beispiel
ZE	Zeiteinheit

# 1. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

## 1.1. Anlass für den Forschungsantrag

Unternehmen der Elektronikbranche sind als Bestandteil der High-Tech-Industrie einer extremen Komplexität und Dynamik in ihren Märkten ausgesetzt [BVL03, Ker06]. Auslöser sind Produkte mit einer höheren Individualisierung bei verkürzten Lieferzeiten und immer kürzeren Modellzyklen [Bec04, Wil03, Abe03]. Dies führt in der Folge u. a. zu schwer prognostizierbaren Bedarfsmengen [BVL03].

Eine flexible und situationsgerechte Anpassung der jeweiligen Fertigungsprozesse an die sich verändernden Rahmenbedingungen wird damit zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor [Hor05]. Zu diesem Zweck schließen sich immer mehr Unternehmen in Lieferketten zusammen und erzielen dadurch Wettbewerbsvorteile gegenüber den Marktbegleitern. Der zukünftige Wettbewerb am Markt findet damit nicht mehr zwischen einzelnen Unternehmen, sondern zunehmend zwischen konkurrierenden Lieferketten statt [Gei01].

Neben den technischen und technologischen Innovationen sind es vor allem die organisatorischen und logistischen Prozesse, die noch Potenziale für Verbesserungen und Kosteneinsparungen beinhalten. Ein tief greifendes Verständnis und eine kontinuierliche Verbesserung dieser Prozesse sind daher eine wichtige Voraussetzung zur Erlangung eines Wettbewerbsvorteils [Nyh03].

Infolge der erwähnten kürzeren Lebenszyklen wird der An- und Auslauf von Produkten und Baugruppen zu einem eigenständigen Geschäftsprozess. Während in der Vergangenheit viel Aufwand für die Planung und Steuerung von Produkt- und Baugruppenanläufen getrieben wurde, tritt die Auslaufplanung und -steuerung vermehrt in den Vordergrund des unternehmerischen Interesses, weil gerade bei Produkt- und Baugruppenausläufen die logistischen und organisatorischen Prozesse sowie die anfallenden Restbestände nicht mehr vernachlässigbare Kosten für die Unternehmen bedeuten. Aufgrund der stark zunehmenden Anzahl zu planender Produkt- und Baugruppenausläufe müssen diese Kosteneinsparungspotenziale identifiziert und realisiert sowie die Effizienz beim Auslauf erhöht werden.

Von entscheidender Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Terminierung eines unter logistischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorteilhaften Auslaufzeitpunktes, damit den in der Lieferkette organisierten Unternehmen die Möglichkeit gegeben ist, notwendige Planungsschritte und Maßnahmen einzuleiten. Um die damit verbundenen Kosteneinsparungspotenziale innerhalb der gesamten Lieferkette ausschöpfen zu können, fehlt es Unternehmen bisher an einer geeigneten methodischen Unterstützung. Gerade in Lieferketten der Elektronikindustrie besteht

aufgrund der komplexen Produkte und der Mehrfachverwendung von Baugruppen die Schwierigkeit, die Kosten für einen Produkt- bzw. Baugruppenauslauf transparent zu machen und in Abhängigkeit vom Auslaufzeitpunkt vorherzusagen. Bei der Reduzierung der Kosten für einen Produkt- oder Baugruppenauslauf ist zu berücksichtigen, dass das Kostenminimum für ein einzelnes Unternehmen innerhalb der Lieferkette durch Auswahl des entsprechenden kostenoptimalen Auslaufzeitpunktes nicht zwangsläufig zu einer Verringerung der Kosten für die gesamte Lieferkette führt. Ohne eine Abstimmung der Prozesse zwischen den beteiligten Unternehmen kann es zu einem verstärkten Aufbau von Restbeständen sowie weiteren zusätzlichen Aufwänden, z. B. der Verschrottung von Produkten und Baugruppen, und damit zu steigenden Kosten bei den Partnern der Lieferkette kommen. Daher ist eine unternehmensübergreifende Auslaufplanung geboten, um sowohl unternehmensintern als auch unternehmensübergreifend Kosteneinsparungen bei Produkt- oder Baugruppenausläufen zu realisieren.

## **1.2. Produktausläufe – Grundlagen**

Die Gründe für Produktausläufe sind vielfältig und können auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden, die sowohl unternehmensexterne als auch -interne Auslöser haben [Sch86, Kal89, Avl00, Hol08]. Externe Ursachen sind z. B. Kundenanforderungen bezüglich verbesserter Produkte oder neue Sicherheitsanforderungen an ein Produkt. Aber auch interne Entscheidungen, wie beispielsweise Bereinigungen des Produktportfolios oder das Re-Design eines Produkts, verursachen Produktausläufe. Dabei sind insbesondere Baugruppen und Einzelteile häufiger von Ausläufen betroffen als Endprodukte, da im Laufe eines Produktlebenszyklus Baugruppen oder Einzelteile durch eine verbesserte Version ersetzt werden, ohne dass dies vom Endkunden bemerkt wird [Han94]. In der Literatur wird bei Baugruppen und Einzelteilen daher von Komponentenlebenszyklen gesprochen, die kürzer als der Produktlebenszyklus sind. Die Bezeichnung Produktauslauf beinhaltet in den folgenden Ausführungen sowohl Produkt- als auch Baugruppen- und Einzelteileausläufe.

Die Auslaufphase eines Produkts entspricht im Produktlebenszyklusmodells der Degenerationsphase, bei der die Produktions- bzw. Bedarfsmengen und damit auch der Umsatz des Produkts sinken (vgl. Abbildung 1) [Sch06]. Die Auslaufplanung befasst sich jedoch nicht mit der Ersatzteilphase. Für das Ersatzteilmanagement sei auf die einschlägige Literatur verwiesen (vgl. u. a. [Bied08; Dom08; Ind09; Ros10]).

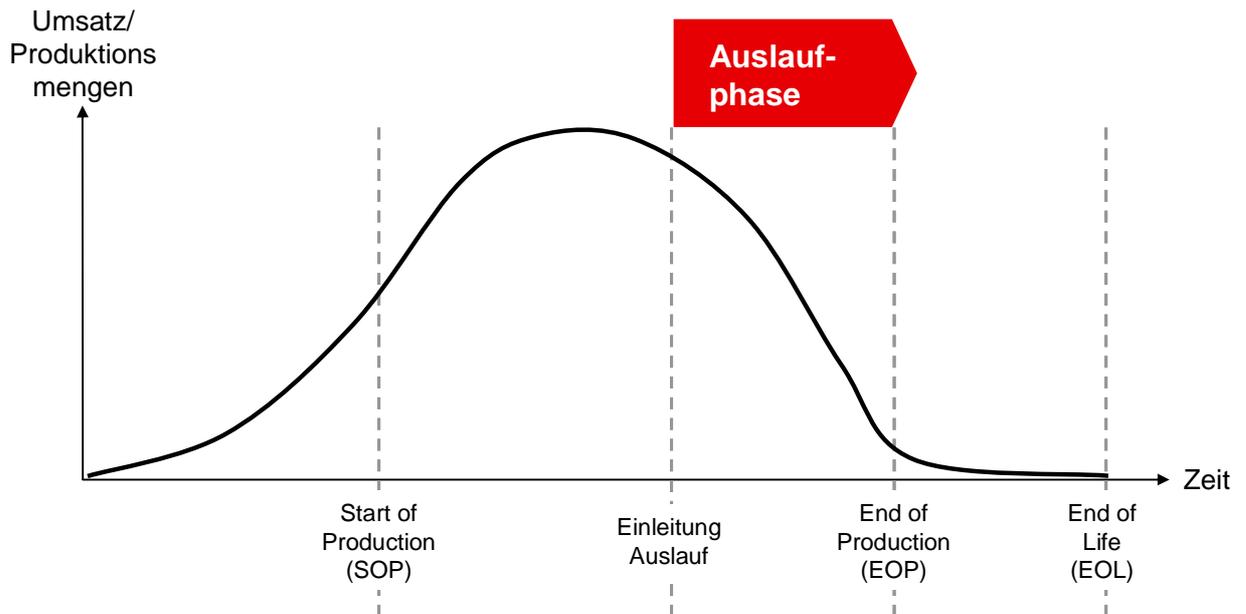


Abbildung 1: Einordnung des Auslaufs in den Produktlebenszyklus (in Anlehnung an [Sch06])

## 2. Gegenüberstellung der angestrebten Teilziele und der erzielten Ergebnisse

Ziel dieses Forschungsprojektes war die Entwicklung einer Methode zur lieferkettenübergreifenden Planung und Steuerung von Produkt- und Baugruppenausläufen (im Folgenden zusammenfassend als Produktausläufe bezeichnet) in der Elektronikindustrie, die insbesondere von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) aufwandsarm angewendet werden kann. Der Produktauslauf soll hierbei derart geplant und gesteuert werden, dass die auslaufrelevanten logistischen und organisatorischen Prozesse der Lieferkettenpartner aufeinander abgestimmt und nicht benötigte Restbestände unter Aufrechterhaltung der Lieferfähigkeit vermieden sowie die logistischen Auslaufkosten für die gesamte Lieferkette minimiert werden.

Die im Folgenden kursiv gedruckten Abschnitte am Anfang der Unterkapitel kennzeichnen die im Antrag beschriebenen angestrebten Teilergebnisse. Sie werden in den jeweils folgenden Textabschnitten den entsprechenden Ergebnissen des Projektes gegenübergestellt.

1. Teilergebnis: aufwandsarm anwendbares logistisches Auslaufkostenmodell für Lieferketten

*Als erstes Teilergebnis wird ein Auslaufkostenmodell für Lieferketten angestrebt, welches die Grundlage für die Planung bzw. Terminierung von Produktausläufen unter Berücksichtigung von logistischen Aspekten darstellt.*

*Zu diesem Zweck werden zunächst die logistischen und organisatorischen Prozesse, wie z. B. „Bestellverhalten anpassen“ oder „Produktionsprogramm anpassen“, die bei einem Produktauslauf in einer Lieferkette beachtet werden müssen, identifiziert. Anschließend wird der Einfluss logistischer Größen, wie z. B. der Wiederbeschaffungszeit oder der Bestellmenge, auf diese auslaufrelevanten Prozesse analysiert. Anhand der Auswirkung dieser Größen auf die Prozesse wird deren Relevanz für die Auslaufkosten bestimmt.*

*Mit Hilfe dieser auslaufrelevanten Parameter liegt die Basis zur Bewertung der Prozesse und Restbestände bei einem Produktauslauf vor. Die Bewertung der logistischen und organisatorischen Prozesse erfolgt anhand ihrer Relevanz für den Produktauslauf. Das logistische Auslaufkostenmodell für Lieferketten fasst damit die logistischen Kosten für die Prozesse und Restbestände entlang der gesamten Lieferkette zusammen. Veranschaulicht werden diese Kostengrößen in einer logistischen Auslaufkostenkurve.*

In einem ersten Schritt wurden die organisatorischen Prozesse bei einem Auslauf zusammengestellt, beschrieben und daraufhin analysiert, ob sie unternehmensintern

oder unternehmensübergreifende Einflüsse aufweisen. Für die Prozesse wurden logistische Parameter identifiziert und danach gekennzeichnet, ob diese durch den Prozess festgelegt werden oder ob diese als Eingangsgröße für den Prozess fungieren. Dadurch konnte aufgezeigt werden, welche Prozesse gegenseitigen Wechselwirkungen unterliegen und ob diese Wechselwirkungen unternehmensübergreifend wirken. Für das Auslaufkostenmodell wurden zunächst auf Basis einer Literaturrecherche mögliche Kosten zusammengetragen und beschrieben. Durch die Zusammenführung der Ergebnisse der oben beschriebenen Prozessanalyse wurden die für die Methode zur Auslaufplanung in Lieferketten relevanten Kostenpositionen identifiziert, so dass eine Bewertungsgrundlage für Ausläufe gegeben ist. Die Auslaufkostenkurve soll die Grundlage für eine Terminierung des Auslaufs sein. Ausschlaggebend sind daher die Kosten, die von der Wahl eines Auslauftermins direkt beeinflusst werden. Dies trifft auf die Kosten zu, die durch Restbestände verursacht werden. Die Auslaufkostenkurve zeigt, welche Restbestandskosten bei variierender Auslaufmenge bzw. variierenden Auslaufterminen sowie bei den vorhandenen Rahmenbedingungen in der Lieferkette vorliegen. Die Terminierung erfolgt anhand des kostenminimalen Auslauftermins. Die Entwicklung der Auslaufkostenkurve wurde detailliert im zweiten Teilergebnis behandelt, da für die Erstellung der Kurve zusätzliche Informationen erforderlich sind.

## 2. Teilergebnis: Logistikoptimierte Auslaufterminierung

*Bei der zu entwickelnden Terminierung für Produktausläufe in Lieferketten wird neben strategischen Unternehmensentscheidungen und externen Markteinflüssen insbesondere die beschriebene logistische Auslaufkostenkurve mit einbezogen. In Lieferkettenstrukturen der Elektronikindustrie stehen in der Regel Zeitfenster für die Terminierung von Produktausläufen zur Verfügung. Innerhalb dieser festgelegten Zeitfenster ist im Rahmen der Terminierung ein Auslaufzeitpunkt zu bestimmen. Ausgangspunkt für die Terminierung des Produktauslaufes ist die Auslaufkostenkurve für das den Auslauf planende Unternehmen sowie die Betrachtung der aggregierten logistikinduzierten Auslaufkosten der gesamten Lieferkette. Zur Unterstützung der Unternehmen bei der Festlegung eines konkreten Auslaufzeitpunktes werden innerhalb des zur Verfügung stehenden Zeitfensters so genannte Entscheidungsfaktoren definiert. Weiterhin werden die Auslauftermine für alle vom Produktauslauf betroffenen Unternehmen der Lieferkette bestimmt, ausgehend von dem Unternehmen, welches den Auslauf initiiert hat. Für die so ermittelten Termine wird in den Unternehmen der Lieferkette eine Anpassung der Bedarfsplanung bezüglich der erforderlichen Liefer- und Bestellmengen bis zum Auslaufzeitpunkt vorgenommen.*

Die Methode zur Auslaufplanung in Lieferketten teilt sich in zwei Ergebnisse auf: eine Entscheidungshilfe zur Identifikation des für die Lieferkette kostenminimalen Auslaufzeitpunkts und die Planung des Auslaufs für alle von diesem Produktauslauf betroffenen Unternehmen mit dem Fortschrittszahlenkonzept.

Die Entscheidungshilfe zur Terminierung des Auslaufs nutzt die Darstellung der restbestandsinduzierten Auslaufkosten über der Zeit unter Bezugnahme auf das zuvor entwickelte Auslaufkostenmodell. Die Terminierung erfolgt mit Hilfe der Summe der restbestandsinduzierten Auslaufkosten über alle auslaufrelevanten Komponenten bzw. Unternehmen der Lieferkette. Innerhalb eines definierten Auslaufmengenbereiches wird unter Berücksichtigung der vorhandenen Randbedingungen, wie z. B. fixe Bestellosgrößen, anhand der Auslaufkosten ein kostenminimaler Auslaufzeitpunkt identifiziert. Auf Basis dieses Termins werden zunächst mögliche Maßnahmen zur Reduzierung der Restbestände und der entsprechenden Auslaufkosten geprüft und in Abhängigkeit der Umsetzungsfähigkeit eingeleitet. Danach erfolgt die Planung der Produktions- und Bestellmengen des Auslaufs in der Lieferkette unter Verwendung des Fortschrittszahlenkonzepts. Mit der Nutzung des Auslaufkostenmodells ist eine über die restbestandsinduzierten Kosten hinausgehende Bewertung des geplanten Auslaufs, z. B. durch die Einbeziehung von Rüst- und Lagerkosten während des Auslaufs, möglich.

### 3. Teilergebnis: Steuerung und Controlling der Produktausläufe

*Bei der Steuerung werden die identifizierten auslaufrelevanten logistischen und organisatorischen Prozesse sowie deren Einflussgrößen entlang der gesamten Lieferkette so aufeinander abgestimmt, dass eine möglichst hohe Planbarkeit der Bestände erreicht werden kann. Für die Auslaufsteuerung der Lieferkette wird untersucht, inwieweit hierbei die Ansätze des CPFR-Modells auf den Produktauslauf übertragen werden können. Im Rahmen des Auslaufcontrollings werden Abweichungen von Soll-Werten in der Produktion sowie auftretende Bedarfsschwankungen sowohl für das einzelne Unternehmen als auch für die gesamte Lieferkette erkannt und entsprechende Maßnahmen eingeleitet. Voraussetzung für das Erkennen von Soll- und Bedarfsabweichungen ist die kontinuierliche Darstellung der tatsächlichen Abgänge. Aus diesem Grund werden die Abgänge der einzelnen Unternehmen einer Lieferkette mit Hilfe von Fortschrittszahlen veranschaulicht. Am Verlauf der Fortschrittszahlen kann eine Abweichung als die Differenz zwischen den Soll- und Ist-Werten abgelesen werden. Beispielsweise wird hier das Auslaufcontrolling regelnd eingreifen, um durch Kapazitätsanpassungen aufgetretene Abweichungen aufzufangen. Gelingt es nicht, die Abweichungen zwischen Ist- und Plan-Werten auszuregulieren oder treten Bedarfsschwankungen entlang der Lieferkette auf, wird ggf. eine Anpassung des Auslauftermins vorgenommen.*

Die grundsätzliche Abstimmung der auslaufspezifischen Prozesse der beteiligten Lieferkettenpartner wird ermöglicht durch den Einsatz des Fortschrittszahlenkonzepts. Das Fortschrittszahlenkonzept stellt durch die schnelle und vollständige Information über die Kundenbedarfe in der Lieferkette einen verbindlichen Planungsrahmen für die Lieferkettenpartner bereit, so dass darüber eine effektive Koordination der Lieferkette möglich ist.

Das dritte Teilergebnis ist daher ein Konzept zum Controlling der Lieferkette auf Basis des Fortschrittszahlenkonzepts, um frühzeitig Abweichungen zu identifizieren und steuernde Maßnahmen (z. B. Anpassung von Produktionskapazitäten bei Terminverzügen) einleiten zu können. Die Identifikation von Termin- oder Mengenabweichungen mit dem Fortschrittszahlenkonzept wurde ausführlich behandelt. Eine Methode zur Steuerung der identifizierten auslaufrelevanten Prozesse wurde nicht entwickelt. Dies ist auf mehrere Gründe zurückzuführen. Mit der Betrachtung eines Auslaufs steht eine Produktsicht im Vordergrund, so dass eine Arbeitssystembetrachtung nicht ohne zusätzliche aufwändige Analysen und Berücksichtigung unternehmensspezifischer Rahmenbedingungen (z. B. die Berücksichtigung aller von einem Unternehmen zu fertigenden Produkte) nicht möglich ist. Eine Fertigungssteuerung setzt jedoch diese Detaillierung voraus. Das Fortschrittszahlenkonzept als produktorientiertes Konzept weist zudem keine integrierten Verfahrensalgorithmen zur Steuerung auf und kann damit nicht unmittelbar zur Steuerung eingesetzt werden. Grundsätzlich können andere Fertigungssteuerungsverfahren gut mit dem Fortschrittszahlenkonzept kombiniert werden, jedoch konnte dies aufgrund der bereits genannten unterschiedlichen Rahmenbedingungen in den Unternehmen nicht hinreichend behandelt werden. Dennoch wurden Möglichkeiten zur unternehmensspezifischen Einbindung von geeigneten Steuerungsverfahren aufgezeigt. Der mögliche Einsatz des CPFR-Modells zeigte sich nach eingehender Analyse nicht geeignet für die Steuerung eines Auslaufs in Lieferketten.

#### 4. Teilergebnis: Kompensationsmodell

*Sowohl durch Liefertermin- und -mengenabweichungen als auch durch Bedarfsschwankungen ist aufgrund der Komplexität in Lieferketten die vollständige Vermeidung von Auslaufkosten in der Praxis kaum zu realisieren. Aus diesem Grund wird ein Kompensationsmodell zum Ausgleich der anfallenden Auslaufkosten entwickelt. Dieses basiert auf den vertraglichen Regelungen innerhalb der Lieferkette und berücksichtigt beispielsweise nur die aufgrund zu kurzer Reaktionszeiten nicht planbaren Auslaufkosten. Mögliche vertragliche Regelungen sind beispielsweise zugesagte Abnahmemengen eines Unternehmens mit seiner jeweils vor- bzw. nachgelagerten Lieferstufe, die für einen festgelegten Zeitraum vereinbart wurden. Auf Basis der Identifikation und Beschreibung von Kompensationsmöglichkeiten wird*

*ein Modell entwickelt, welches vor allem diejenigen Unternehmen innerhalb der Lieferkette bei der Auslaufplanung unterstützt bzw. entlastet, die aufgrund von verzögerten Informationsflüssen eine erhöhte Reaktionszeit und dadurch eine schlechtere Planbarkeit der Bestände besitzen.*

Das entwickelte Kompensationsmodell besitzt die Aufgabe, nicht planbare Auslaufkosten und den Nutzen der Unternehmen über die gesamte Lieferkette auszugleichen. Die grundsätzlichen Möglichkeiten vertraglicher Vereinbarungen und weitere mögliche Verteilungsmöglichkeiten von Kosten und Nutzen in Lieferketten liegen als Grundlage für ein lieferkettenspezifisches Kompensationsmodell vor. Insbesondere die entwickelte Möglichkeit zur transparenten Aufstellung der entstandenen Kosten im Auslauf ist eine wesentliche Voraussetzung für ein Kompensationsmodell. Die Ableitung eines allgemein gültigen Kompensationsmodells hingegen ist nicht möglich, hier bedarf es immer der Abstimmung der beteiligten Lieferkettenpartner. Jedoch steht mit den beschriebenen Grundlagen eines Kompensationsmodells den Lieferkettenpartnern eine Hilfestellung zur Entwicklung eines spezifischen Kompensationsmodells zur Verfügung.

### 3. Darstellung der erzielten Ergebnisse

#### 3.1. Arbeitspaket 1: Analyse von Lieferkettenstrukturen in der Elektronikindustrie und Aufnahme von konkreten Problemstellungen der beteiligten Unternehmen

Die Produkte in der Elektronikindustrie sind ständig sinkenden Innovationszyklen unterworfen [Dom09; Wil01]. Zudem zeichnen sich die Produkte durch eine Vielzahl an Komponenten aus. Dies führt dazu, dass auch die Lieferkettenstrukturen der Elektronikindustrie eine Vielzahl an Lieferkettenpartnern aufweist. Damit liegen in der Elektronikindustrie oft konvergierende Lieferketten mit einer großen Anzahl an Lieferanten vor, so dass eher ein Liefernetz vorliegt. Die einzelnen Stränge des Netzes wiederum lassen sich mit den gezeigten Prozessen einer Lieferkette abbilden.

Eine Eigenschaft elektronischer Komponenten ist die beschränkte Lagerfähigkeit aufgrund von Alterung [Dom09]. Damit sind für Bauteile der Elektronikindustrie die Möglichkeiten zur Einlagerung großer Mengen an Bauteilen für den Ersatzteilbedarf beschränkt. In Bezug zum Auslauf bedeutet dies, dass eventuell produzierte Mehrmengen nur eingeschränkt für die Ersatzteilversorgung genutzt werden können. Damit liegt für die Elektronikindustrie ein erhöhtes Risiko für Restbestände nach dem Auslauf vor, die verschrottet werden müssen und so zusätzliche Kosten nach sich ziehen.

Bei der Produktion in Lieferketten sind die beteiligten Unternehmen durch Informationsflüsse und Materialflüsse miteinander verbunden (vgl. Abbildung 2).

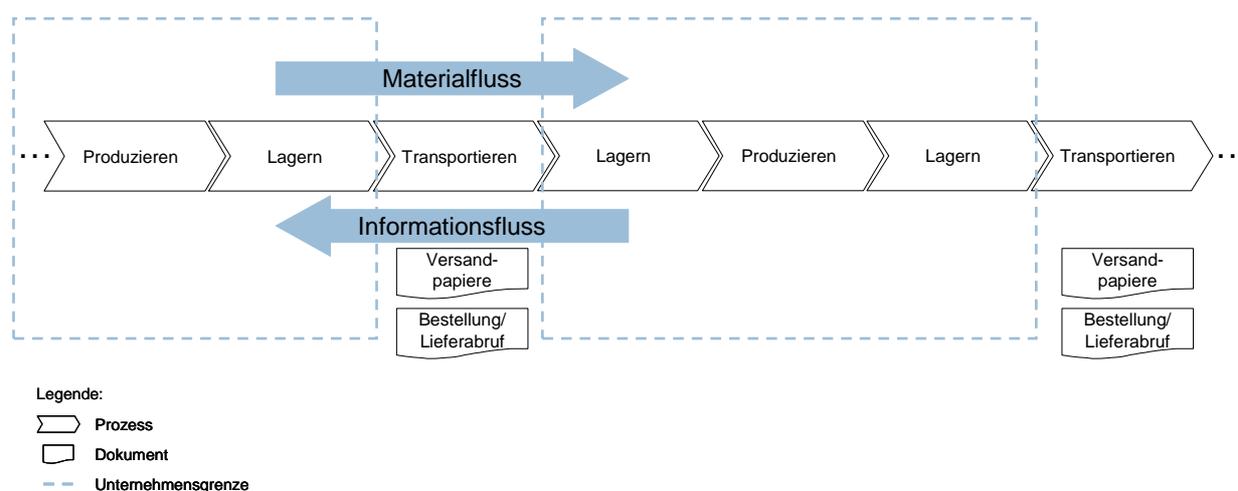


Abbildung 2: Material- und Informationsfluss in Lieferketten

In Bezug auf den Materialfluss stellen die logistischen Ausgangsgrößen des Produktionsprozesses die Eingangsgrößen für die Betrachtung eines nachfolgenden

Lagerprozesses. Gleichmaßen entsprechen die Ausgangsgrößen eines Lagerprozesses den Eingangsgrößen eines nachfolgenden Produktionsprozesses [Sch96]. Sie sind daher auch als Koppelgrößen zu deuten [Fas97].

Die logistischen Parameter der Fertigung bestimmen die Eingangsgrößen zur Bestandsdimensionierung des folgenden Lagers. Die Wiederbeschaffungszeit eines Artikels korrespondiert mit der Auftragsdurchlaufzeit des betrachteten Artikels durch die vorgelagerte Fertigung zuzüglich der Versand- und Transportprozesszeiten. Die Terminabweichung im Lagerzugang wird durch die Abgangsterminabweichung der Produktion bestimmt. Die Fertigungslosgröße bestimmt die Lagerzugangsmenge und hat damit direkten Einfluss auf den Losbestand im Lager. Über- und Unterlieferungen in eine Lagerstufe stellen Mengenabweichungen der vorgelagerten Produktion dar, die bei der Bestandsdimensionierung des Lagers berücksichtigt werden müssen.

Insbesondere in der Auslaufphase ist in der Lieferkette aufgrund der erforderlichen Produktionsvorlaufzeiten eine schnelle und vollständige Informationsverteilung für die Erreichung geringer Restbestände erforderlich. Wird die Information über den Auslauf nicht in der gesamten Kette verteilt, werden die Lieferanten in den frühen Stufen der Wertschöpfungskette ihre Produktionsmengen nicht bzw. nicht frühzeitig an den fallenden Bedarf des Auslaufs anpassen und weiterhin die bisher verwendeten Serienproduktionsmengen fertigen. Da aufgrund der geringen Materialwerte der zu fertigenden Teile die für die Serie wirtschaftlich optimalen Losgrößen tendenziell größer sind, birgt diese Informationsverspätung die Gefahr, dass am Anfang der Wertschöpfungskette sehr früh bereits Mengen produziert werden, die nicht mehr benötigt werden und daher Restbestände bilden.

Die in den Unternehmen der Lieferkette durchzuführenden Prozesse in der Auslaufphase wurden in einer Tabelle zusammengeführt und beschrieben. Dabei wurden die Prozesse bereits daraufhin gekennzeichnet, ob diese ausschließlich interne Prozesse und Parameter beeinflussen oder ob diese unternehmensübergreifend wirken und daher ggf. Abstimmungen mit weiteren Lieferkettenpartnern erfordern. Beispielsweise besitzt der Prozess Sicherheitsbestände anpassen nur interne Wirkungen, während der Prozess Bestellmenge anpassen auch Wirkungen auf den Lieferanten besitzt. Die Abbildung 3 zeigt einen Auszug aus der Tabelle. Die vollständige Tabelle findet sich in Anhang A.

Prozesse	intern/ unternehmensübergreifend	Beschreibung der Prozesse
Bestellmenge anpassen	u	Bei einer Anpassung der Produktionslosgrößen müssen ebenfalls die erforderlichen Bedarfe. Sinne (d.h. im PPS-System) ist dann erforderlich, wenn bis zu diesem Zeitpunkt eine definiert bei Einzelbeschaffungen oder Lieferabrufen erfolgt die Anpassung der Bestellmenge ohnehin
Bestellungen stornieren	u	Der Prozess "Bestellungen stornieren" stellt eine reaktive Maßnahme während des Auslaufs (Stornierungsgebühr anfällt. Zudem ist mit dem Lieferanten zu klären, welche Folgen eine St Produktion noch nicht begonnen, so kann der Auftrag aus dem Produktionsplan herausgenor Produktion dar. Die Folgen sind mit dem Lieferanten gemeinsam zu klären.
Produktionsmengen anpassen	i	Bei Änderungen der Bedarfsmengen ändern sich entweder die Produktionsmengen (Größe d
Ersatzteile gewährleisten/ Ersatzteilstrategie wählen	i	Ersatzteilbedarfe können bei der Auslaufplanung nur dann berücksichtigt werden, wenn die E Strategien wie bspw. Nachproduzieren bei Bedarf sind nicht Bestandteil der Auslaufplanung.

Abbildung 3: Prozesse in der Auslaufphase (Auszug)

Die Prozesse wurden im weiteren Projektverlauf daraufhin analysiert, welche logistischen Parameter sie beeinflussen und welche logistischen Parameter als Inputgrößen erforderlich sind. Beispielsweise wird im Prozess „Produktionsprogramm planen“ die „Produktionslosgröße“ bestimmt. Als Input dient hier der Parameter „Kundenbedarf“. Da die „Produktionslosgröße“ als Eingangsgröße für den Prozess „Produktionsmengen anpassen“ fungiert, besteht zwischen den beiden genannten Prozessen eine Wechselwirkung. Das vollständige Ergebnis der Analyse ist in Abbildung 4 dargestellt.

Mit der Darstellung der Zusammenhänge zwischen Prozessen und logistischen Parametern wird ein verbessertes Verständnis der Zusammenhänge bei Produktausläufen sowohl unternehmensintern als auch in Lieferketten erreicht. Insbesondere wird deutlich, dass Prozesse sich durch die Kopplung logistischer Parameter gegenseitig beeinflussen.

Prozesse im Auslauf		Relevante Logistische Parameter					
Bestellmenge anpassen	intern/ unternehmensübergreifend	Bestellmenge/ Liefermenge	Mindestbestellmenge	Produktionsmenge/ Kundenbedarf	Wiederbeschaffungszeit	Prozess beeinflusst Parameter	
Bestellungen stornieren	unternehmensübergreifend	Preisaufschlag/ Stomokosten				Prozess wird von Parameter beeinflusst	
Produktionsmengen anpassen	intern	Produktionslosgröße	Kundenbedarf	Restbestand		Prozess beeinflusst anderen Prozess	
Ersatzteile gewährleisten/ Ersatzteilstrategie wählen	intern	Nur bei Einzelteilproduktion auf Lager werden die Mengen berücksichtigt					
Mindestabnahmemengen Lieferanten im Auslauf festlegen/ verhandeln	unternehmensübergreifend	Bestellmenge/ Liefermenge	Restbestand				
Mindestabnahmemengen für Kunden im Auslauf festlegen/ verhandeln	unternehmensübergreifend	Bestellmenge/ Liefermenge	Restbestand				
Sicherheitsbestände anpassen	intern	Bestand	Terminabweichungen der Lieferungen	Mengenabweichungen der Lieferungen	Bedarfsschwankungen	Wiederbeschaffungszeit	
Beschaffungskonzept überprüfen und ggf. anpassen	intern/ unternehmensübergreifend	Sicherheitsbestand	Bestand	Bestellmenge/ Liefermenge			
Preise anpassen (bei neu verhandelten Rahmenbedingungen für den Auslauf)	unternehmensübergreifend	Stückkosten					
Produktionsprogramm planen	intern/ unternehmensübergreifend	Produktionslosgröße	Bestellmenge/ Liefermenge	Liefertermine	Durchlaufzeit	Kundenbedarf	
Bestellungen/ Lieferabrufe planen	unternehmensübergreifend	Produktionstermin	Restbestand				
Transport planen	unternehmensübergreifend	Mindestbestellmenge	Bestelltermine/ Liefertermine	Bestellmenge/ Liefermenge	Wiederbeschaffungszeit		
Verschrottung durchführen	intern	Mindestbestellmenge	Bestelltermine/ Liefertermine	Bestellmenge/ Liefermenge	Transportzeit		
Weiterverwendung durchführen	intern	Restbestand					
		Restbestand					

Abbildung 4: Zusammenhänge zwischen Prozessen und logistischen Parametern

### 3.2.Arbeitspaket 2: Entwicklung eines logistischen Auslaufkostenmodells für die erfassten Lieferkettenstrukturen

In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben über Kosten von Produktausläufen [Hah93, Ost08, Hol08, Wil05]. Die Kosten lassen sich grundsätzlich danach klassifizieren, ob sie während der Auslaufphase oder nach dem Auslauf entstehen. Zudem können die Kosten nach den Gruppen Produkt, Produktion/ Prozess, Administration und Personal unterschieden werden. Die in der Literatur beschriebenen Kostenpositionen wurden in einem Kostenmodell für den Auslauf aggregiert (vgl. Abbildung 5).

	Während des Auslaufs	Nach dem Auslauf
Produkt	Lagerhaltungskosten	Lagerhaltungskosten
		Kosten für unnötige Wertschöpfung
		Kosten für Verschrottung
Produktion/ Prozess	Rüstkosten	Kosten für Demontage
	Kosten durch Störungen	Kosten für Wiederaufbereitung von Komponenten
	Kosten für Betriebsmittel	Kosten für Demontage und Veräußerungen von Betriebsmitteln
	Kosten für Betriebsstoffe	Kosten für Einlagerung von Betriebsmitteln
	Handlingskosten	
Administration	Kosten für Planung	Kosten für Planung und Steuerung der Restbestandsoptionen
	Kosten für Steuerung	
	Bestellabwicklungskosten	
	Kosten für Abstimmung mit Lieferanten	
	Kosten für Abstimmung mit Kunden	
Personal		

Abbildung 5: Kosten des Auslaufs klassifiziert nach ihrem Entstehungszeitpunkt (vollständiges Auslaufkostenmodell)

Im weiteren Projektverlauf werden nur diejenigen Kosten berücksichtigt und als Auslaufkosten bezeichnet, die auch durch die zu entwickelnde Methode beeinflussbar sind. Aufgrund des Betrachtungsschwerpunkts Lieferkette und der Produktsicht sind die beeinflussbaren Kosten diejenigen, die von dem Produkt oder der Komponente direkt verursacht werden. Eine Arbeitssystembetrachtung erfolgt

daher nicht, so dass Kosten für Betriebsmittel, Kosten für Betriebsstoffe, Kosten für Demontage und Veräußerungen von Betriebsmitteln und Kosten für Einlagerung von Betriebsmitteln nicht berücksichtigt werden. Ebenfalls keine Berücksichtigung finden Kosten für Störungen, da diese im Rahmen einer Planung nicht kalkulierbar sind. Auch die Personalkosten werden nicht in die Betrachtung einbezogen. Eine detaillierte Diskussion der Relevanz der Kosten findet sich in Anhang B.

Die Analyse der Beeinflussbarkeit der Kosten durch die Methode zur Auslaufplanung in Lieferketten führt zu einem reduzierten Kostenmodell im Projekt. Das für das Projekt relevante Auslaufkostenmodell ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

	Während des Auslaufs	Nach dem Auslauf
Produkt	Lagerhaltungskosten	Lagerhaltungskosten
		Kosten für unnötige Wertschöpfung
		Kosten für Verschrottung
Produktion/ Prozess	Rüstkosten	Kosten für Demontage
	Handlingskosten	Kosten für Wiederaufbereitung von Komponenten
Administration	Kosten für Planung	Kosten für Planung und Steuerung der Restbestandsoptionen
	Kosten für Steuerung	
	Bestellabwicklungskosten	
	Kosten für Abstimmung mit Lieferanten	
	Kosten für Abstimmung mit Kunden	

Abbildung 6: Im Projekt verwendetes Auslaufkostenmodell

Da es sich bei den meisten der Kostenpositionen um in der Praxis verwendete und etablierte Größen handelt, wird auf die detaillierte Beschreibung verzichtet. Dennoch bedürfen einige Positionen einer weiteren Detaillierung.

Unter *Handlingskosten* werden im Rahmen des Projekts alle Kosten zusammengefasst, die bei der Übergabe von Material, Waren oder Fertigerzeugnissen zwischen Lager und Transportmittel oder zwischen verschiedenen Transportmitteln anfallen. Diese Kosten umfassen z. B. Kosten für Kommissionieren, Bereitstellen und Verpacken.

Die *Kosten für die Planung* umfassen die Kosten, die für die Planung des Auslaufs erforderlich sind, z. B. Kosten für die Losgrößenplanung. Eine Übersicht der relevanten Prozesse wurde in Arbeitspaket 1 zusammengestellt.

Die *Kosten für die Steuerung* umfassen die Kosten, die für die Steuerung des Auslaufs erforderlich sind, z. B. Kosten für die Einleitung von Maßnahmen der Kapazitätssteuerung.

Die *Kosten für die Abstimmung mit Lieferanten bzw. Kunden* sind Kosten, die bei persönlichen Treffen oder auch Telefonaten anfallen.

Die *Kosten für unnötige Wertschöpfung* nach dem Auslauf repräsentieren den entgangenen Gewinn bzw. die Herstellkosten des Restbestands, der nicht am Markt abgesetzt werden kann.

Unter den *Kosten für die Planung und Steuerung der Restbestandsoptionen* werden die Kosten der Tätigkeiten und Prozesse zusammengefasst, die für die Verwertung oder Verwendung der Restbestände erforderlich sind, z. B. Verschrottung veranlassen, Transport zum Verschrottungsort und Kosten für den Verschrottungsvorgang (Restbestandsoptionen vgl. auch Arbeitspaket 5).

Im Rahmen des Projekts wurde von den eingebundenen Projektpartnern die grundsätzliche Gültigkeit des entwickelten Kostenmodells bestätigt. Damit steht ein Hilfsmittel zur Verfügung, das die Berücksichtigung aller relevanten Kosten des Auslaufs ermöglicht.

### **3.3. Arbeitspaket 3: Methode zur Planung und Terminierung eines verketteten Auslaufs für Lieferkettenstufen**

Die in diesem Arbeitspaket entwickelte Methode zur Planung und Terminierung unterstützt Unternehmen bei einer logistikorientierten Terminierung des Produktauslaufes für die gesamte Lieferkette innerhalb eines zur Verfügung stehenden Zeitfensters. Aufgabe der Auslaufplanung ist es, für den Auslauf unter produktions- und beschaffungslogistischen Gesichtspunkten einen geeigneten Zeitpunkt innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters zu finden, um die mit dem Produktionsstopp verbundene restbestandsinduzierten Kosten zu minimieren [Hol08]. Weiterhin ermöglicht die Methode die Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Reduzierung von erwarteten Restbeständen in Abhängigkeit vorhandener Restriktionen (z. B. vereinbarte Lieferlosgrößen).

Die folgende Abbildung zeigt die Prozessschritte der entwickelten Methode zur Auslaufplanung in Lieferketten:

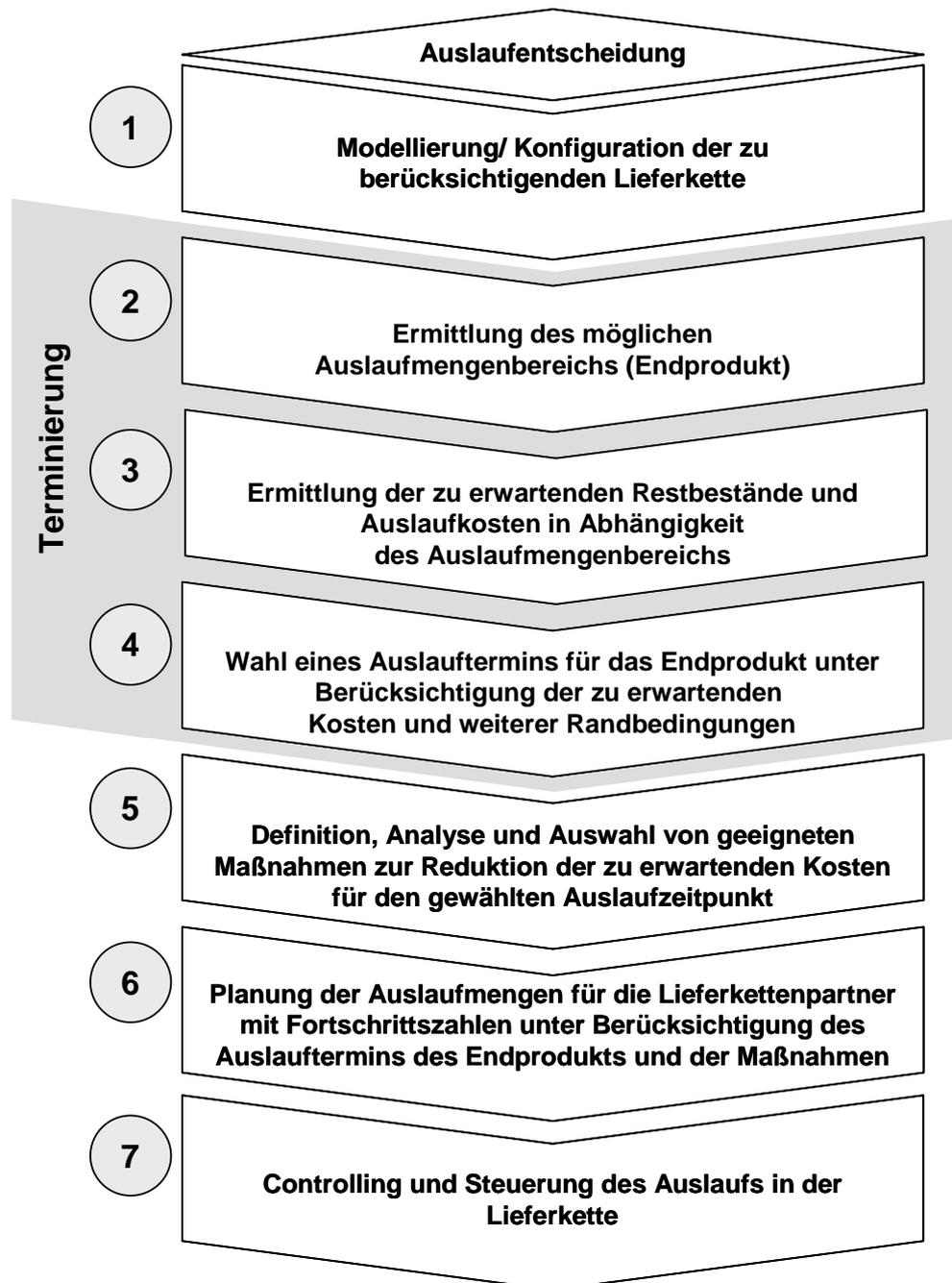


Abbildung 7: Prozessschritte der Auslaufplanung in Lieferketten

Die eigentliche **Auslaufentscheidung** liegt außerhalb des Projekts. Diese Entscheidung wird unternehmensintern getroffen und muss von der Logistik operativ umgesetzt werden. D. h. es müssen nunmehr ein geeigneter Zeitpunkt für den Auslauf des Endprodukts sowie die Auslaufmenge unter Berücksichtigung der vorhandenen Restriktionen in der Lieferkette festgelegt werden.

### **Modellierung der auslaufrelevanten Lieferkette**

Die Basis für die zu modellierende auslaufrelevante Lieferkette bildet die Produktstruktur. Die Modellierung erfolgt nur für auslaufrelevante Komponenten und deren Hersteller (Lieferkettenpartner).

Die Auswahl auslaufrelevanter Komponenten erfolgt über den Auslaufkoeffizienten [Hol06]. Der Auslaufkoeffizient gibt prinzipiell den Verwendungsanteil einer Komponente für das Auslaufprodukt in Bezug auf die gesamte Verwendung der Komponente auch in anderen Produkten des Unternehmens an. Die Ermittlung des Auslaufkoeffizienten erfordert eine Differenzierung der Betrachtungsweise. Eine Komponente kann aus Sicht des beziehenden Unternehmens (Kunde) eine hohe Auslaufrelevanz aufweisen, aus Sicht des Herstellers der Komponenten kann die Auslaufkomponente eine geringe Relevanz besitzen. Das beziehende Unternehmen muss diese Komponente bei der Auslaufplanung explizit berücksichtigen. Für den Hersteller ist eine detaillierte Planung in dem beschriebenen Fall nicht erforderlich, hier muss lediglich die durch den Auslauf induzierte Bedarfsreduzierung bei der zukünftigen Produktionsplanung berücksichtigt werden.

Der *Auslaufkoeffizient einer herzustellenden (und zu liefernden) Komponente* berechnet sich wie folgt:

$$AK_i = \frac{\sum_{t=t_0}^t ABK_i}{\sum_{t=t_0}^t \left( \sum_{j=1}^n WVBK_{ij} + ABK_i \right)}$$

- mit  $AK_i$  = Auslaufkoeffizient der Komponente i mit den Grenzen  $[->0; 1]$   
 $ABK_i$  = Auslaufbedarf der Komponente i im auslaufenden Artikel [ME]  
 $WVBK_{ij}$  = Weiterverwendungsbedarf der Komponente i in Verwendung j [ME]  
 $t$  = Zeitpunkt  
 $n$  = Anzahl der Verwendungen j

Der *Auslaufkoeffizient einer Zukaufkomponente* gibt den Verwendungsanteil der Zukaufkomponente für die herzustellende Komponente für das Auslaufprodukt in Bezug auf die gesamte Verwendung der Zukaufkomponente an.

$$AZ_i = \frac{\sum_{t=t_0}^t ABZ_i}{\sum_{t=t_0}^t \left( \sum_{j=1}^n WVBZ_{ij} + ABZ_i \right)}$$

- mit  $AZ_i$  = Auslaufkoeffizient der Zukaufkomponente  $i$  mit den Grenzen  $[\rightarrow 0; 1]$   
 $ABZ_i$  = Auslaufbedarf der Zukaufkomponente  $i$  im auslaufenden Artikel  
[ME]  
 $WVBZ_{ij}$  = Weiterverwendungsbedarf der Zukaufkomponente  $i$  in  
Verwendung  $j$  [ME]  
 $t$  = Zeitpunkt  
 $n$  = Anzahl der Verwendungen  $j$

Die Ausprägungen der Auslaufkoeffizienten liegen zwischen „0“ und „1“. Ein Auslaufkoeffizient einer herzustellenden Komponente  $AK_i = 1$  bedeutet, dass die betrachtete Komponente ausschließlich für die Verwendung in dem auslaufenden Artikel produziert wird. Ein Auslaufkoeffizient einer Zukaufkomponente  $AZ_i = 1$  bedeutet, dass die betrachtete Zukaufkomponente ausschließlich für die Verwendung in einer herzustellenden Komponente für das auslaufende Produkt beschafft wird. Untersuchungen des IGF-Vorgängerprojektes „Entwicklung einer aufwandsarm anwendbaren Methode zur Unterstützung der Auslaufplanung mit dem Ziel der signifikanten Reduzierung entstehender Restbestände in produzierenden Unternehmen“ empfehlen die Berücksichtigung einer Komponente für die Auslaufplanung, wenn der Auslaufkoeffizient mindestens 0,5 beträgt. Dies entspricht einer Verwendung der Komponente von 50 % für das Auslaufprodukt. Diese Empfehlung wurde auch in diesem Projekt durch den Projektbegleitenden Ausschuss bestätigt.

Für eine effiziente, d. h. schnelle und vollständige Informationsverteilung in Lieferketten wird im Projekt das Fortschrittszahlenkonzept genutzt. Für die Nutzung des Fortschrittszahlenkonzepts ist die Definition sogenannter Kontrollblöcke erforderlich. Für jeden Kontrollblock werden die Fortschrittszahlen ermittelt. In Lieferketten eignen sich grundsätzlich die Unternehmen als einzelne Kontrollblöcke. Für die Planung im Auslauf ist jedoch die Unterscheidung von Lager- und Produktionsbereichen erforderlich, so dass die Modellierung der Lieferkette dreistufig erfolgt (vgl. Abb. 8). Die erste Detailstufe fokussiert auf die Unternehmen der gesamten Lieferkette. Die zweite Detailstufe differenziert die erste Detailstufe, d. h. die Lieferkette in Produktions- und Lagerbereich und ermöglicht damit u. a. ein Bestandscontrolling. Die dritte Detailstufe differenziert die in der vorherigen Detailstufe zusammengefassten Lagerbereiche in Wareneingangslager und Wareneingangslager und unterstützt damit insbesondere die operative Planung der Liefermengen zwischen den beteiligten Unternehmen. Mit den definierten Betrachtungsbereichen in den Detailstufen sind gleichzeitig die für das Fortschrittszahlenkonzept erforderlichen Kontrollblöcke und Kontrollpunkte in der

Lieferkette definiert. Abbildung 8 zeigt eine Übersicht über die Detailstufen mit den Kontrollblöcken und -punkten.

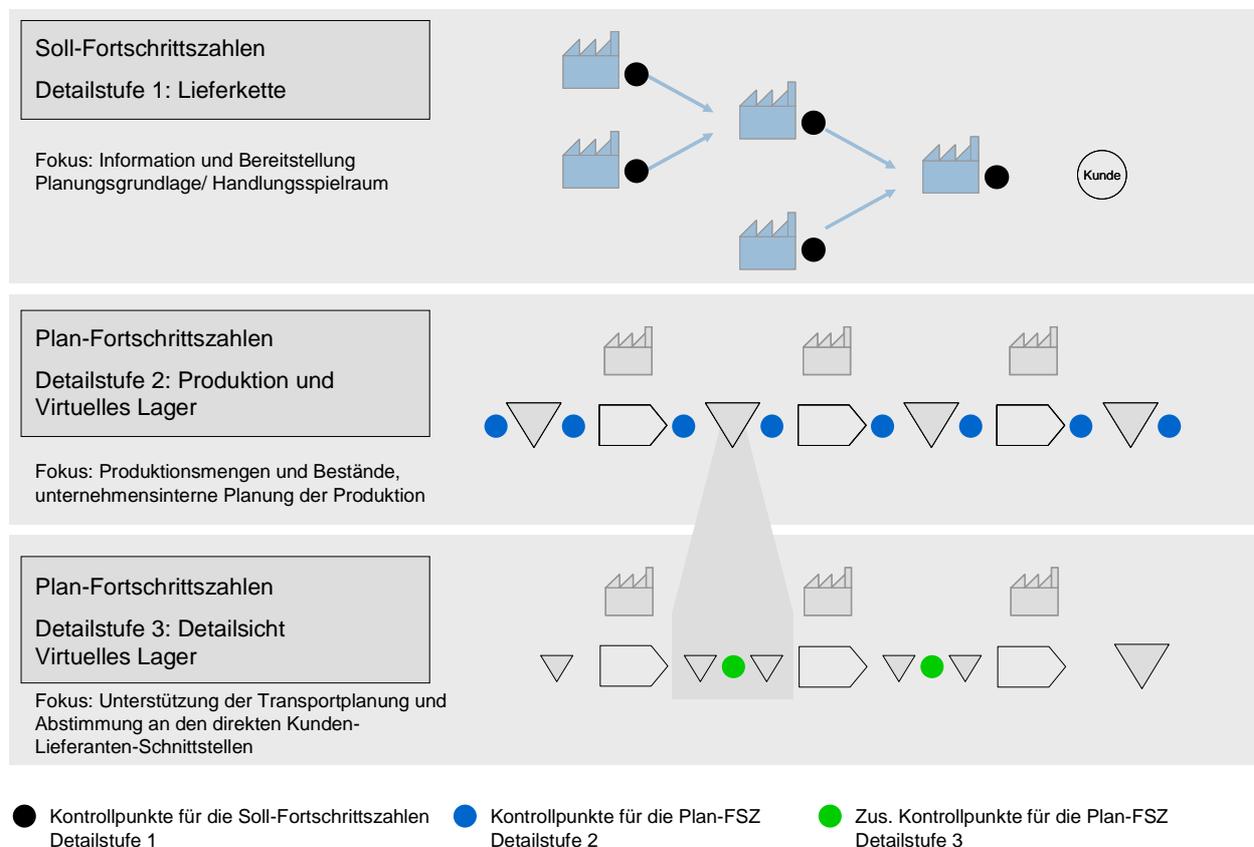


Abbildung 8: Detailstufen im Rahmen des Fortschrittszahlenkonzepts im Rahmen der Auslaufplanung

In der ersten Detailstufe ist die gesamte Lieferkette Betrachtungsschwerpunkt. Als Kontrollblöcke sind die Unternehmen der Lieferkette definiert, die Unternehmensgrenzen sind durch die Kontrollpunkte markiert. Die erste Stufe dient insbesondere dazu, mit den Basisinformationen für alle Lieferkettenpartner einen Planungsrahmen für den Auslauf festzulegen. In der zweiten Detailstufe wird die Lieferkette durch die Elemente „Produktion“ und „Virtuelles Lager“ modelliert, um so die geplanten Produktionsmengen und verfügbaren Bestände im Auslauf in den Betrachtungsfokus zu stellen. Das Element „Produktion“ umfasst dabei jeweils die Produktionsbereiche zur Herstellung der Komponenten eines Unternehmens. Ein „Virtuelles Lager“ umfasst die Bereiche Warenausgang des herstellenden Unternehmens und Wareneingang des beziehenden Unternehmens. Damit steht eine Übersicht über die insgesamt verfügbaren Bestände einer Komponente unabhängig von ihrem Lagerort zur Verfügung, daher wurde auch die Bezeichnung „virtuell“ eingeführt. In der dritten Detailstufe erfolgt eine zusätzliche Detaillierung der Elemente „Virtuelles Lager“ in die Bereiche Warenausgang und Wareneingang. Diese Detaillierung erlaubt die Lokalisierung der Bestände einer Komponente über

die Fortschrittszahlen und ermöglicht so eine differenzierte Planung der Lieferungen, so dass z. B. Transportmengenoptimierungen durchgeführt werden können.

Für die Modellierung der Lieferkette sind folgende komponenten- bzw. unternehmensspezifischen Daten erforderlich:

- Stückkosten
- Rüstkosten
- Lagerhaltungskosten/ Kapitalbindungskostensatz
- Vorlaufzeiten (inkl. Transportzeiten)
- Vereinbarte Lieferlosgrößen
- Minimale Produktionslosgrößen

Diese Parameter bilden die Grundlage für die weitere Analyse und Planung des Auslaufs.

### **Terminierung**

Die Aufgabe des Herstellers des Auslaufproduktes besteht darin, einen Termin und eine Menge für den Auslauf festzulegen. Dabei soll der Auslauf insgesamt mit möglichst wenig Restbeständen und möglichst geringen Zusatzkosten durch die Durchführung von Maßnahmen zur Reduzierung von Restbeständen durchgeführt werden. Aus diesem Grund ist ein Termin dann als geeignet anzusehen, wenn unter Berücksichtigung der vorhandenen Rahmenbedingungen, z. B. vereinbarte Bestellmengen oder Lieferlosgrößen, möglichst geringe Auslaufkosten entstehen. Zur Bestimmung eines geeigneten Auslaufzeitpunkts sind die Prozessschritte 2 bis 4 zur Terminierung des Auslaufs durchzuführen (vgl. Abbildung 9).

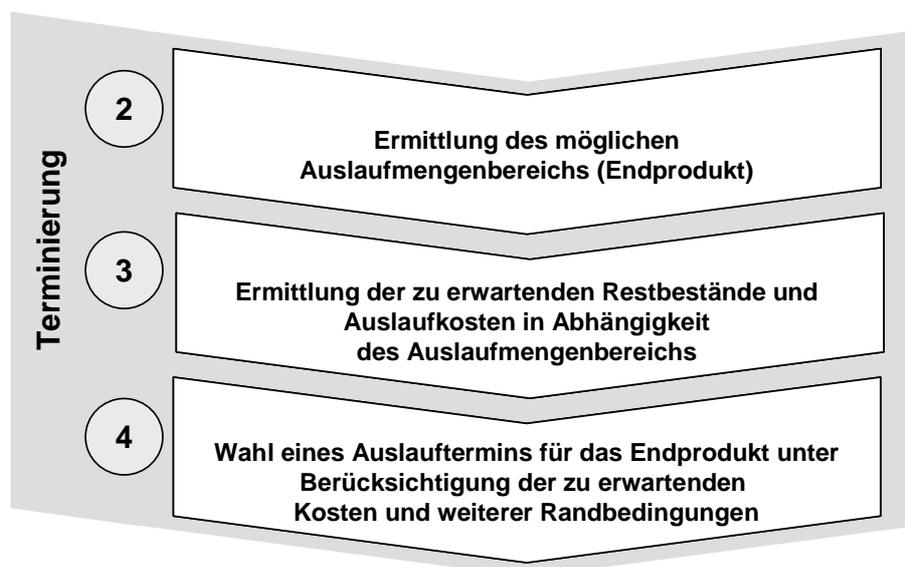


Abbildung 9: Prozessschritte der Terminierung des Auslaufs

***Ermittlung des möglichen Auslaufmengenbereichs bzw. des Auslaufzeitraums***

Der Hersteller des Auslaufprodukts hat in der Regel einen gewissen Freiheitsgrad bei der Festlegung des Auslaufzeitpunkts. Das dadurch entstehende Zeitfenster kann durch bestimmte Faktoren und Entscheidungen eingegrenzt werden, z. B.

- Kundenbestellungen,
- prognostizierter Kundenbedarf,
- Einführung eines modifizierten Produkts, das das Auslaufprodukt ersetzen soll und
- Entscheidungen des Marketings (z. B. geplante Messen).

Der Auslauf kann grundsätzlich frühestens erfolgen, wenn alle bereits bestätigten Kundenbestellungen produziert bzw. ausgeliefert sind. Weiterhin wird der spätest mögliche Auslaufzeitpunkt durch die prognostizierte Nachfrage bestimmt. Sind keine weiteren Bedarfe prognostiziert, so sollte auf keinen Fall eine Auslaufmenge festgelegt werden, die die prognostizierten Bedarfe übersteigt.

Demnach ergibt sich für den möglichen Auslauftermin ein Bereich für die Auslaufmenge, für die wiederum ein möglicher Auslaufzeitraum abgeleitet werden kann. Der Zeitpunkt des letzten prognostizierten Kundenbedarfs markiert den spätest möglichen Zeitpunkt des Auslaufzeitraums. Über diesen Zeitpunkt kann der mögliche Auslaufmengenbereich eingegrenzt werden. Dies ist z. B. der Fall, wenn ein Produkt durch ein modifiziertes Produkt ersetzt werden soll. Die Festlegung des spätest möglichen Zeitpunkts für den Auslauf orientiert sich dann z. B. an den geplanten Anlaufmengen des modifizierten Produkts und muss unternehmensspezifisch erfolgen.

Mit der Darstellung des Kundenbedarfs als Fortschrittszahlen kann sowohl eine mengen- als auch zeitorientierte Festlegung des Auslaufzeitraums und des Auslaufmengenbereichs erfolgen, da beide Größen aus dem Fortschrittszahlendiagramm ineinander überführt werden können (vgl. Abbildung 10). In dem exemplarisch aufgezeigten Diagramm sind anhand des mit der Zeit immer flacher werdenden Kurvenverlaufs auch die für einen Auslauf charakteristischen sinkenden Bedarfe erkennbar.

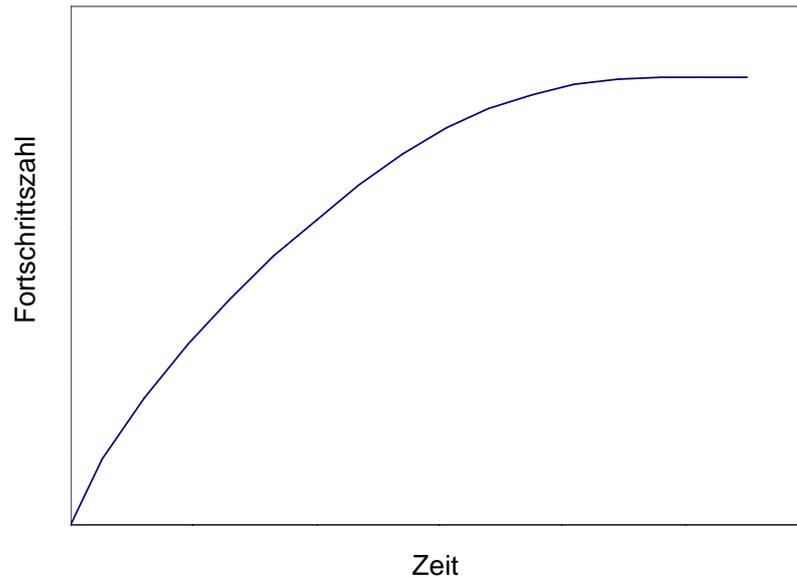


Abbildung 10: Soll-Fortschrittszahlen für das Endprodukt (kumulierte Kundenbedarfe)

### ***Ermittlung der zu erwartenden Restbestände und Restbestandskosten in Abhängigkeit des Auslaufmengenbereichs***

Mit der Kenntnis des möglichen Auslaufmengenbereichs können für jede mögliche Auslaufmenge die voraussichtlichen Auslaufkosten unter Berücksichtigung aller auslaufrelevanten Komponenten ermittelt werden. Dafür sind zunächst für jede der betrachteten Komponenten die Restbestandsmengen im Auslaufmengenbereich zu bestimmen und mit den Auslaufkosten zu bewerten.

Die voraussichtlichen Restbestandsmengen ergeben sich aus der Differenz von Produktions- bzw. Beschaffungsmenge und der Auslaufmenge. Die gesamte Produktions- bzw. Beschaffungsmenge ermittelt sich aus der (aufgerundeten) erforderlichen Anzahl an Produktionslosen bzw. Bestellungen zur Deckung des Auslaufsbedarfs multipliziert mit der definierten Produktions- bzw. Bestelllosgröße.

$$RB = \left\lceil \frac{q_0}{x_0} \right\rceil \cdot x_0 - q_0$$

- mit RB = Restbestand [Stück]  
 $q_0$  = Auslaufmenge der Komponente [Stück]  
 $x_0$  = minimale Losgröße der Komponente [Stück]

$$q_0 = FSZ_{Soll,t=T} - FSZ_{Ist,t=0}$$

mit  $q_0$  = Auslaufmenge der Komponente [Stück]  
 $FSZ_{Soll,t=T}$  = Soll-Fortschrittszahl zum Zeitpunkt  $t=T$  (Auslaufende)  
 $FSZ_{Ist,t=0}$  = Ist-Fortschrittszahl zum Zeitpunkt  $t=0$  (Planungszeitpunkt)

Zur Ermittlung der Auslaufkosten sind die Restbestände mit dem Kostensatz für die Verschrottung und mit dem Stückpreis zu multiplizieren:

$$AK = RB \cdot (S + K_v) \quad \text{für alle Mengen im identifizierten Auslaufmengenbereich}$$

mit  $AK$  = Auslaufkosten [€]  
 $RB$  = Restbestand [Stück]  
 $S$  = Stückpreis [€/Stück]  
 $K_v$  = Kostensatz für Verschrottung [€/Stück]

Die Bewertung der Restbestände mit dem Kostensatz für die Verschrottung entspricht den Kosten, die ein Restbestand zusätzlich verursachen würde. Die Bewertung des Restbestands mit dem Stückpreis repräsentiert im Wesentlichen die Kosten für eine unnötige Wertschöpfung. Grundsätzlich können die Stückkosten aufgrund verschiedener Einflüsse im Auslauf steigen, z. B. durch die Verringerung der Auslastung der Produktionskapazitäten oder durch Nutzung andere Kapazitäten. Bezogen auf die in der Lieferkette hergestellten Komponenten wird oftmals jedoch auch der Stückpreis vertraglich geregelt, ohne dass mögliche Kostenwirkungen in der Auslaufphase berücksichtigt werden. Da mögliche Veränderungen in den Stückkosten immer für einen definierten Zeitraum Gültigkeit besitzen, können variierende Stückkosten auch durch die Bildung von kleineren Zeiteinheiten integriert werden. Für die kleineren Zeiträume sind dann jeweils die erwarteten Auslaufkosten zu bestimmen.

Werden die Auslaufkosten einer Komponenten bzw. eines Lieferkettenpartners in Abhängigkeit der Mengen im Auslaufmengenbereich ermittelt und in einem Diagramm aufgezeigt, so ergibt sich die Auslaufkostenkurve einer Komponenten (vgl. Abbildung 11). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für die Berechnung eine definierte Losgröße verwendet wird.

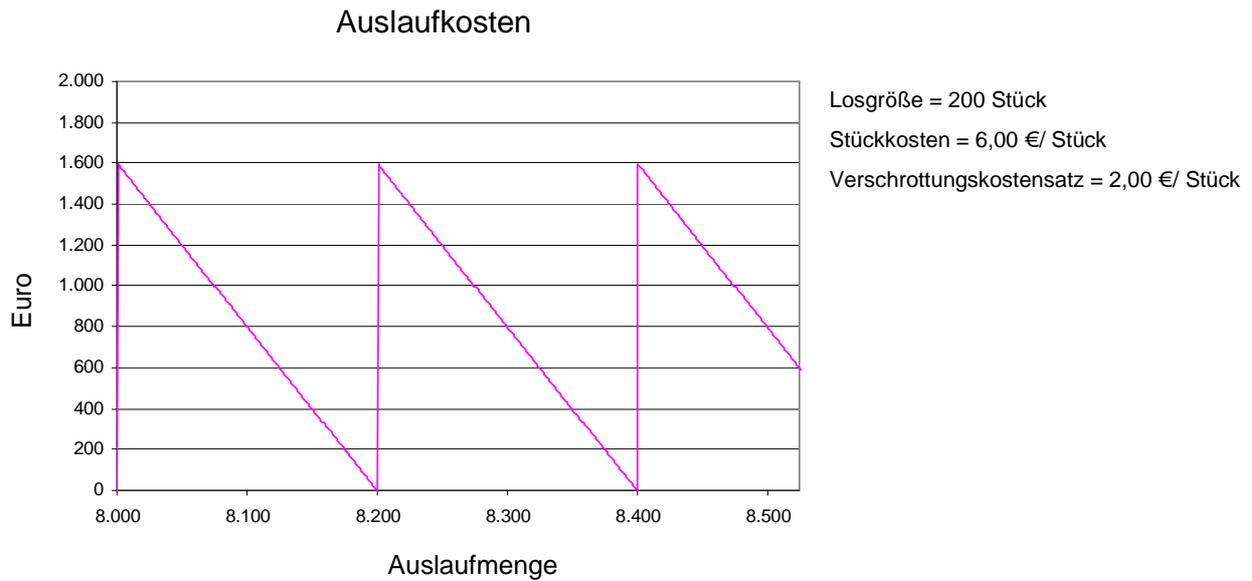


Abbildung 11: Auslaufkosten einer Komponente in Abhängigkeit des Auslaufmengenbereichs für eine definierte Losgröße

### ***Wahl eines Auslauftermins für das Endprodukt unter Berücksichtigung der zu erwartenden Kosten***

Eine Aggregation der einzelnen Auslaufkosten der Komponenten zu einer Gesamtauslaufkostenkurve ermöglicht die Auswahl einer kostenminimalen Auslaufmenge, bei der zunächst keine Maßnahmen zur Reduzierung des Restbestands eingeleitet werden (vgl. Abbildung 12).

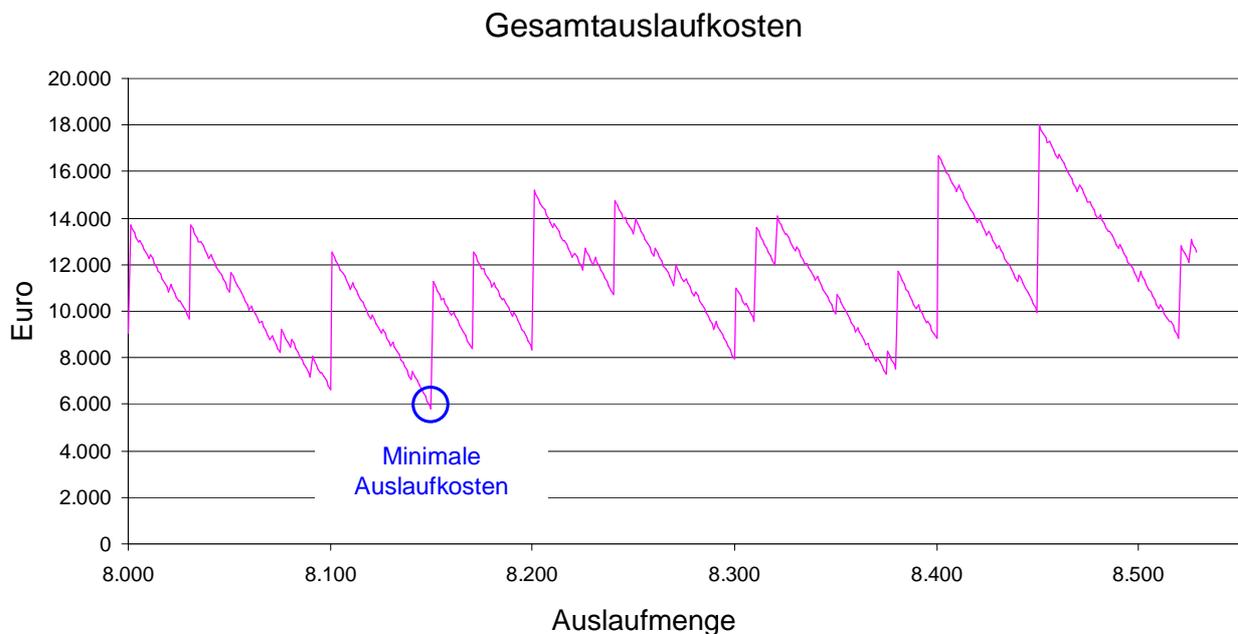


Abbildung 12: Gesamtkostenkurve aufgrund von Restbeständen für den Auslaufmengenbereich

Die Ermittlung der Gesamtauslaufkosten der Lieferkette über den möglichen Auslaufmengenbereich erfolgt durch das Summieren der Auslaufkosten aller relevanten Lieferkettenpartner für jede Menge im Auslaufmengenbereich gemäß der oben beschriebenen Formeln.

$$GAK = \sum_{n=1}^N AK_p \quad \text{für alle Mengen im identifizierten Auslaufmengenbereich}$$

mit GAK = Gesamtauslaufkosten [€]  
 AK<sub>p</sub> = Auslaufkosten des Lieferkettenpartners/ der Komponente p [€]  
 n = Lieferkettenpartner/ Komponente

Mit der Kenntnis der Auslaufmenge kann über die Fortschrittszahlen des (prognostizierten) Kundenbedarfs der zugehörige Auslauftermin ermittelt werden (vgl. Abbildung 13).

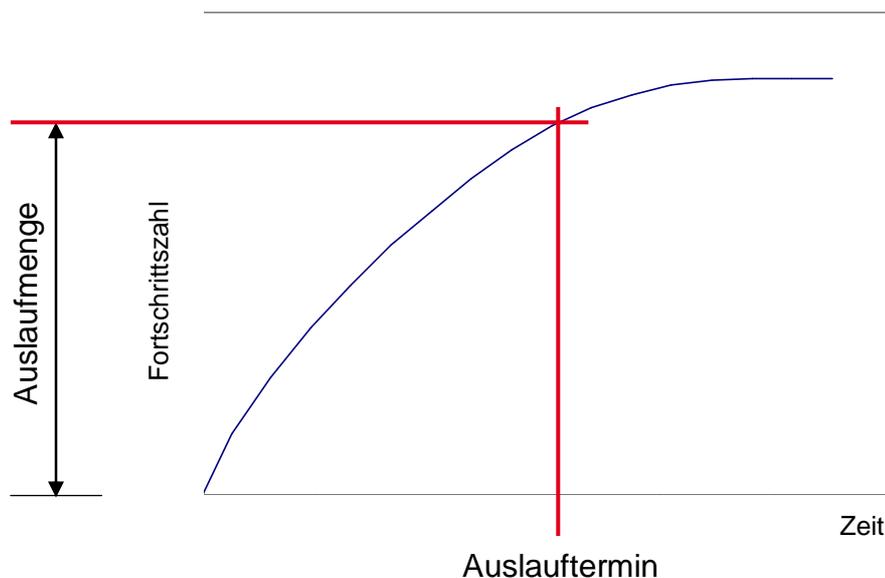


Abbildung 13: Ermittlung des voraussichtlichen Auslauftermins anhand der kostenminimalen Auslaufmengen mit Hilfe der Soll- Fortschrittszahlen (kumulierte Kundenbedarfe) (Beispiel)

Damit ist für den Auslauf eines Endprodukts ein aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhafter Auslaufzeitpunkt als auch die korrespondierende Auslaufmenge definiert. Diese Festlegung ist für die beteiligte Lieferkette maßgebend für die sich anschließende Planung. Die prognostizierten Kundenbedarfe nach dem Auslauftermin werden nicht mehr erfüllt.

***Definition, Analyse und Auswahl von geeigneten Maßnahmen zur Reduktion der zu erwartenden Restbestandskosten für den gewählten Auslauftermin***

Mit der Festlegung eines Auslauftermins und einer Auslaufmenge durch den Hersteller des Endprodukts sind sowohl die zur erwartenden restbestandsinduzierten Auslaufkosten insgesamt als auch für die jeweiligen Komponenten bzw. Lieferkettenpartner bekannt. Somit ist bereits zu diesem Zeitpunkt der Auslaufplanung die Einleitung von Maßnahmen zur Reduzierung der Restbestände möglich. Dafür ist die Kenntnis der Ursachen für Auslaufkosten durch Restbestände erforderlich. Mögliche Ursachen von Restbeständen sind:

- Nichtanpassung vertraglich vereinbarter Bestellmengen.
- Technologisch bedingte minimale Produktionslosgrößen.
- Fertigung von starren Produktionslosgrößen, die auf Basis der Serienproduktionsmengen festgelegt wurden.

Die Auswirkungen der drei Ursachen für Restbestände können bereits zu diesem frühen Zeitpunkt in der Auslaufplanung berücksichtigt und abgemildert werden. Die drei Ursachen zeichnen sich durch die gemeinsame Eigenschaft aus, dass eine fest definierte Produktions- oder Bestellmenge gefertigt bzw. bestellt wird. Diese Eigenschaft führt meist dazu, dass ein Vielfaches der jeweiligen Mengen nicht genau der erforderlichen Auslaufmenge entspricht. Dies ist in der Berechnungsvorschrift für den Restbestand direkt ersichtlich.

Während eine technologisch bedingte minimale Produktionslosgröße zumindest kurzfristig nicht veränderlich ist, sind vertraglich vereinbarte Mindestbestellmengen und auch festgelegte Produktionslosgrößen auch kurzfristig veränderbar. Um jedoch auch den gewünschten Effekt einer Anpassung der Bestellmenge oder Produktionslosgröße (Reduzierung der Restbestände und Auslaufkosten) erreichen zu können, ist die Kenntnis der monetären Wirkung einer Änderung erforderlich.

Mit der Kenntnis der erwarteten Auslaufkosten einer Komponente ist eine weiterführende Analyse der Kostenverursacher möglich. Eine Pareto-Analyse gibt Auskunft über die Anteile der Komponenten an den gesamten Auslaufkosten. Damit können die Komponenten identifiziert werden, die einen großen Anteil der Auslaufkosten verursachen. Weiterhin wird auch ersichtlich, bei welchen Komponenten aufgrund des geringen Kostenanteils der Aufwand einer Maßnahme zur Reduzierung der Auslaufkosten den Nutzen übersteigt.

An einem Beispielprodukt wurde im Projekt eine Pareto-Analyse der Auslaufkosten durchgeführt (vgl. Abbildung 14). Im Ergebnis wird deutlich, dass ca. 20 % der Komponenten 80 % der Auslaufkosten verursachen. Diese werden im weiteren Verlauf als A-Komponenten bezeichnet. Weiterhin wird ersichtlich, dass ca. 30 % der Komponenten weitere 15 % der Auslaufkosten verursachen (im Folgenden als B-

Komponenten bezeichnet). Die restlichen 50 % der Komponenten einen sehr kleinen Anteil an den Auslaufkosten aufweisen (C-Komponenten).

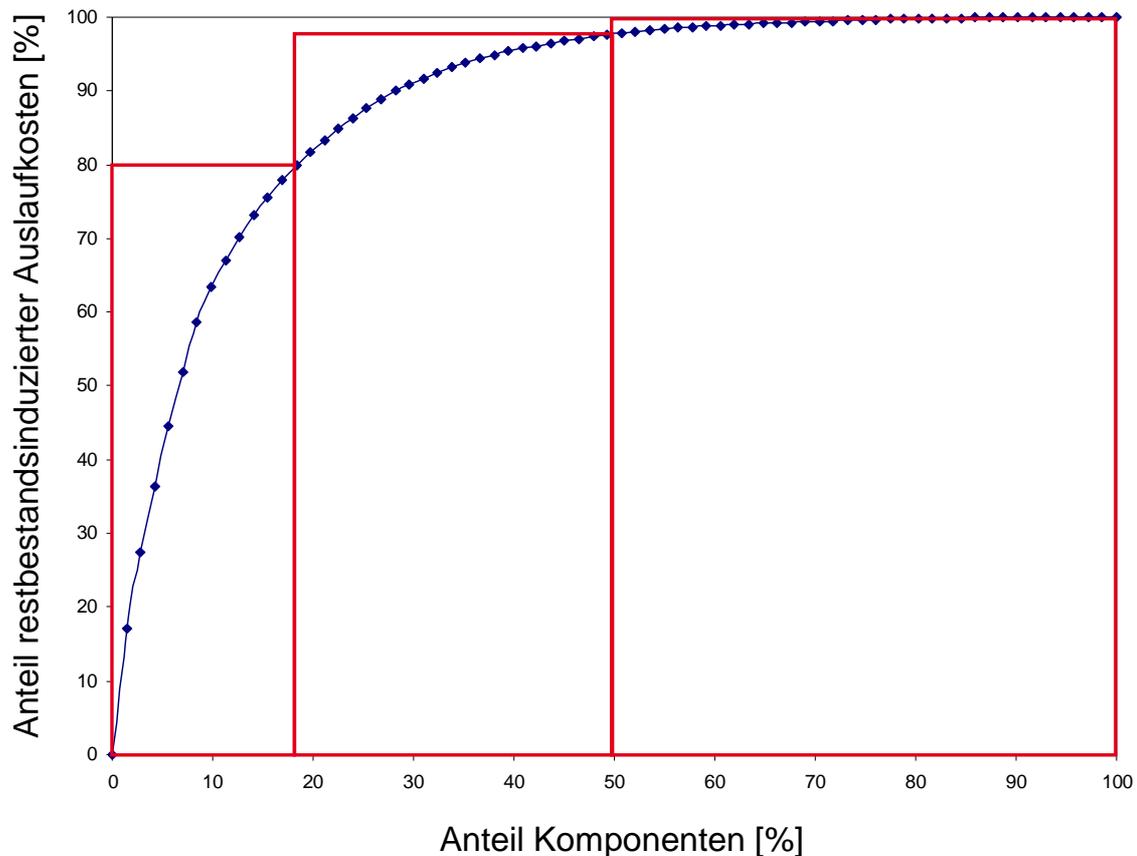


Abbildung 14: Pareto-Analyse der Auslaufkosten für ein Beispielprodukt

Für die A-Komponenten wird eine weitergehende Analyse und Prüfung möglicher Maßnahmen zur Reduzierung der Restbestände und Auslaufkosten empfohlen, da hier die größten Auslaufkosteneinsparpotenziale liegen. Bei den B-Komponenten sollte geprüft werden, inwieweit Parameter der Beschaffungs- und/oder Produktionsplanung und -steuerung aufwandsarm (d. h. ohne zusätzliche aufwändige Verhandlungen mit den betreffenden Lieferanten) an die fallenden Bedarfsmengen angepasst werden können. Für die C-Komponenten würde der Aufwand weiterer Analysen und Maßnahmen den Nutzen in Form einer Auslaufkostenreduzierung weit übersteigen, so dass diese Komponenten aus den weiterführenden Betrachtungen ausgeschlossen werden.

#### *A-Komponenten: weitere Analyse und Maßnahmenableitung*

Die A-Komponenten können anhand der Ergebnisse der durchgeführten Pareto-Analyse in eine Rangfolge nach ihrem Anteil an den Auslaufkosten gebracht werden. Da die Auslaufkosten durch erwartete Restbestände verursacht werden, die durch fest vereinbarte Lieferlosgrößen oder auch technologisch bedingten Losgrößen in der Produktion begründet sind, ist im weiteren Verlauf zu prüfen, welche

Restbestandsreduzierung durch Verkleinerung der vereinbarten Liefer- oder Produktionslosgrößen möglich sind. Dazu wurde im Projekt die sogenannte Losgrößen-Restbestandskurve als Hilfsmittel entwickelt. Die Losgrößen-Restbestandskurve zeigt für eine definierte Auslaufmenge auf, welche Restbestände (y-Achse) bei variierenden Losgrößen (x-Achse) in der Lieferkette verbleiben (vgl. Abbildung 15). Der sägezahnartige Verlauf der Kurve resultiert daraus, dass die definierte Losgröße immer gefertigt oder beschafft wird und die Auslaufmenge nicht zwangsläufig ohne Rest durch diese Losgröße teilbar ist.

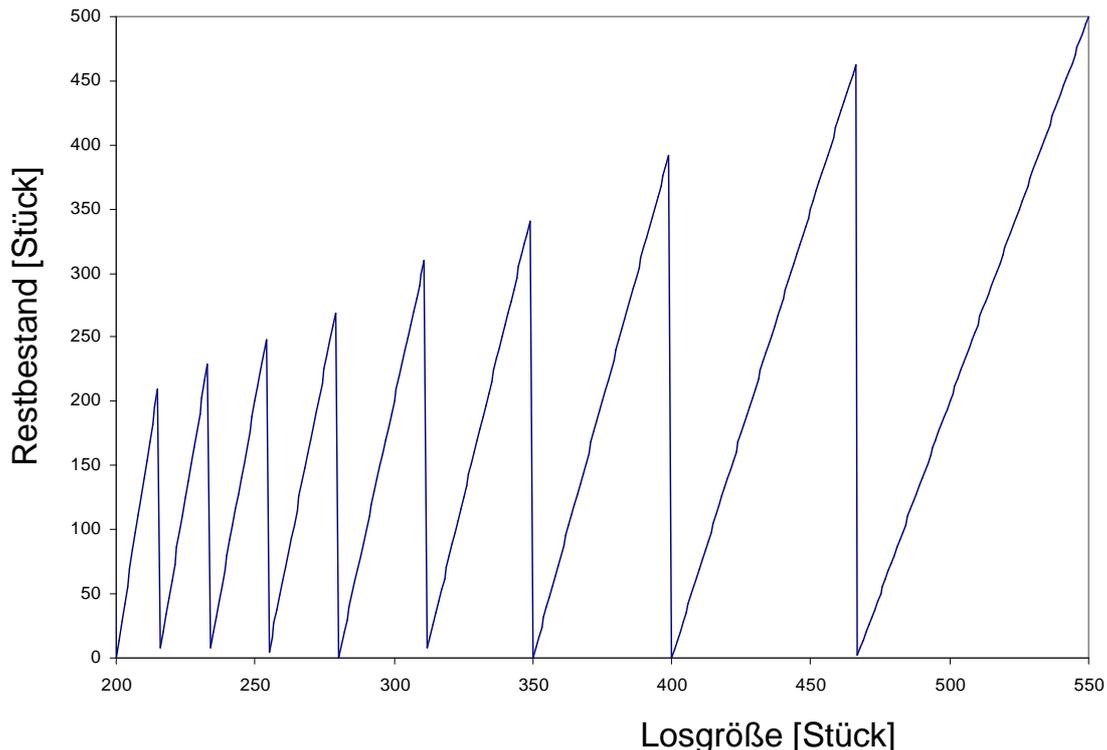


Abbildung 15: Losgrößen-Restbestandskurve

Die zu Grunde liegende Berechnungsformel wurde bereits im vorherigen Abschnitt zur Ermittlung der Restbestände genutzt und wird hier daher lediglich zum besseren Verständnis aufgeführt.

$$RB = \left\lceil \frac{q_0}{x_v} \right\rceil \cdot x_v - q_0$$

mit RB = Restbestand [Stück]  
 $q_0$  = Auslaufmenge der Komponente [Stück]  
 $x_v$  = minimale Losgröße der Komponente [Stück]

Die Losgrößen-Restbestandskurve zeigt zwei Besonderheiten auf. Erstens ist festzustellen, dass mehrere vorteilhafte Losgrößen existieren, die zu einem

Restbestand von Null führen. Zweitens verdeutlicht der steigende Trend der Kurve, dass kleiner Losgrößen prinzipiell ein geringeres Restbestandsrisiko aufweisen als größere Losgrößen.

Die Losgrößen-Restbestandskurve unterstützt die Lieferketten effektiv bei der Anpassung von Losgrößen. Mit der Losgrößen-Restbestandskurve kann zunächst visuell der Effekt der aktuell vereinbarten oder festgelegten Losgröße in Bezug auf den Restbestand aufgezeigt werden. In dem Beispiel in Abbildung 15 wird ersichtlich, dass bei einer Auslaufmenge von 2.800 Stück und einer vereinbarten Losgröße von 500 Stück ein Restbestand von 200 Stück nach dem Auslauf in der Lieferkette verbleibt. Eine Reduzierung der Losgröße auf 400 Stück pro Lieferung würde eine Eliminierung des Restbestands erlauben. Die Kurve zeigt jedoch auch, dass eine Reduzierung der Losgröße nicht zwangsläufig zu einer Reduzierung des Restbestands führt. Eine neu vereinbarte Losgröße von 450 Stück pro Lieferung würde bspw. eine Erhöhung des Restbestands bedeuten. Dies entspricht der bereits getätigten Aussage, dass die Auslaufmenge nicht zwangsläufig ohne Rest durch eine fixierte Losgröße teilbar ist.

Durch die Nutzung der Auslaufkostenermittlung kann die Losgrößen-Restbestandskurve leicht in eine monetäre Sicht überführt werden, die sogenannte Losgrößen-Auslaufkostenkurve (vgl. Abbildung 16).

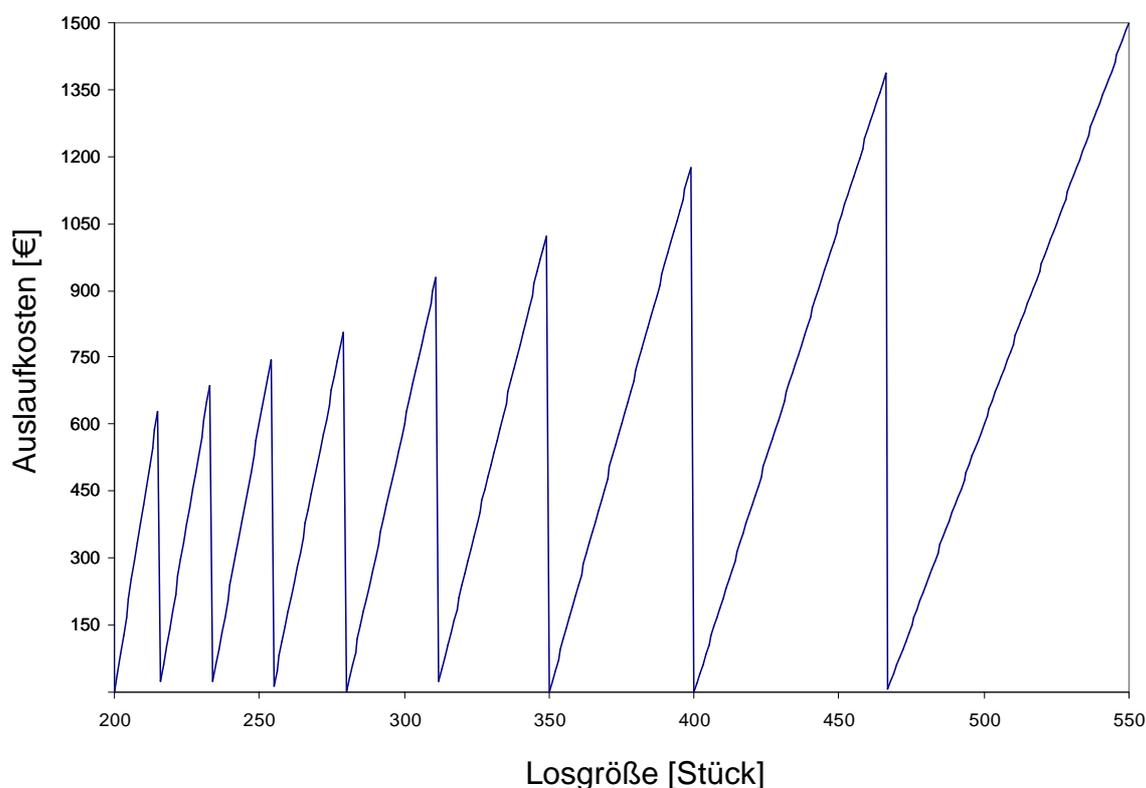


Abbildung 16: Losgrößen-Auslaufkostenkurve

Aufgrund der als konstant vorausgesetzten Kostenbestandteile Wert der Komponente, Lagerhaltungskostensatz und Kostensatz für Verschrottung sind die

Verläufe der beiden Kurven identisch. Ein Verschrottungskostensatz z. B. jeweils zehn Komponenten verändert den prinzipiellen Verlauf der Kurve ebenfalls nicht. Insbesondere bei der Anpassung von vertraglich vereinbarten Lieferlosgrößen ist unbedingt zu berücksichtigen, dass eine Anpassung nur gemeinsam von Lieferant und Kunde vereinbart werden.

#### *B-Komponenten: Anpassung der logistischen Parameter*

Für die B-Komponenten sind die Parameter der Disposition und Produktion hinsichtlich des Auslaufs zu überprüfen. Hier sind z. B. die Produktionslosgrößen auf den fallenden Bedarf anzupassen und die Sicherheitsbestände zu reduzieren. Die Tabelle mit den Prozessen im Auslauf und den relevanten logistischen Parametern aus Arbeitspaket 1 dient hierbei als Checkliste für mögliche Parameteranpassungen.

#### ***Planung der Auslaufmengen für die Lieferkettenpartner mit Fortschrittszahlen unter Berücksichtigung des Auslauftermins des Endprodukts und der Maßnahmen***

Mit der Festlegung des Auslauftermins und der Auslaufmenge durch den Hersteller des Auslaufprodukts sowie der Einleitung erster Maßnahmen zur Reduzierung der Auslaufkosten durch die Anpassung fixer Losgrößen sind die Rahmenbedingungen des Auslaufs bekannt. Somit kann die Planung der Produktionsmengen in den Unternehmen der Lieferkette erfolgen. Die Auslaufplanung erfolgt dabei in den Schritten „Ermittlung der Soll-Fortschrittszahlen“ und „Ermittlung der Plan-Fortschrittszahlen“. Die Soll-Fortschrittszahlen bilden den kontinuierlich dargestellten Kundenbedarf ab. Die Plan-Fortschrittszahlen hingegen zeigen die diskret dargestellten Fortschrittszahlen, die sich aufgrund der Losgrößenplanung in den Unternehmen einstellen.

Für die zu berücksichtigenden Komponenten und Unternehmen der Lieferkette bzw. die damit verbundenen Kontrollblöcke werden auf Basis der Soll-Fortschrittszahlen des Referenzblocks die Soll-Fortschrittszahlen erzeugt und verteilt. Der Referenzblock ist das Unternehmen, das das Endprodukt herstellt, so dass die Soll-Fortschrittszahlen des Referenzblocks den prognostizierten Kundenbedarfen entsprechen. Die Soll-Fortschrittszahlen sind die Abgangsfortschrittszahlen aus dem Unternehmen und stellen für die Lieferkettenpartner verbindliche Liefermengen dar. Auf Basis dieser Zahlen kann eine unternehmensspezifische und gleichzeitig von den anderen Lieferkettenpartnern unabhängige Planung der Produktionsmengen erfolgen. Die Darstellung der Soll-Fortschrittszahlen erfolgt kontinuierlich. Es werden keine Losgrößen berücksichtigt, um damit die Nachfrageinformation nicht zu verzerren [Löd08].

Grundsätzlich kann die Ableitung der Soll-Fortschrittszahlen der Kontrollblöcke aus den Fortschrittszahlen des Referenzblockes mittels einer Vorlaufverschiebung oder einer Umlaufverschiebung erfolgen [Löd08]. Die Vorlaufverschiebung verschiebt die Fortschrittszahlen um eine (konstante) Vorlaufzeit aus der Zukunft in Richtung Gegenwart. Dies führt bei variierenden Bedarfsraten zu variablen Soll-Beständen. Die Umlaufverschiebung erhöht für die Fortschrittszahlenableitung eines abhängigen Kontrollblocks den Fortschrittszahlenverlauf des Referenzkontrollblocks um den Soll-Bestand. Damit werden konstante Bestände vorausgesetzt. Für den Einsatz in Lieferketten ist die Umlaufverschiebung insofern erschwert umzusetzen, als dass die Unternehmen Informationen über ihre Bestände offenlegen müssten.

Die Ermittlung der Soll-Fortschrittszahlen für die Lieferkette erfolgt über eine Vorlaufverschiebung der Soll-Fortschrittszahlen für das Endprodukt. Weiterhin sind die Direktbedarfskoeffizienten der jeweiligen Komponenten zu berücksichtigen [Ost08].

Die Soll-Fortschrittszahlen werden gemäß folgender Formel ermittelt:

$$FSZ_{,Soll_i}(t) = FSZ_{EP,Soll}(t - VLZ_{i,EP}) \cdot \alpha_i$$

mit  $FSZ_{i,Soll}$  = Soll-Fortschrittszahl der Komponente i [Stück]  
 $t$  = Zeitpunkt [ZE]  
 $FSZ_{EP,Soll}$  = Soll-Fortschrittszahl des Endprodukts [Stück]  
 $VLZ_{i,EP}$  = Vorlaufzeit der Komponenten i in Bezug auf das Endprodukt [ZE]  
 $\alpha_i$  = Bedarfskoeffizient der Komponente i [Anzahl/ Stück]

Die unternehmensspezifische Planung erzeugt in der Detailstufe 2 sowohl Zugangs- als auch Abgangsfortschrittszahlen für den Produktionsbereich. Dabei können eventuell vorhandene Restriktionen in der Lieferkette wie z. B. vertraglich vereinbarte Lieferlosgrößen sowie technologisch bedingte minimale Produktionslosgrößen berücksichtigt werden.

Grundsätzlich kann bei der Losgrößenbildung ein beliebiges Verfahren angewendet werden. Im Projekt wurden exemplarisch zwei Losgrößenverfahren herausgegriffen: Losgrößenbildung mit dem Lot-for-Lot-Ansatz und Losgrößenbildung nach Wagner Within. Im Demonstrator (vgl. Arbeitspaket 6) ist neben diesen beiden Verfahren die Möglichkeit gegeben, die Ergebnisse eines anderen Losgrößenverfahrens manuell einzulesen.

Die Losgrößenermittlung mit dem Lot-for-Lot-Ansatz ist eine starke Vereinfachung des Losgrößenproblems bei schwankenden Bedarfen. Bei jeder Losauflage wird der erforderliche Bedarf gefertigt (bei variabler Produktionslosgröße) bzw. bei fixen Produktionslosgrößen ein Vielfaches der Produktionslosgröße, so dass der erforderliche Bedarf gedeckt werden kann. Im Fall von fixen Produktionslosgrößen

entsteht i. d. R. Bestand, der bei der nächsten Festlegung der aufzulegenden Losgröße berücksichtigt werden muss. Bei Anwendung dieses Verfahrens sind hohe Auftragswechselkosten zu erwarten, jedoch ist die Anwendung des Verfahrens sehr einfach. Erforderlich und auch ausschlaggebend für das Ergebnis der Losgrößenbildung ist die Definition einer Planperiodenlänge bzw. des Dispositionsrythmusses.

Das *Verfahren von Wagner Within* ist ein exaktes Lösungsverfahren zur Berücksichtigung von schwankenden Bedarfen. In einer Vorwärtsrechnung erfolgt die Berechnung der minimalen losbedingten Kosten. In einer Rückwärtsrechnung werden darauf basierend die optimalen Losgrößen und Fertigungstermine ermittelt. Ebenso wie der Lot-for-Lot-Ansatz ist auch bei dem Verfahren von Wagner und Within die Definition einer Planperiodenlänge erforderlich, so dass auch hier das Ergebnis durch diese Festlegung beeinflusst wird.

Die Planungsergebnisse ermitteln Losgrößen und definieren gleichzeitig Fertigstellungstermine der Produktionslose, d. h. Plan-Abgangsfortschrittszahlen für den Kontrollblock Produktion. Mit der Kenntnis der Mengen und Termine ist eine diskrete Darstellung der Plan-Fortschrittszahlen möglich. Die Plan-Zugangsfortschrittszahlen werden mittels einer festen, in der Stücklistentabelle bereits angegebenen Produktionsdurchlaufzeit bzw. Auftragsdurchlaufzeit anhand der Abgangsfortschrittszahlen ermittelt.

Für die virtuellen Lagerbereiche erfolgt keine eigenständige Planung. Aufgrund der direkten Verknüpfung aufeinanderfolgender Kontrollblöcke über den Materialfluss werden die Plan-Abgangsfortschrittszahlen durch die geplanten Zugänge des nachfolgenden Produktionsbereichs und die Plan-Zugangsfortschrittszahlen durch die geplanten Abgänge des vorangehenden Produktionsbereichs festgelegt.

In einem weiteren Schritt (Detailstufe 3) erfolgt auf Basis der Plan-Fortschrittszahlen der virtuellen Lagerbereiche die Planung der Transportmengen. Die geplanten Zugangsfortschrittszahlen und die geplanten Abgangsfortschrittszahlen eines virtuellen Lagers stellen den Planungsrahmen für die Transportmengenplanung dar. Grundsätzlich entspricht dies der Logik der Produktionsplanung mit den Soll-Fortschrittszahlen als Planungsrahmen. Im Rahmen der Transportplanung können demnach unterschiedliche Verfahren angewandt werden.

Mit der Planung der Produktionslosgrößen ist die Planung des Auslaufs in der Lieferkette abgeschlossen. Die ermittelten Plan-Fortschrittszahlen bilden die Grundlage für das sich anschließende Controlling des Auslaufs.

### 3.4.Arbeitspaket 4: Methode zur Steuerung und dem Controlling eines geplanten Auslaufes

Die Aufgabe des Controllings des Auslaufs besteht in der Beherrschung, Lenkung und Steuerung bei der Durchführung des Auslaufs in der Lieferkette [Con10]. Das Controlling des Produktauslaufs in der Lieferkette soll Abweichungen von den Plan-Werten identifizieren, um mit geeigneten Maßnahmen auf diese Abweichungen reagieren zu können. Die Identifikation von Abweichungen der geplanten Produktionsmengen wird durch die gemeinsame Darstellung der Ist-Fortschrittszahlen mit den Plan-Fortschrittszahlen in einem Diagramm ermöglicht (vgl. Abbildung 17). Die Ist-Fortschrittszahlen werden in der Produktion durch Rückmeldungen von Aufträgen, im Wareneingang durch die Wareneingangsmeldung bzw. -buchung und im Warenausgang durch die Warenausgangsmeldung bzw. -buchung repräsentiert.

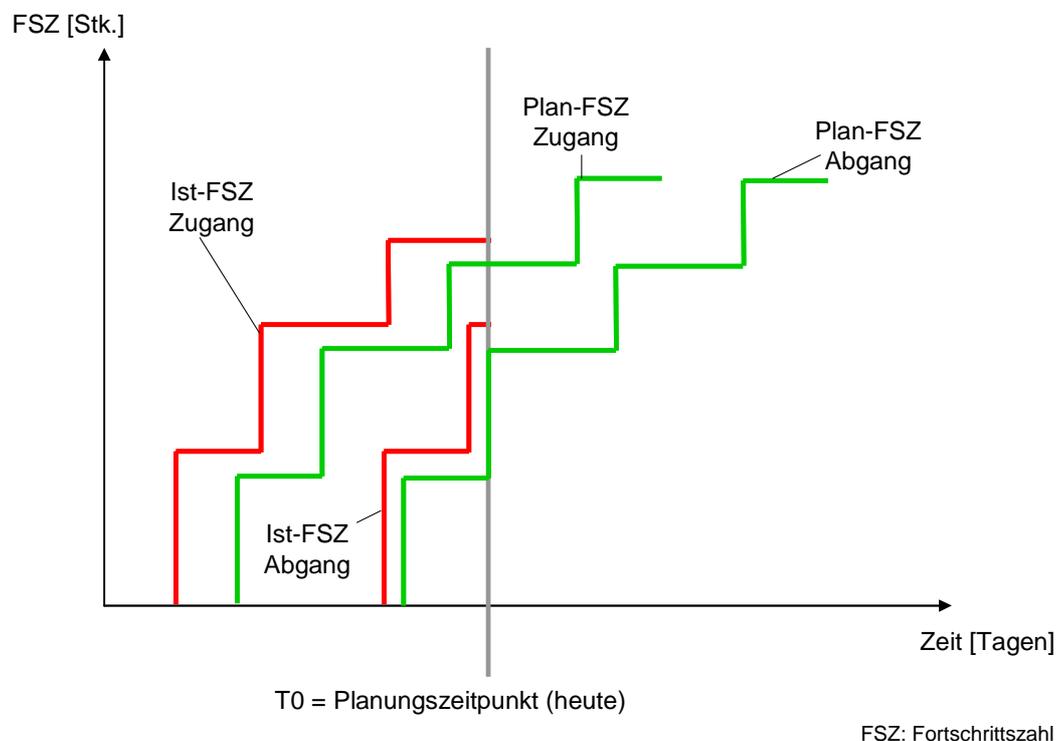


Abbildung 17: Ist- und Plan-Fortschrittszahlen im Fortschrittszahlendiagramm

Durch den Vergleich von Plan- und Ist-Fortschrittszahlen können insbesondere Terminverspätungen und negative Mengenabweichungen (Mindermengen) identifiziert werden. In Abbildung 18 links ist beispielhaft eine Terminverspätung dargestellt. Die Terminverspätung zeichnet sich dadurch aus, dass zwar die Produktionsmenge dem Plan entspricht bzw. den Plan übersteigt, jedoch der geplante Fertigstellungstermin überschritten wurde. Im Diagramm befindet sich in diesem Fall die Kurve der Ist-Fortschrittszahlen hinter der Kurve der Plan-Fortschrittszahlen. In Abbildung 18 rechts ist beispielhaft eine Mindermenge

dargestellt. Die negative Mengenabweichung zeichnet sich dadurch aus, dass der Fertigstellungstermin dem Plan entspricht oder auch vor dem geplanten Termin fertig gestellt ist. Die geplante Menge wurde jedoch nicht erreicht. Im Diagramm befindet sich in diesem Fall die Kurve der Ist-Fortschrittszahlen unter der Kurve der Plan-Fortschrittszahlen.

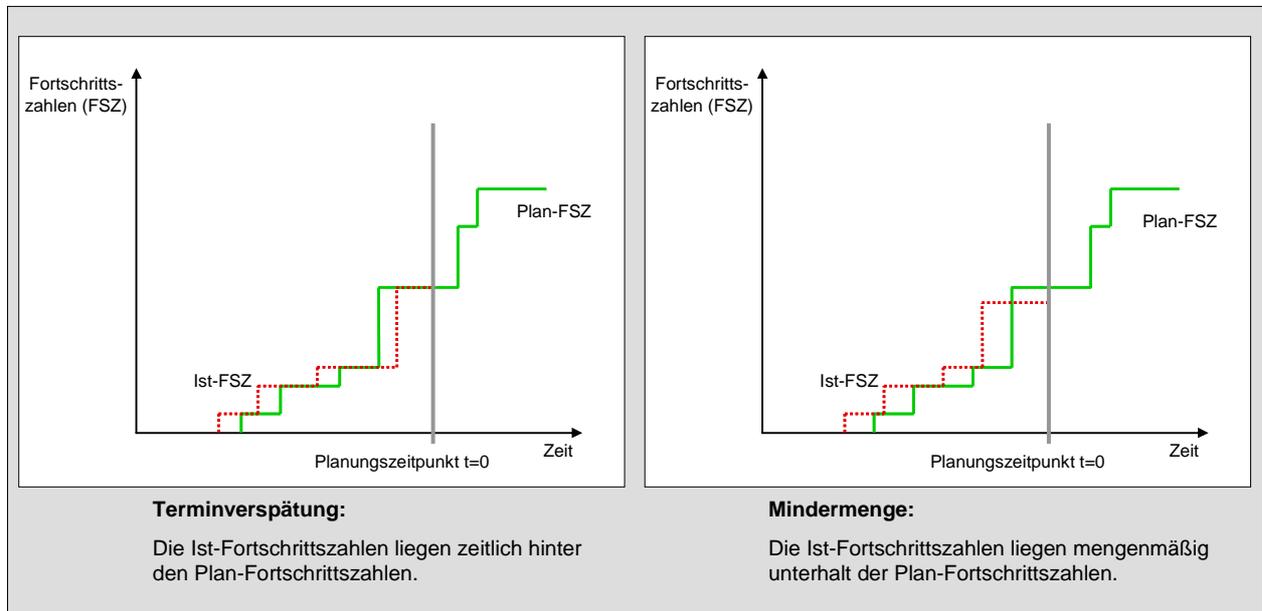


Abbildung 18: Identifizierung von Terminverspätungen und Mindermengen mit Fortschrittszahlen

Das Fortschrittszahlenkonzept eignet sich gut für die Koordination unternehmensübergreifender Lieferketten. Für ein Controlling der Lieferkette ist die Offenlegung von Plan- und Ist-Fortschrittszahlen erforderlich [Löd08]. Im Rahmen dieses Projekts soll durch den Einsatz von Soll-Fortschrittszahlen in erster Linie eine Koordination der Lieferkette erreicht werden. Weiterhin wurde das Fortschrittszahlenkonzept auch ausgewählt, um eine dezentrale und vor allem eigenständige Planung und Steuerung der beteiligten Unternehmen zu ermöglichen, da zentrale Planungs- und Steuerungsansätze in der Praxis oft auf Widerstände in den einzelnen Unternehmen stoßen. Aus diesem Grund wird zwar ein lieferkettenweites Controlling mit Fortschrittszahlen vorgesehen, die Steuerung obliegt jedoch den einzelnen Unternehmen der Lieferkette.

Mit dem Einsatz von Fortschrittszahlen ist ein Controlling der Bestände möglich. Der Bestand zu einem beliebigen Zeitpunkt entspricht dem vertikalen Abstand der Zugangs- und Abgangsfortschrittszahl (vgl. Abbildung 19).

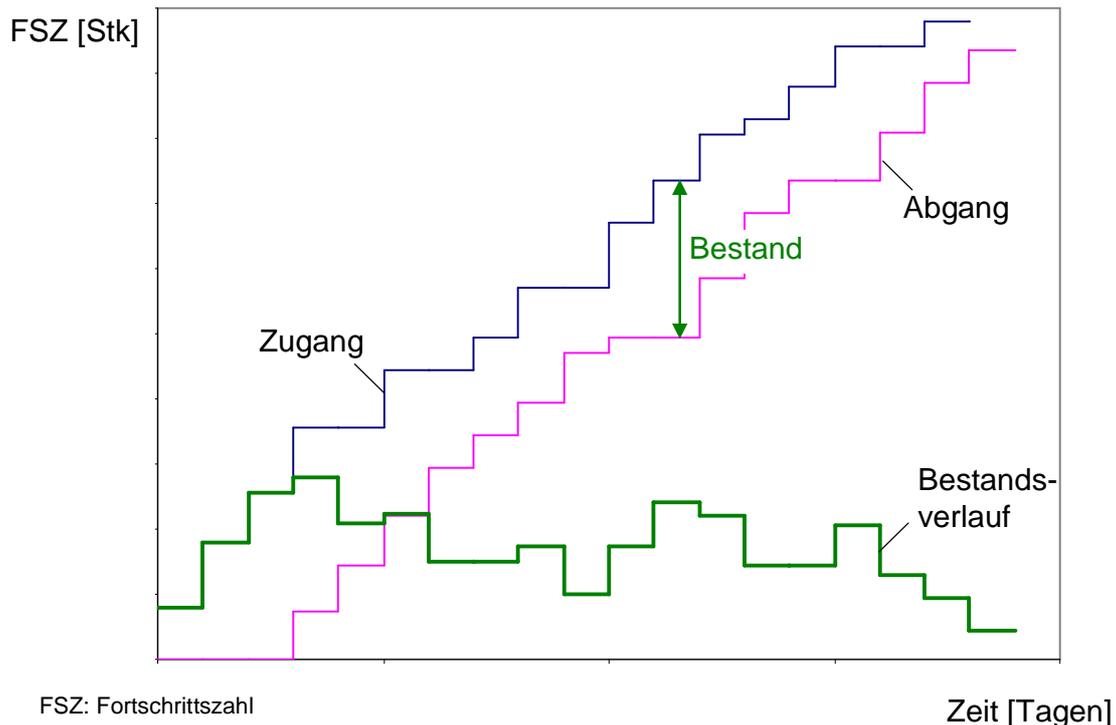


Abbildung 19: Bestand im Fortschrittszahlendiagramm

Bestände können sowohl für die Kontrollblöcke Produktion als auch für die Kontrollblöcke virtuelles Lager sowie für die weiteren Detailstufen Wareneingangs- und Warenausgangslager ermittelt werden. Ebenfalls ablesbar aus dem Diagramm ist der nach dem Auslauftermin mögliche Restbestand der betrachteten Komponente. Restbestand liegt dann vor, wenn nach dem Auslauf die Bestandskurve größer als Null ist. Restbestand kann nur in den Kontrollblöcken virtuelles Lager bzw. dementsprechend Wareneingangs- und Warenausgangslager vorhanden sein, da alle produzierten Mengen direkt in den sich anschließenden Lagerbereich eingehen. Im Kontrollblock Produktion ist aus dem Fortschrittszahlendiagramm zudem ersichtlich, wie oft ein neues Los der betrachteten Komponente aufgelegt wurde: jede Stufe der Ist-Fortschrittszahlen repräsentiert ein neues Los. Mit den Informationen aus dem Fortschrittszahlendiagramm ist die Bewertung der Lagerhaltungskosten bzw. der Kapitalbindung sowie der Rüstkosten während des Auslaufs und die Ermittlung der restbestandsinduzierten Auslaufkosten nach dem Auslauf möglich. Ein effizientes Controlling des Auslaufs in der Lieferkette mit den Fortschrittszahlen ist sehr gut umsetzbar. Eine Steuerung mit Fortschrittszahlen ist grundsätzlich ebenfalls möglich, jedoch wurden bisher keine allgemein gültigen Verfahrensalgorithmen definiert, d. h. das Fortschrittszahlenkonzept trifft keine Anweisungen zur Steuerung [Löd08]. Eine Entwicklung von Verfahrensalgorithmen zur Steuerung mit Fortschrittszahlen ist nicht trivial und hängt von verschiedenen Randbedingungen wie z. B. der Fertigungsorganisation ab.

Für die Anwendung von Fortschrittszahlen in der Steuerung ist vom Anwender aufgrund der bisher fehlenden allgemein gültigen Verfahrensalgorithmen eine weitergehende Spezifizierung bzw. Ergänzung des Konzepts erforderlich. Damit können einerseits unternehmensspezifische Fertigungstypen in einer Lieferkette berücksichtigt werden und andererseits auch bereits eingesetzte Steuerungsverfahren verwendet werden, da das Fortschrittszahlenkonzept eine hohe Kombinationsfähigkeit mit anderen Verfahren aufweist [Löd08].

Im Projekt wurden verschiedene Fertigungssteuerungsverfahren auf ihre Einsatzmöglichkeit im Auslauf analysiert. Dabei ist grundsätzlich die direkte Steuerung des Auslaufs mit einem Fertigungssteuerungsverfahren nicht möglich. Grund hierfür ist der Produktbezug des Auslaufs und die (gegenläufige) Produktionssicht bzw. Arbeitssystemsicht der Fertigungssteuerungsverfahren. Dennoch sind in Abhängigkeit der logistischen Zielsetzung im Auslauf (Termin-treue und Rückstand) einige Fertigungssteuerungsverfahren besser in der Lage, die logistischen Ziele des Auslaufs zu beeinflussen als andere Verfahren. Das Fortschrittszahlenkonzept liefert für diese Verfahren die Eingangsparameter. Aufgrund der Produkt- bzw. Auftragssicht und der ermittelbaren Terminverspätung kommen für die Kombination mit dem Fortschrittszahlenkonzept im Auslauf in Lieferketten grundsätzlich termin- und rückstandsorientierte Fertigungssteuerungsverfahren in Frage, wobei insbesondere Reihenfolgeregeln sowie Kapazitätssteuerungsverfahren vielversprechende Ansätze darstellen. Im Folgenden wird ein Überblick über ausgewählte termin- und rückstandsorientierte Verfahren gegeben. Für detaillierte Informationen zu Einsatzbedingungen, Funktionsweise und Anwendung sei auf [Löd08] verwiesen.

### **3.5. Arbeitspaket 5: Anpassung eines Kompensationsmodells zum Auslaufkostenausgleich zwischen Lieferkettenstufen**

Bei der Durchführung eines Auslaufs sind sowohl durch Liefertermin- und -mengenabweichungen als auch durch Bedarfsschwankungen aufgrund der Komplexität in Lieferketten Auslaufkosten in der Praxis kaum vollständig zu vermeiden. Der Ausgleich der Auslaufkosten zwischen den Lieferkettenpartnern kann im Rahmen eines Kompensationsmodells geregelt werden.

Bezugsgegenstand eines möglichen Kompensationsmodells zwischen den Unternehmen der Lieferkette bei Produktausläufen sind zusätzliche Kosten durch Restbestände, Kosten für die Durchführung von Maßnahmen zur Reduzierung der Losgrößen sowie die dadurch erzielten Nutzen in Form von reduzierten Restbeständen bzw. den damit verbundenen Auslaufkosten. Die Grundlage für ein Kompensationsmodell ist daher eine hohe Transparenz über Kosten und Nutzen im Auslauf. Das in Kapitel 3.2 erarbeitete Auslaufkostenmodell stellt die Grundlage für

das Kompensationsmodell dar. Die oben genannten möglichen Zusatzkosten wurden in Abhängigkeit der in Arbeitspaket 3 beschriebenen Maßnahmen mit dem Kostenmodell identifiziert. Die folgenden Abbildungen geben eine Übersicht über die jeweiligen Kostenwirkungen der Maßnahmen.

*Kosten und Nutzen bei der Durchführung von Maßnahmen zur Reduzierung von Restbeständen*

		Während des Auslaufs		Nach dem Auslauf	
Produkt	Lagerhaltungskosten	Lieferant: bei Nichtanpassung der Produktionslose steigen die Lagerhaltungskosten aufgrund höherer Bestände; Kunde: Lagerhaltungskosten sinken aufgrund geringeren Bestand		Lagerhaltungskosten	-
				Kosten für unnötige Wertschöpfung	-
				Kosten für Verschrottung	-
Produktion/ Prozess	Rüstkosten	keine Aussage möglich		Kosten für Demontage	-
	Kosten durch Störungen	-		Kosten für Wiederaufbereitung von Komponenten	-
	Kosten für Betriebsmittel	-		Kosten für Demontage und Veräußerungen von Betriebsmitteln	-
	Kosten für Betriebsstoffe	-		Kosten für Einlagerung von Betriebsmitteln	-
	Handlingskosten	erhöhte Kosten aufgrund erhöhter Anzahl Bestellungen (bei Lieferant und Kunde); Lieferant: zusätzliche Kosten z. B. durch Umpacken oder Verwendung alternativer Verpackungsmaterialien möglich			
Administration	Kosten für Planung	erhöhte Kosten für Festlegung neue Losgröße		Kosten für Planung und Steuerung der Restbestandsoptionen	-
	Kosten für Steuerung	keine Aussage möglich			
	Bestellabwicklungskosten	erhöhte Kosten aufgrund erhöhter Anzahl Bestellungen (bei Lieferant und Kunde)			
	Kosten für Abstimmung mit Lieferanten	erhöhte Kosten durch Abstimmung über Losgröße			
	Kosten für Abstimmung mit Kunden	erhöhte Kosten durch Abstimmung über Losgröße			

Abbildung 20: Kosten der Maßnahme: "Anpassung/ Reduzierung fixer Bestelllosgrößen"

		Während des Auslaufs		Nach dem Auslauf	
Produkt	Lagerhaltungskosten	geringere Kosten aufgrund geringerer Bestände		Lagerhaltungskosten	-
				Kosten für unnötige Wertschöpfung	-
				Kosten für Verschrottung	-
Produktion/ Prozess	Rüstkosten	erhöhte Kosten aufgrund erhöhter Anzahl Lose		Kosten für Demontage	-
	Kosten durch Störungen	-		Kosten für Wiederaufbereitung von Komponenten	-
	Kosten für Betriebsmittel	-		Kosten für Demontage und Veräußerungen von Betriebsmitteln	-
	Kosten für Betriebsstoffe	-		Kosten für Einlagerung von Betriebsmitteln	-
	Handlingskosten	erhöhte Kosten z. B. für Materialbereitstellung aufgrund erhöhter Anzahl Lose			
Administration	Kosten für Planung	erhöhte Kosten für Festlegung neue Losgröße		Kosten für Planung und Steuerung der Restbestandsoptionen	-
	Kosten für Steuerung	keine Aussage möglich			
	Bestellabwicklungskosten	keine Aussage möglich			
	Kosten für Abstimmung mit Lieferanten	-			
	Kosten für Abstimmung mit Kunden	-			

Abbildung 21: Kosten der Maßnahme: "Anpassung/ Reduzierung fixer Produktionslosgrößen"

		Während des Auslaufs		Nach dem Auslauf	
Produkt	Lagerhaltungskosten	Kostenwirkung abhängig vom gewählten Losgrößenverfahren		Lagerhaltungskosten	-
				Kosten für unnötige Wertschöpfung	-
				Kosten für Verschrottung	-
Produktion/ Prozess	Rüstkosten	Kostenwirkung abhängig vom gewählten Losgrößenverfahren		Kosten für Demontage	-
	Kosten durch Störungen	-		Kosten für Wiederaufbereitung von Komponenten	-
	Kosten für Betriebsmittel	-		Kosten für Demontage und Veräußerungen von Betriebsmitteln	-
	Kosten für Betriebsstoffe	-		Kosten für Einlagerung von Betriebsmitteln	-
	Handlingskosten	Kostenwirkung abhängig vom gewählten Losgrößenverfahren			
Administration	Kosten für Planung	erhöhte Kosten durch Umstellung des Losgrößenverfahrens		Kosten für Planung und Steuerung der Restbestandsoptionen	-
	Kosten für Steuerung	keine Aussage möglich			
	Bestellabwicklungskosten	Kostenwirkung abhängig vom gewählten Losgrößenverfahren			
	Kosten für Abstimmung mit Lieferanten	-			
	Kosten für Abstimmung mit Kunden	-			

Abbildung 22: Kosten der Maßnahme: "Änderung des verwendeten Losgrößenverfahrens"

Restbestände und Auslaufkosten können zwar mit der Methode zur Auslaufplanung reduziert werden, jedoch können diese in der Regel nicht vollständig vermieden werden. Für diese Restbestände stehen mehrere Optionen zur weiteren Verwendung oder Verwertung zur Verfügung, die u. U. zusätzliche Kosten verursachen. Abbildung 23 zeigt in der Übersicht die möglichen Optionen. Die Optionen besitzen sowohl für das Endprodukt als auch für die Komponenten Gültigkeit.

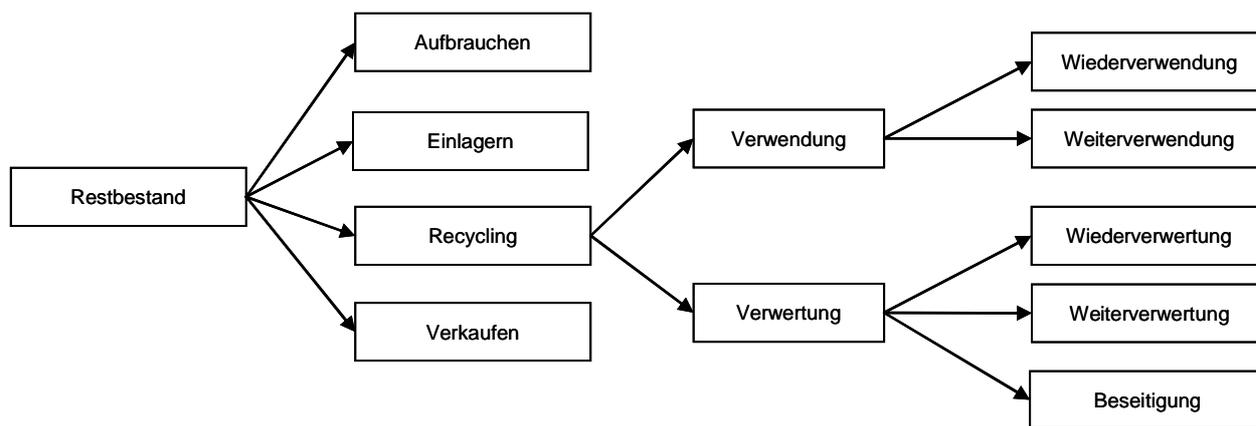


Abbildung 23: Restbestandsoptionen

Die jeweiligen Optionen für die Restbestände erfordern ebenfalls zusätzliche Aufwände, aber führen möglicherweise auch zu zusätzlichen Erlösen wie z. B. beim Verkauf von Metallschrott [Lee01, Erd01]. Abbildung 24 gibt einen Überblick über die Kosten und Erlöse der Restbestandsoptionen.

		Während des Auslaufs		Nach dem Auslauf		zusätzlicher Nutzen
Produkt	Lagerhaltungskosten	-	Lagerhaltungskosten	erhöhte Kosten	Erlöse für Schrott	
			Kosten für unnötige Wertschöpfung	erhöhte Kosten		
			Kosten für Verschrottung	erhöhte Kosten		
Produktion/ Prozess	Rüstkosten	-	Kosten für Demontage	erhöhte Kosten	Erlöse für Weiterverkauf	
	Kosten durch Störungen	-	Kosten für Wiederaufbereitung von Komponenten	erhöhte Kosten		
	Kosten für Betriebsmittel	-	Kosten für Demontage und Veräußerungen von Betriebsmitteln	-		
	Kosten für Betriebsstoffe	-	Kosten für Einlagerung von Betriebsmitteln	-		
	Handlingskosten	-				
Administration	Kosten für Planung	-	Kosten für Planung und Steuerung der Restbestandsoptionen	erhöhte Kosten		
	Kosten für Steuerung	-				
	Bestellabwicklungskosten	-				
	Kosten für Abstimmung mit Lieferanten	-				
	Kosten für Abstimmung mit Kunden	-				

Abbildung 24: Zusätzliche Kosten durch Restbestände

*Kosten und Nutzen in der Lieferkette*

Die Ermittlung von zusätzlichen Kosten und des Nutzens einer Maßnahme zur Reduzierung von Restbeständen erfordert den Vergleich der Ausgangssituation ohne Maßnahmen und der Situation mit der Durchführung einer Maßnahme. Die Kostenbewertung für die Ausgangssituation erfolgt mit den gleichen Berechnungsvorschriften wie bei der Situation mit der Maßnahmendurchführung. Dabei sind sowohl die Kosten während des Auslaufs als auch die Kosten nach dem Auslauf zu berücksichtigen. Die Gegenüberstellung der einzelnen Kostenpositionen

sowie der Gesamtkosten stellt die Grundlage für eine Kostenkompensation in der Lieferkette dar.

### **Klassifizierung und Analyse grundsätzlicher Vertragsarten in Lieferketten**

Grundsätzlich können der Umgang mit etwaigen Restbeständen und auch Zusatzkosten z. B. durch kleinere Losgrößen bereits im Vorfeld vertraglich geregelt werden. Der Umgang mit möglichen Restbeständen kann z. B. durch Abnahmeverpflichtungen und Buy Back Optionen festgelegt werden.

Abnahmeverpflichtungen regeln vertraglich, über welchen Zeitraum ein Lieferabruf verbindlich ist. Für die Zulieferer bringen solche Vereinbarungen Sicherheit, schränken jedoch gleichzeitig die Flexibilität der Kunden ein. Die Gestaltung der Abnahmeverpflichtungen kann unterschiedlich erfolgen. In den meisten Fällen werden Standardvereinbarungen getroffen, z. B. eine Abnahmeverpflichtung von einem Monat für abgerufene Fertigprodukte und von drei Monaten für Vorprodukte beim Lieferanten. Werden in der Zeit vor dem Auslaufstichtag die prognostizierten Kundenbedarfe reduziert, muss das vom Zulieferer beschaffte Vormaterial für die älteren höheren Abrufe dennoch abgenommen werden. Bei sehr langen Wiederbeschaffungszeiten werden in Ausnahmefällen noch längere Abnahmezeiträume vereinbart. Vereinbarungen bzgl. der Abnahmefristen werden zwischen dem Kunden und dem Lieferanten im Einkaufsabschluss oder in Zusatzvereinbarungen (Special Terms) getroffen [Ost08].

Sogenannte Rückkaufverträge (Engl. buy-back) sehen vor, dass der Kunde dem Lieferanten einen definierten Preis pro Einheit zahlt. Am Ende einer Planperiode erstattet der Lieferant dem Kunden wiederum einen festgelegten Betrag für nicht verkaufte Einheiten. Dieser Betrag ist jedoch immer kleiner als der vom Kunden bezahlte Ankaufspreis [Pas85]. Eine Untersuchung von PASTERNAK zeigt, dass Unternehmen, die insbesondere teure Produkte anbieten, oft nicht die vom Markt verlangte Menge vorrätig haben [Pas85]. Ursache hierfür ist die Befürchtung, am Ende einer Planperiode hohe Bestände nicht im vollen Umfang verkaufen zu können und diese abschreiben zu müssen. Dieses Phänomen wurde unter dem englischen Begriff „newsvendorproblem in the context of buy back“ diskutiert [Cac04]. Um dieses Problem zu umgehen, bieten die Lieferanten den Kunden einen festen Betrag für die nicht verkauften Produkte an, stellen jedoch sicher, dass der Kunde über ausreichend Bestand verfügt, um den Marktbedarf decken zu können. Um zu verhindern, dass der Kunde mehr bestellt als aus der Sicht des Lieferanten verkauft werden kann, hat der Lieferant die Möglichkeit, die Bestellmenge zu reduzieren. Rückkaufverträge stellen eine hohe administrative Belastung dar, da ein umfangreiches Monitoring zur Überwachung des Lagerbestands beim Kunden erfolgen muss.

Mögliche Zusatzkosten durch Maßnahmen zur Reduzierung von Restbeständen z. B. durch kleinere Losgrößen können durch eine angepasste Preisgestaltung für die Auslauflieferung berücksichtigt werden. Hierbei wird für die Auslaufphase ein höherer Preis als in der Serie verhandelt.

### **Verteilung von Kosten und Nutzen/ Kompensation**

Die Transparenz über zusätzliche Kosten durch Restbestände oder Maßnahmen zur Reduzierung der Losgrößen sowie die dadurch erzielten Nutzen in Form von reduzierten Restbeständen (und den damit verbundenen Auslaufkosten) stellt die Voraussetzung für eine mögliche Verteilung von Kosten und Nutzen in der Lieferkette dar. Grundsätzlich ist für eine mögliche Verteilung zusätzlicher Kosten zu klären, welche Partner an diesen Kosten beteiligt sind.

Die Verteilung kann dabei unterschiedlich erfolgen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Verteilungsmöglichkeiten von Kosten und Nutzen in der Lieferkette.

Tabelle 1: Übersicht über Verteilungsmöglichkeiten von Kosten und Nutzen in der Lieferkette

<b>Verteilung von Kosten und Nutzen in der Lieferkette</b>
Gleichmäßig auf alle beteiligten Partner
Verteilung auf die Partner anteilig anhand des Wertanteils der betrachteten Komponente
Verteilung auf die Partner anteilig und pauschalisiert anhand der Wertschöpfungsstufe der betrachteten Komponente
Vollständiger Ausgleich der zusätzlichen Kosten beim Lieferanten, Verteilung von Nutzen gleichmäßig auf alle Partner
Vollständiger Ausgleich der zusätzlichen Kosten beim Lieferanten, Verteilung von Nutzen anteilmäßig am Wertanteil
Vollständiger Ausgleich der zusätzlichen Kosten beim Lieferanten, Verteilung von Nutzen anteilig und pauschalisiert anhand der Wertschöpfungsstufe der betrachteten Komponente

Die jeweils einzusetzende Verteilung von Kosten und Nutzen in der Lieferkette muss im Einzelfall von den Beteiligten verhandelt werden. Ein allgemein gültiges Kompensationsmodell kann nicht abgeleitet werden.

### 3.6. Arbeitspaket 6: Entwicklung eines softwarebasierten Demonstrators zur Validierung der Methode

Um das zugrunde liegende Prinzip und die Praxistauglichkeit der zu entwickelnden Methode zu demonstrieren, wurde ein softwarebasierter Demonstrator auf Basis von Java umgesetzt.

Zur Nutzung des Demonstrators sind das Programm „ALEKS Demonstrator 20100914“ und die Access Datenbank „ALEKSWagnerWithin“ in einem gemeinsamen Ordner abzulegen. Um die Funktion der Losgrößenermittlung nach Wagner Within im Demonstrator nutzen zu können, ist zudem die Einrichtung einer ODBC-Schnittstelle mit dem Namen AleksDB zur Access-Datenbank „ALEKSWagnerWithin“ erforderlich.

Beim Öffnen des Demonstrators wird das folgende Startfenster angezeigt (Abbildung 25).

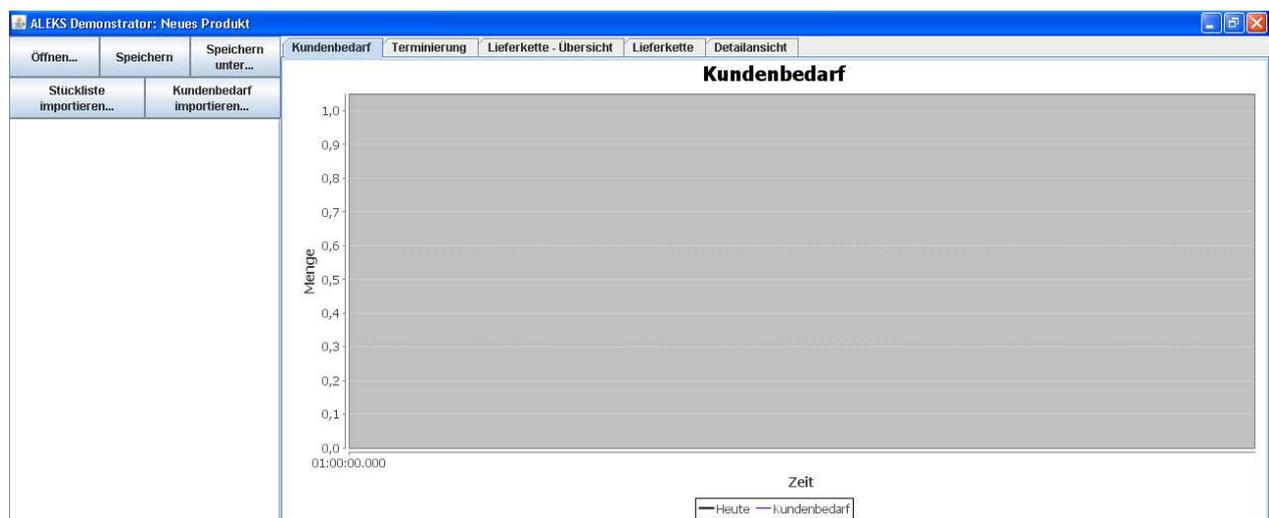


Abbildung 25: Fenster beim Öffnen des Demonstrators

Das Fenster ist in zwei Bereiche eingeteilt: links die Datenverwaltung und rechts die Visualisierungskomponente. Im Folgenden wird zunächst der Bereich der Datenverwaltung erläutert und dann im Anschluss die Visualisierungsmöglichkeiten beschrieben.

Im Bereich der Datenverwaltung ermöglicht die Menüleiste im Fenster oben durch Anklicken des Buttons „Öffnen“ das Auswählen und Öffnen eines bereits erstellten Auslaufprojekts, das „Speichern“ sowie das „Speichern unter“ eines neuen Projekts.

In der zweiten Zeile der Menüleiste finden sich die Funktionen „Stückliste importieren“ und „Kundenbedarf importieren“. Diese Funktionen ermöglichen das Einlesen der Basisinformationen für die Auslaufplanung. Die Stückliste enthält die Informationen über die Komponenten des Auslaufprodukts sowie Informationen über

das herstellende Unternehmen. Eine Vorlage der Stückliste wurde in MS Excel erstellt und enthält folgende Spalten (vgl. Tabelle 2):

Tabelle 2: Aufbau der Stückliste für den Demonstrator

Spaltenbezeichnung	Beschreibung
Artikelnummer	eindeutige Artikelnummer für alle Komponenten des Auslaufprodukts
Bezeichnung	Bezeichnung/ Name der Komponenten
ist Bestandteil von	gibt die Artikelnummer der übergeordneten Komponente an
Gewichtung	gibt den Bedarfskoeffizienten der Komponente an
Lieferkettenpartner	herstellendes bzw. lieferndes Unternehmen der Komponente
Sicherheitszeit/ Produktionszeit	entspricht der in der Lieferkette vereinbarten Vorlaufzeit zur Produktion der Komponente
Produktionszeit pro Stück [Minuten]	tatsächlich erforderliche Produktionszeit pro Stück der Komponente
Transportzeit	erforderliche Transportzeit zum nachgelagerten Unternehmen/ Kunden
Stückkosten	Verkaufspreis der Komponente pro Stück
Rüstkosten	Kosten für einen Rüstvorgang
Verschrottungskostensatz	Kostensatz, der bei Verschrottung der Komponente pro Stück anfällt
Ist-FSZ	aktuelle Ist-Fortschrittszahl der Komponente
Minimale Losgröße	minimale Fertigungslosgröße (technologische bedingt oder vertraglich vereinbart)

Für den Kundenbedarf des Auslaufprodukts werden Bedarfsmenge und Termin angegeben. Hierfür wurde ebenfalls eine Vorlage in MS Excel erstellt. Die Vorlage enthält neben Spalten für den Termin und die Bedarfsmenge die maximale Soll-Fortschrittszahl am Ende des Auslaufs für das Auslaufprodukt. Nach dem Importieren der Stückliste sowie des Kundenbedarfs werden diese Informationen im Startfenster des Demonstrators angezeigt (vgl. Abbildung 26).

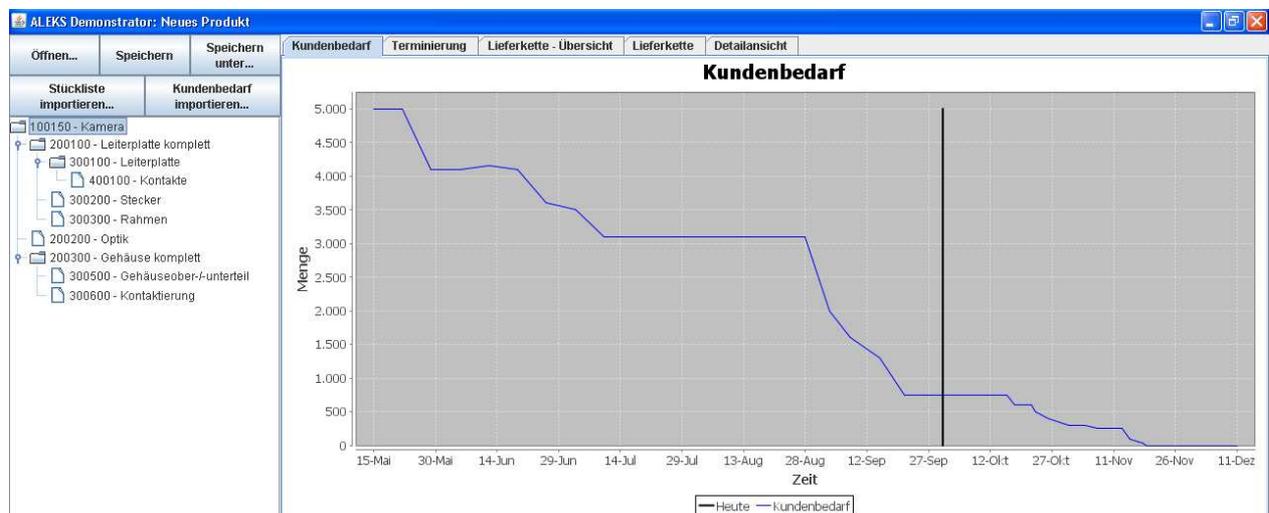


Abbildung 26: Anzeige der Stückliste und des Kundenbedarfs im Demonstrator

Im Bereich der Datenverwaltung wird die Stückliste gemäß der Erzeugnisstruktur angezeigt und ermöglicht damit das Navigieren bei der weiteren Nutzung des Demonstrators. Durch Markieren einer Komponente in dem Navigationsbereich werden im unteren Teil des Datenverwaltungsbereichs die verfügbaren Informationen über die Komponente aus der Stückliste angezeigt. Im Bereich der Visualisierung

wird der Verlauf des Kundenbedarfs des Auslaufprodukts über der Zeit dargestellt. Die vertikale schwarze Linie kennzeichnet dabei den aktuellen Zeitpunkt (Heute).

Der Demonstrator ermöglicht weitere grafische Darstellungen. Zur Navigation sind fünf Reiter implementiert. Der Reiter „Kundenbedarf“ zeigt den bereits vorgestellten Verlauf des Kundenbedarfs des Auslaufprodukts. Der Reiter „Terminierung“ ermöglicht die Wahl eines geeigneten Auslaufzeitpunkts gemäß der in Arbeitspaket 3 entwickelten Vorgehensweise. Der Reiter „Lieferkette - Übersicht“ zeigt die Fortschrittszahlen für die herzustellenden Komponenten. Der Reiter „Lieferkette“ zeigt zusätzlich die zwischen den Unternehmen vorliegenden Bestände - die virtuellen Lagerbereiche. In der „Detailansicht“ werden für eine ausgewählte Komponente die Fortschrittszahlen des Produktionsbereichs sowie des nachfolgenden virtuellen Lagers angezeigt. In dieser Sicht wird die Planung der Losgrößen unterstützt. Im Folgenden werden die Sichten näher erläutert.

Abbildung 27 zeigt die Sicht des Reiters „Terminierung“. Im unteren Teil der Ansicht sind die Soll-Fortschrittszahlen des Auslaufprodukts angezeigt, da diese für die Terminierung eines geeigneten Auslauftermins in der Lieferkette maßgebend sind. Die rote horizontale Linie markiert die mindestens zu produzierende Fortschrittszahl, die sich aus der Festlegung eines möglichen Auslaufmengenbereichs ergibt. Die mindestens zu produzierende Fortschrittszahl wird rechts neben der Darstellung der Fortschrittszahlen eingetragen („min. Stückzahl“). Weiterhin ist eine so genannte Schrittweite einstellbar. Die Schrittweite legt fest, für welche Fortschrittszahlen des Kundenbedarfs die Auslaufkosten ermittelt werden. Bei einer Schrittweite von eins werden für jede Fortschrittszahl beginnend bei der festgelegten minimalen Fortschrittszahl für den Auslauf (min. Stückzahl) bis zur festgelegten maximalen Fortschrittszahl (Soll-Fortschrittszahl aus der Tabelle Kundenbedarf, die zu Beginn eingelesen wird) die Auslaufkosten gemäß der vorhandenen Randbedingungen ermittelt. Bei einer Schrittweite von z. B. zehn werden zur Erstellung der Auslaufkostenkurve beginnend bei der minimalen Fortschrittszahl die Fortschrittszahlen jeweils um diese Schrittweite erhöht (im genannten Beispiel um zehn) und die resultierenden Auslaufkosten ermittelt. Dies ist dann erforderlich, wenn der Auslaufbereich sehr große Mengen aufweist. Die Auslaufkostenkurve stellt sich dann aufgrund der Skalierung der Abszisse als unlesbar heraus. Die Schrittweite kann jederzeit durch den Anwender geändert werden. Durch Anklicken des Buttons „Start“ wird die Schrittweite für die Berechnung der kostenminimalen Auslaufmenge sowie für die Grafik übernommen. Im oberen Bereich wird die Auslaufkostenkurve angezeigt. Durch Markieren eines Bereichs in der Auslaufkostenkurve ist eine Zoomfunktion gegeben. Die vertikale rote Linie zeigt den ermittelten kostengünstigsten Auslaufzeitpunkt in der Lieferkette unter den gegebenen Rahmenbedingungen an. Existieren mehrere minimale Kostenzeitpunkte, so wird der

letztmögliche Zeitpunkt im Auslaufbereich angezeigt. Im unteren rechten Bereich des Fensters werden die kostenminimale Auslauffortschrittszahl (Menge) und die resultierenden Restbestandskosten bei der vorgeschlagenen Auslaufmenge angegeben.

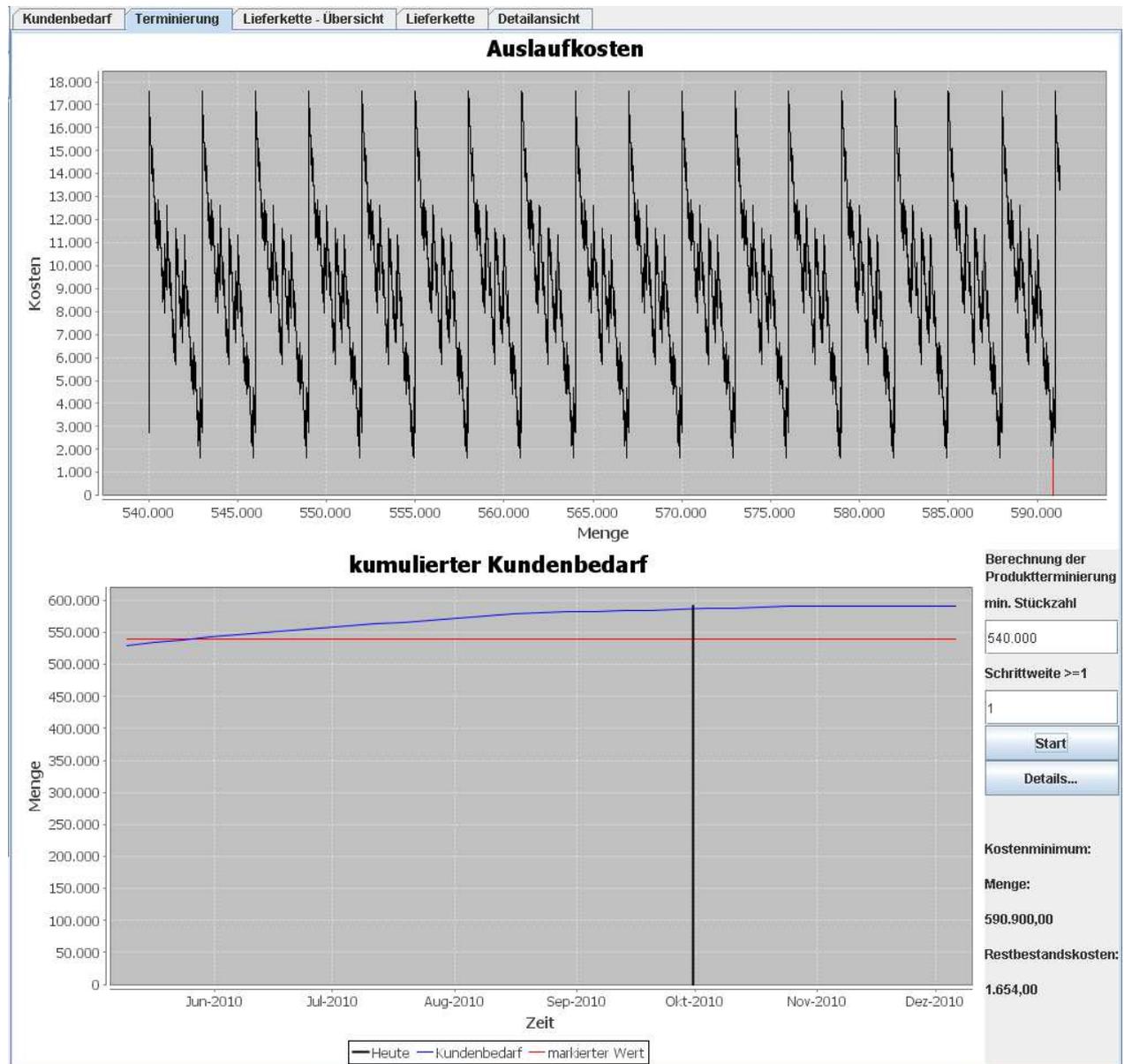


Abbildung 27: Reiter "Terminierung"

Durch das Anklicken des Buttons „Details“ öffnet sich ein neues Fenster, in dem im oberen Bereich eine Liste der Komponenten mit ihren Losgrößen und ihren Restbestandskosten angezeigt wird (vgl. Abbildung 28). Die Komponenten sind nach der Kostenhöhe absteigend sortiert. Damit erhält der Anwender eine Übersicht über die Komponenten mit dem höchsten Restbestandskostenanteil. Durch Markieren

einer Zeile in der Liste wird im unteren Teil des Fensters die zugehörige Losgrößen-Auslaufkostenkurve angezeigt (vgl. Arbeitspaket 3).

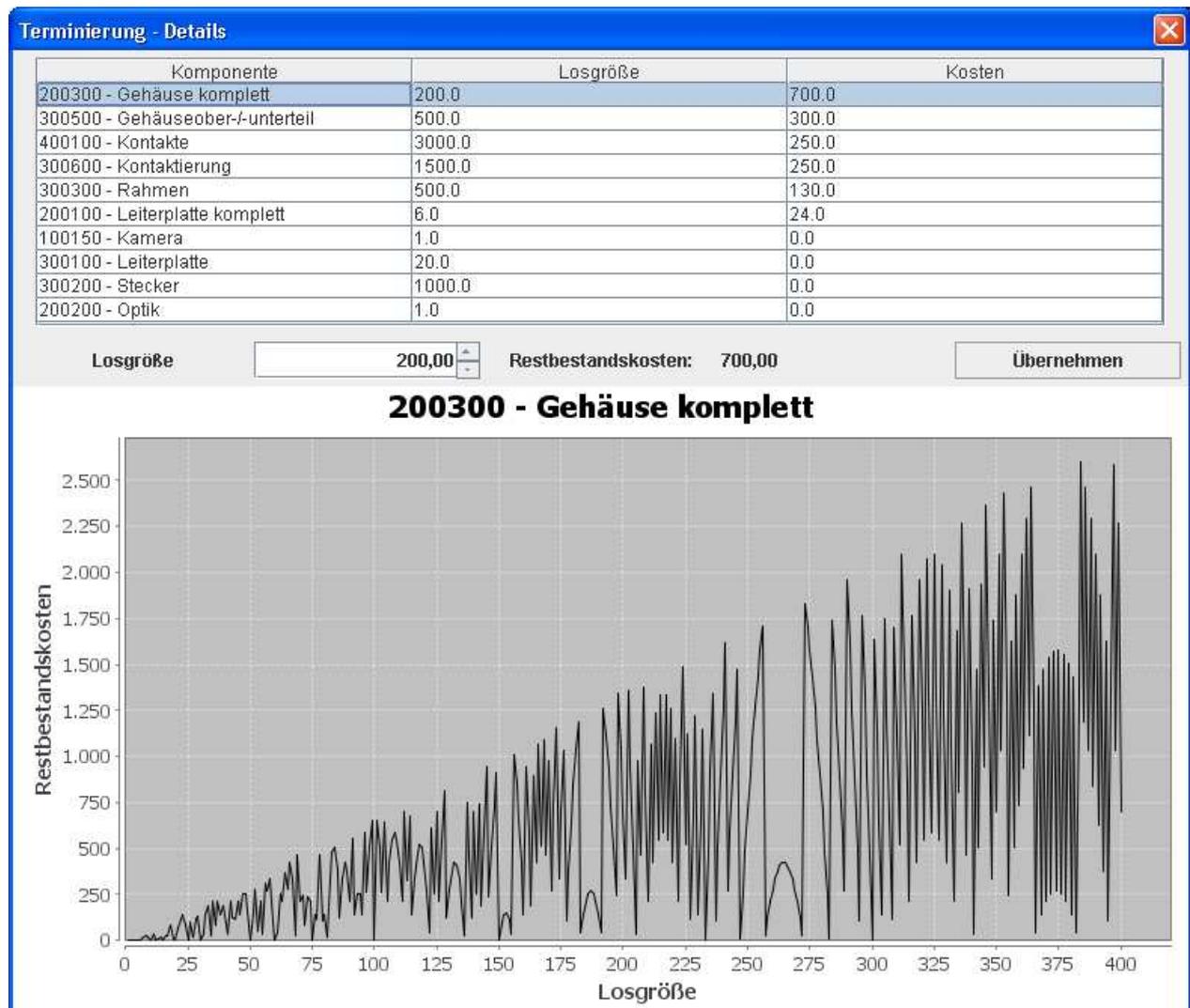


Abbildung 28: Detailinformationen bei der Terminierung

Der Anwender kann über die Eingabemöglichkeit in der Mitte des Fensters die Losgröße variieren. Die daraus resultierende Änderung der Restbestandskosten wird direkt links daneben angezeigt. Soll im Rahmen der weiteren Auslaufplanung eine geänderte Losgröße genutzt werden, so kann die neue Losgröße mit dem Button „Übernehmen“ direkt geändert werden. Die geänderte Losgröße wird in der importierten Stückliste aktualisiert. Die Liste mit den Komponenten im oberen Bereich des Fensters wird ebenfalls direkt angepasst. Das Fenster wird über den Button oben links geschlossen.

Grundsätzlich kann die Terminierung mit den Änderungen erneut durchgeführt werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Änderung eine veränderte kostenminimale Auslaufmenge nach sich zieht. Damit verändern sich die Anteile sämtlicher Komponenten an den Restbestandskosten, so dass eine verbesserte

Kostensituation insgesamt nicht zwangsläufig gegeben sein muss. Daher wird empfohlen, die Terminierung nicht erneut durchzuführen. Stattdessen sollten sich die Partner der Lieferkette auf die Reduktion der erwarteten Restbestandskosten für die definierte Auslaufmenge konzentrieren.

Der Reiter „Lieferkette - Übersicht“ zeigt die Fortschrittszahlen für die herzustellenden Komponenten (vgl. Abbildung 29).

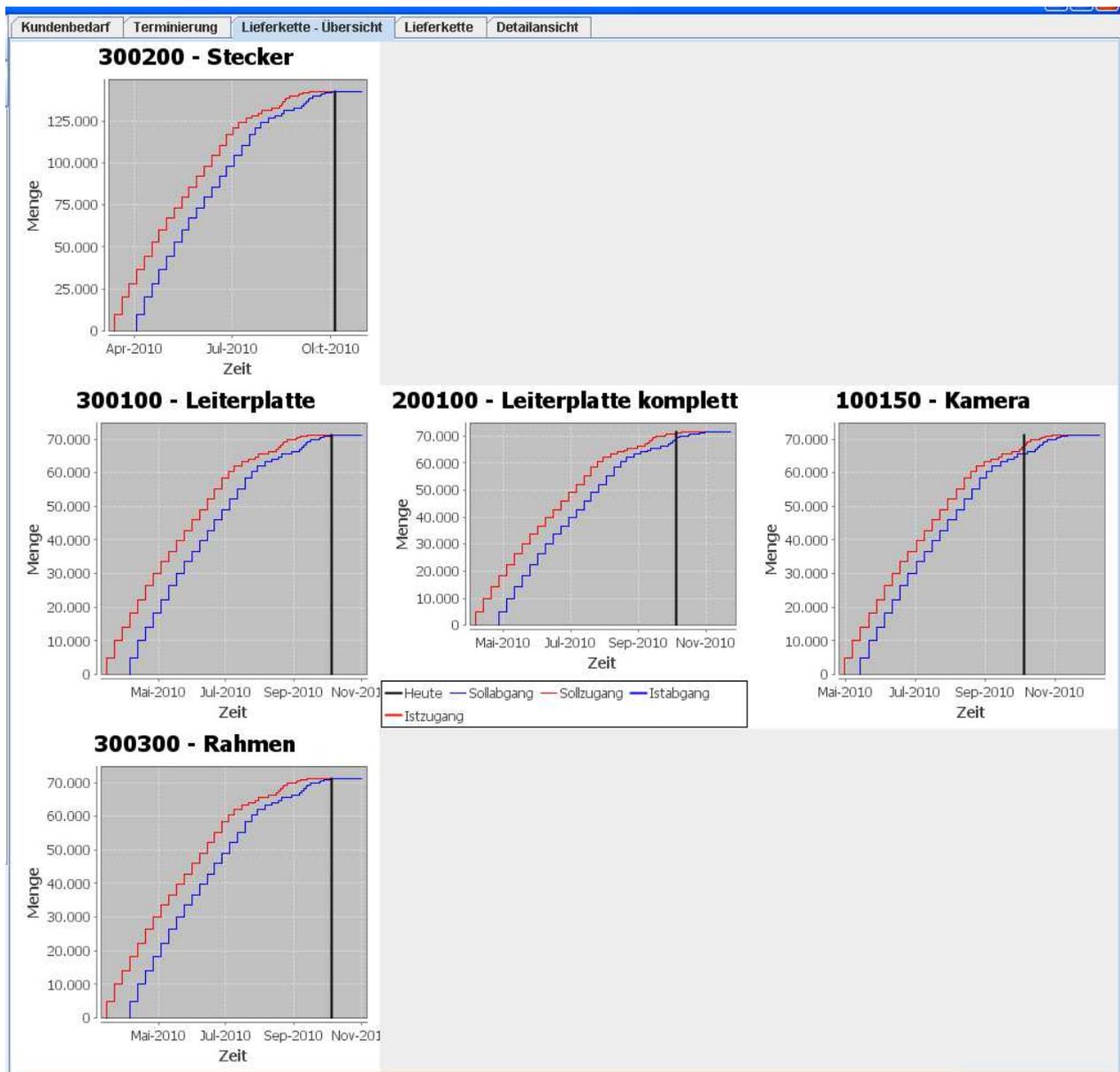


Abbildung 29: Reiter "Lieferkette - Übersicht"

Die links im Navigationsbereich ausgewählte Komponente wird in der Mitte dargestellt. Weiterhin zeigt die Sicht die nachgelagerte Komponente, in der die betrachtete Komponente verbaut wird, und bis zu drei vorgelagerte Komponenten.

Dieser Reiter dient als Übersicht über die Lieferkette mit den zugehörigen Soll-Fortschrittszahlen.

Der Reiter „Lieferkette“ zeigt zusätzlich die zwischen den Unternehmen vorliegenden Bestände - die virtuellen Lagerbereiche (vgl. Abbildung 30). Die im Navigationsbereich ausgewählte Komponente wird in dieser Sicht rechts angezeigt, damit ein Überblick über die Bestände des benötigten Materials (vorgelagerte Komponenten) gegeben werden kann.

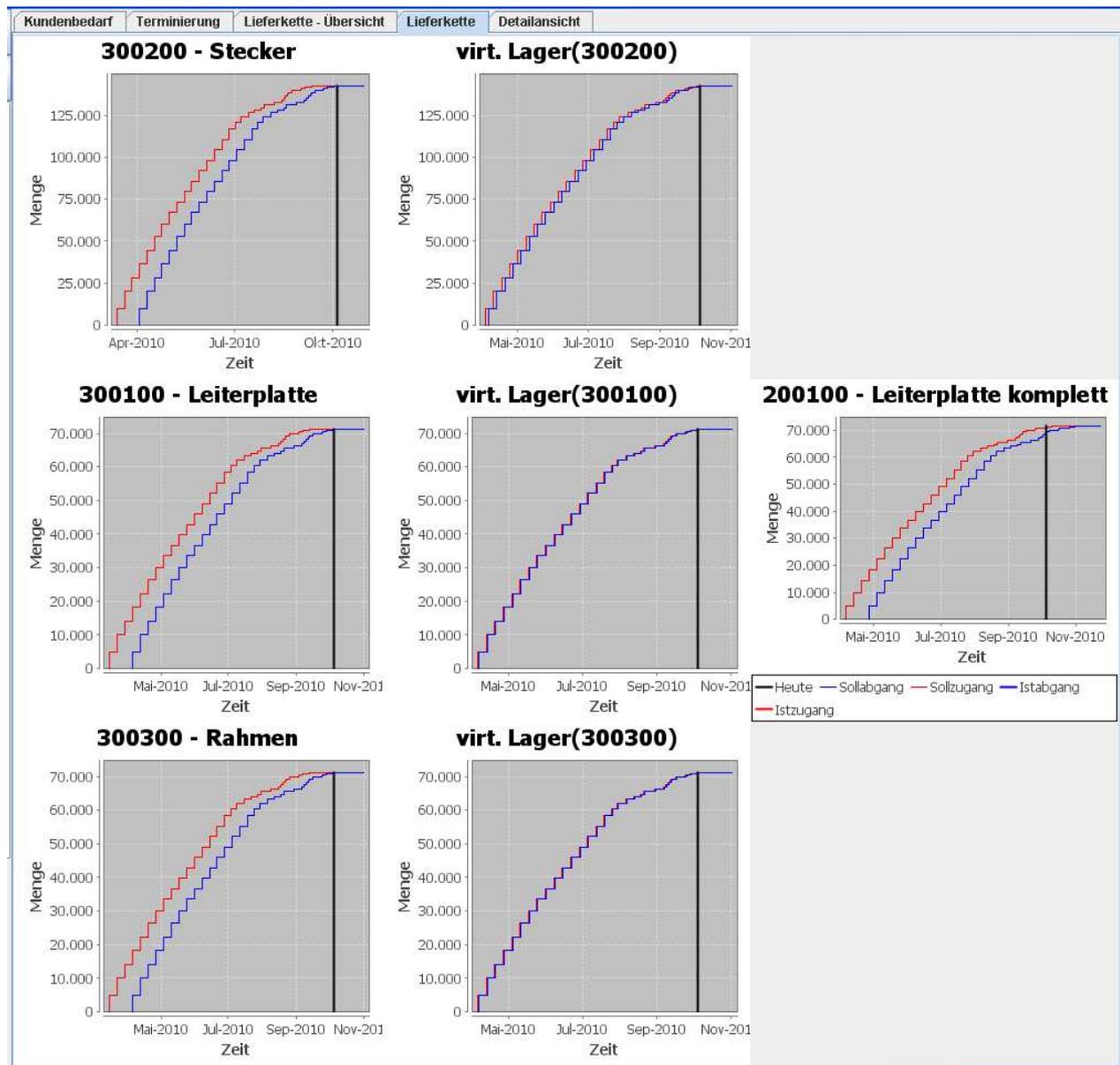


Abbildung 30: Reiter "Lieferkette"

Der Reiter „Detailansicht“ zeigt das Fortschrittszahlendiagramm für eine ausgewählte Komponente (vgl. Abbildung 31). Im unteren Bereich der Sicht wird das virtuelle

Lager der ausgewählten Komponente angezeigt. In dieser Sicht werden die Planfortschrittszahlen erzeugt bzw. eingelesen.

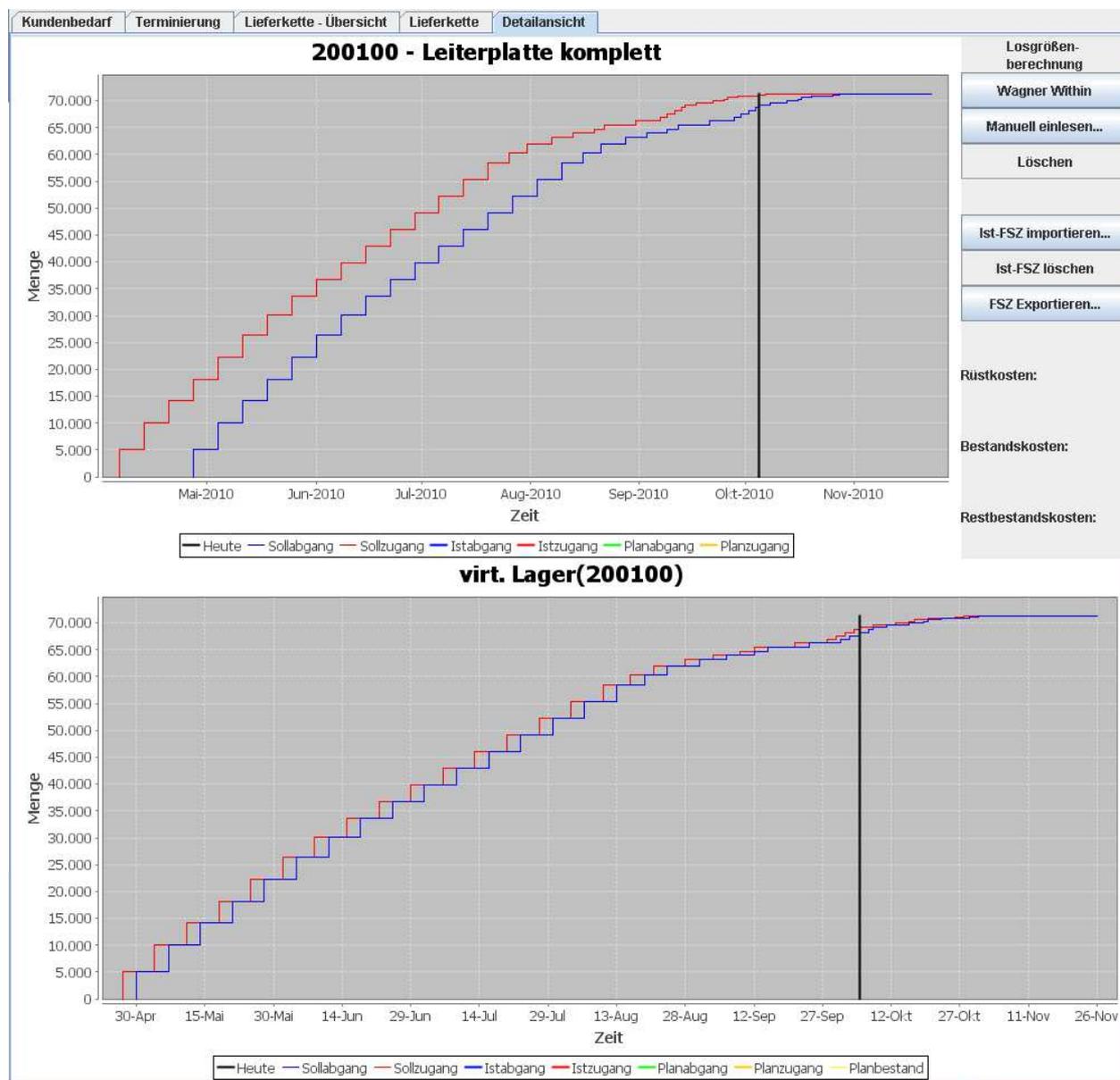


Abbildung 31: Reiter "Detailansicht"

Im Demonstrator stehen zwei Möglichkeiten zur Produktions- bzw. Losgrößenplanung bereit: Planung nach Wagner Within und manuelles Einlesen einer extern durchgeführten Planung. Die Ergebnisse der extern durchgeführten Planung werden durch den Button „Manuell einlesen“ importiert und angezeigt. Bei der Planung mit Wagner Within werden durch Anklicken des Buttons „Wagner Within“ die Losgrößen und Produktionstermine automatisiert ermittelt. Dabei ist jedoch unbedingt zu beachten, dass bei der Nutzung dieser Option kein Abgleich mit der aktuellen Situation in der Produktion erfolgt, d. h. die Durchführbarkeit des

vorgeschlagenen Plans wird nicht geprüft. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden maximale Beschränkungen der Losgrößen. Tritt bei der Planung eine Überschreitung der Rahmenbedingungen aufgrund der Höhe der Losgrößen auf (z. B. in Form eines negativen Bestands, d. h. einer geplanten Unterdeckung), ist die Planung manuell zu verfeinern. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bei dem Verfahren von Wagner Within diverse Konfigurationsmöglichkeiten bestehen (z. B. die Festlegung der Periodenlänge). Die Berechnung der Losgrößen erfolgt mittels MS Access. Die erforderlichen Schritte zur Nutzung der zu Grunde liegenden Datenbank sowie ein Überblick über die einzustellenden Parameter in der Datenbank werden in Anhang C erläutert.

Abbildung 32 zeigt die mit Wagner Within ermittelten Losgrößen für eine beispielhaft ausgewählte Komponente. Die Plan-Abgangsfortschrittszahlen stellen die Plan-Zugangsfortschrittszahlen für das nachfolgende virtuelle Lager dar. Die Plan-Abgangsfortschrittszahlen des Lagers ergeben sich aus den geplanten Zugangsfortschrittszahlen der nachfolgenden Produktionsstufe. Wichtig beim virtuellen Lager ist, dass die Plan-Zugangsfortschrittszahlen nicht hinter den Soll-Zugangsfortschrittszahlen liegen und dass die Plan-Abgangsfortschrittszahlen zeitlich nicht vor den Soll-Zahlen liegen, da sonst die Rahmenbedingungen der Planung verletzt sind. Mit Vorliegen der Plan-Fortschrittszahlen kann für das virtuelle Lager auch der geplante Bestandsverlauf angezeigt werden. Weiterhin werden an der rechten Seite Information angezeigt, die sich aus der Planung ergeben. Dies umfasst die geplante Rüstkosten, die geplanten Bestandskosten sowie - falls vorhanden - die zu erwartenden Restbestandskosten, die durch die Komponente verursacht werden.

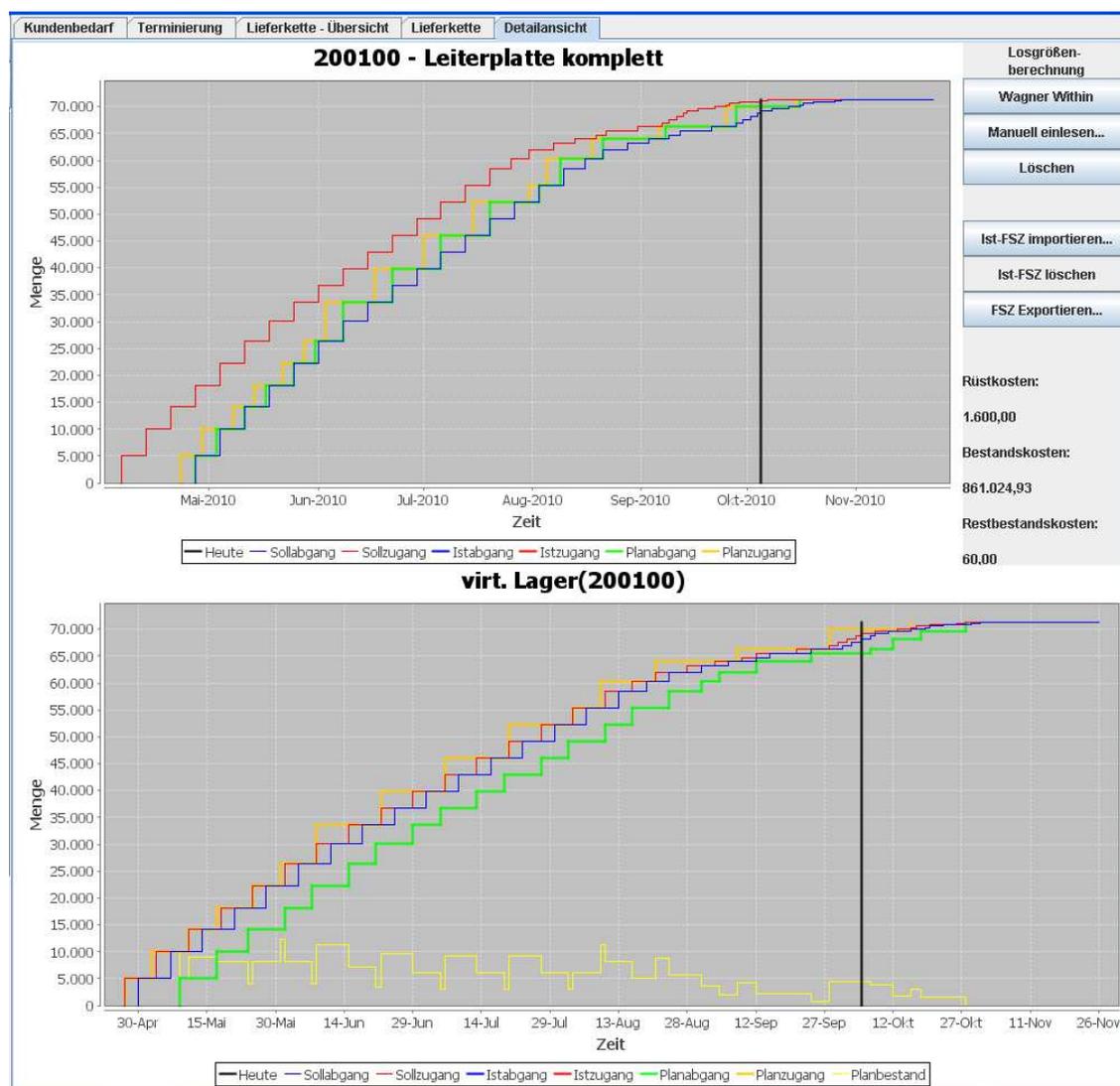


Abbildung 32: Plan-Fortschrittszahlen in der Detailansicht

Die Plan-Fortschrittszahlen können mit Anklicken des Buttons „Löschen“ jederzeit wieder entfernt werden. Weitere Funktionen sind das Importieren von Ist-Fortschrittszahlen (Button „Ist-FSZ importieren“), das Löschen von Ist-Fortschrittszahlen (Button „Ist-FSZ löschen“) sowie der Export der Soll-Fortschrittszahlen (Button „FSZ Exportieren“). Der Export der Soll-Fortschrittszahlen stellt die Planungsbasis für die extern durchzuführende Losgrößenplanung dar.

Der Demonstrator wurde im Rahmen des Projekts für den Auslauf eines Referenzprodukts exemplarisch angewendet. Insbesondere die Kenntnis über die Komponenten mit den höchsten Restbestandskosten wurde als zusätzlicher Nutzen herausgestellt. Für den weiteren Einsatz in der Praxis ist jedoch die stärkere Integration der unternehmensinternen Produktionsplanung erforderlich. Die derzeitige Integration über das manuelle Einlesen der Produktionsdaten wurde als aufwändig erachtet. Zusammengefasst gibt der Demonstrator insgesamt einen guten Überblick über die Auslaufprozesse in der Lieferkette und bietet eine Unterstützung

bei der Terminierung des Auslaufs sowie der Ausschöpfung vorhandener Kosteneinsparpotenziale.

### **3.7. Arbeitspaket 7: Erstellung eines Leitfadens und Abschlussdokumentation**

Dieses Arbeitspaket umfasste die Erstellung des in Form des Schlussberichts vorliegenden Leitfadens zur Planung und Steuerung von Produktausläufen in Lieferketten der Elektronikindustrie. Interessierten Unternehmen soll auf diese Weise die Möglichkeit gegeben werden, die entwickelte Methode aufwandsarm anzuwenden.

Die durchgeführten Maßnahmen zur Veröffentlichung und Verbreitung der Ergebnisse des Projekts sind dem Kapitel 5: „Umsetzung der Forschungsergebnisse/ Beabsichtigter Transfer der Ergebnisse in die Wirtschaft“ zu entnehmen.

### **3.8. Angaben über den Personaleinsatz**

Das Projekt wurde über einen Zeitraum von 24 Monaten in Vollzeit von einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin (TVL E13) mit besonderen Kenntnissen im Bereich der Logistik/ Produktionsmanagement durchgeführt. Die besonderen Kenntnisse sind für die Entwicklung der Methoden und Modelle wesentliche Voraussetzung gewesen. Weiterhin wurde für insgesamt 8 Monate ein wissenschaftlicher Mitarbeiter mit Programmierkenntnissen beschäftigt, um die Umsetzung der entwickelten Methode in einem softwaretechnischen Demonstrator zu gewährleisten. Zudem wurde über insgesamt 24 Monate eine studentische Hilfskraft mit 46 h/ Monat Unterstützung der wissenschaftlichen Mitarbeiterin beschäftigt. Die wissenschaftliche Hilfskraft unterstützte u. a. bei den Recherchen und Untersuchungen, der Datenaufbereitung sowie den funktionalen Tests des Demonstrators. Die geleistete Arbeit entspricht in vollem Umfang dem begutachteten und bewilligten Antrag und war daher für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen.

## **4. Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (KMU)**

### **4.1. Voraussichtliche Nutzung der angestrebten Ergebnisse**

Die Nutzung der entwickelten Methode ist grundsätzlich für alle produzierenden Unternehmen interessant. Spezifische Anwendung findet sie allerdings bei Unternehmen der Elektronikindustrie, da in diesem dynamischen Umfeld die Anforderungen hinsichtlich besserer Planbarkeit der zunehmenden Anzahl an Produktausläufen besonders hoch sind. Die Lieferketten der Elektronikindustrie setzen sich zu einem Großteil aus KMUs zusammen, daher ist die Entwicklung einer Methodik zur Auslaufplanung in dieser Branche von besonderer Bedeutung.

Aufgrund der sich wandelnden Struktur von konkurrierenden Einzelunternehmen zu miteinander im Wettbewerb stehenden Lieferketten und Produktionsnetzwerken ist eine erhöhte Komplexität bei der Planung der Ausläufe zu erkennen, welche aus kapazitiven Gründen von den KMU allein nicht bewältigt werden kann. Kurze Modellzyklen und wachsender Innovationsdruck bei hohem Zeitdruck und steigenden Sättigungseffekten auf Kundenseite in der Elektronikindustrie führen bei unkoordinierten Ausläufen in Lieferketten zu stark wachsenden Restbeständen, welche aufgrund der damit verbundenen Kosten gerade für KMU eine existenzbedrohende Auswirkung haben können. Ein übergeordnetes logistisches Controlling erhöht die Reaktionsfähigkeit bei Bedarfsschwankungen und verhindert somit einerseits das Auftreten von Lieferengpässen und andererseits die Anhäufung unnötiger Sicherheitsbestände in der Lieferkette. Des Weiteren trägt das Controlling durch höhere Planungssicherheit zu mehr Transparenz entlang der gesamten Lieferkette bei. Zusätzlich wird den KMU durch die geschaffenen Grundlagen für ein logistisches Kompensationsmodell bezogen auf die spezifische Problematik der Auslaufplanung die Möglichkeit für einen Ausgleich der entstehenden logistischen Restbestandskosten gegeben. Durch die methodischen Lösungen und die Implementierung in einem softwarebasierten Demonstrator entsteht eine einfach zu bedienende Planungshilfe, welche vor allem in KMU nachhaltig angewendet werden kann. Der Einsatz der Methode sensibilisiert insbesondere KMU für die Bedeutung von innerhalb der Lieferkette aufeinander abgestimmten logistischen Auslaufprozessen.

### **4.2. Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der kleinen und mittleren Unternehmen**

Die Elektronikindustrie ist verstärkt einem schnellen Wandel mit erhöhtem Innovationsdruck und kurzen Produktlebenszyklen bei steigendem ausländischem

Wettbewerbsdruck unterlegen. KMU verfügen in der Regel nicht über das Know-how und die notwendigen kapazitiven Ressourcen, um durch entsprechende Methoden planbare lieferkettenweite Produktausläufe durchzuführen und dadurch Restbestände in der Lieferkette zu vermeiden. Durch die in diesem Forschungsvorhaben entwickelte Methode verfügen KMU über eine auf ihre Bedürfnisse angepasste Unterstützung bei der Planung von Produktausläufen in Lieferketten und werden für dieses Themenfeld sensibilisiert.

Im Einzelnen ergibt sich für Unternehmen aus der Anwendung der Methode u. a. folgender Nutzen:

- Methodische Unterstützung bei der Identifikation des kostenminimalen Auslaufzeitpunktes der Lieferkette.
- Methode zur Unterstützung der Planung von Produktausläufen für die gesamte Lieferkette unter Berücksichtigung von logistischen Aspekten und damit die Möglichkeit zu einer erhöhten Reaktionsfähigkeit bzgl. Bedarfsschwankungen, zu einer besseren Planbarkeit der internen Produktionsprozesse, zu einer verringerten Bindung von Kapital durch hohe Bestandskosten sowie zu einer bedarfsgerechteren Einplanung von Ressourcen.
- Erhöhte Transparenz in der Lieferkette bei der Durchführung des Auslaufs und damit Befähigung der Unternehmen, schneller auf Bedarfsschwankungen zu reagieren.
- Methodische Unterstützung beim Controlling von Produktausläufen in Lieferketten zur erhöhten Reaktionsfähigkeit bzgl. Bedarfsschwankungen sowie einer verringerten Bindung von Kapital durch hohe Bestandskosten.
- Methodische Unterstützung bei der transparenten Darstellung der Auslaufkostenkurven in der Lieferkette als Basis für ein mögliches Kompensationsmodell zwischen den Lieferkettenpartnern.

Zusammenfassend ist zu erwarten, dass es die Forschungsergebnisse ermöglichen, die kurz- und langfristige Anpassung von Auslaufprozessen von Lieferketten an die Erfordernisse eines dynamischen Marktes deutlich zu verbessern. Hierdurch können kostenintensive Restbestände und logistische Auslaufprozesse vermieden werden. In einem intensiven Wettbewerb wie beispielsweise in der Elektronikindustrie, die mit einer steigenden Anzahl an Produktausläufen u. a. aufgrund von verkürzten Modellzyklen und hohen Innovationsraten zu kämpfen hat, stellt diese Anpassung einen mitunter entscheidenden Vorteil dar.

## 5. Umsetzung der Forschungsergebnisse/ Beabsichtigter Transfer der Ergebnisse in die Wirtschaft

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde ein projektbegleitender Ausschuss gebildet, in dem der Arbeitsfortschritt sowie die Zwischen- und Endergebnisse regelmäßig diskutiert, bewertet und mit den Praxisanforderungen abgestimmt wurden. Die beispielhafte Umsetzung und Verifizierung der Methode erfolgte mit von den Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses zur Verfügung gestellter Daten von einem bereits durchgeführten Auslauf. Damit konnte die Praxistauglichkeit der Lösung noch weiter abgesichert werden. Der Kenntnistransfer zwischen Forschungsstelle und Unternehmen sowie die Umsetzbarkeit der Ergebnisse wurde damit gewährleistet.

Bereits projektbegleitend wurde eine Projektseite im Internet aufgebaut, um das Projekt und die Ergebnisse zu präsentieren. Die Plattform einer Internetpräsenz wird überdies genutzt, um weitere KMU zur Erhebung von Anforderungen und Lösungsstrategien zu gewinnen. Dies verbreitert einerseits die Datenbasis für das Projekt und bindet andererseits eine größere Zahl an Firmen bereits während der Bearbeitungsphase in das Projekt ein.

Weiterhin sind zur Verbreitung der Projektergebnisse folgende Veröffentlichungen während der Projektlaufzeit erfolgt:

- Hertrampf, F.; Nyhuis, P.: Terminierung von Produktausläufen in Lieferkette in der Elektronikindustrie. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag München, 104. Jg. (2009), H. 12, S. 1158-1163.
- Hertrampf, F.: Alles muss raus! Auslaufplanung in Lieferketten. In: IPH - Jahresbericht 2009.
- Hertrampf, F.; Nickel, R.: Efficient Phase-Out Planning by Reduction of Remaining Inventory in Supply Chains. In: Proceedings of the 5th International Conference on Advances in Production Engineering, Warsaw, 2010, S. 511-517.
- Hertrampf, F.; Nickel, R.; Nyhuis, P.: Efficient Phase-Out Planning by Alignment of Lot Sizes in Supply Chains. In: 43rd CIRP International Conference on Manufacturing Systems, Wien, 2010, S. 860-867.

Das Projekt wurde auf folgenden internationalen Konferenzen präsentiert:

- „Efficient Phase-Out Planning by Alignment of Lot Sizes in Supply Chains“, 43rd CIRP International Conference on Manufacturing Systems, 26.-28.05.2010, Wien.
- “Efficient Phase-Out Planning by Reduction of Remaining Inventory in Supply Chains“, 5th International Conference on Advances in Production Engineering, 17.-19.06.2010, Warschau.

Im Rahmen des Projekts wurde folgende studentische Arbeit betreut:

- Zimmer, C.: Risiken von Produktausläufen in der Supply Chain am Beispiel der Elektronikindustrie. Diplomarbeit, Hochschule Regensburg, 2010.

Der vorliegende Leitfaden sowie der im Rahmen des Projekts entwickelte Software-Demonstrator können nach Projektabschluss von Unternehmen bei der Forschungsstelle angefordert werden, so dass eine Nutzung der Ergebnisse für alle interessierten Unternehmen möglich ist.

Nach Projektabschluss ist zudem die Übernahme der erzielten Erkenntnisse und der Methode zur Auslaufplanung in Lieferketten in die IPH-Praxisseminarreihe geplant.

## 6. Durchführende Forschungsstelle

IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH  
Hollerithallee 6  
30419 Hannover  
Tel.: 0511 / 27976-0

### 6.1. Leiter der Forschungsstelle

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH  
Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens  
Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer  
Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis  
Dr.-Ing Dipl.-Oec. Rouven Nickel

### 6.2. Projektleiterin

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Frauke Hertrampf  
Wissenschaftliche Mitarbeiterin (Abteilung Logistik)

Hannover, den 15.10.2010



---

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis  
Geschäftsführender Gesellschafter des IPH



---

Dr.-Ing. Dipl.-Oec. Rouven Nickel  
Koordinierender Geschäftsführer des IPH

## 7. Literaturverzeichnis

- [Abe03] Abele, E; Elzenheimer, J.; Rüstig, A.: Anlauf und Serienproduktion. In: ZWF, Heft 4/2003
- [Avl00] Avlonitis, G.-J.; Hart, S.-J.; Tzokas, N.-X.: An Analysis of Product Deletion Scenarios. In: Product Innovation Management, Blackwell Publishing, Volume 17, Number 1, 2000, S. 41-56.
- [Bec04] Beckmann, H.: Supply Chain Management, Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen. Springer-Verlag, Berlin 2004.
- [Bie08] Biedermann, H.: Ersatzteilmanagement – Effiziente Ersatzteillogistik für Industrieunternehmen. 2. Auflage, Berlin, Heidelberg, New York, 2008.
- [BVL03] Studie Supply Chain Collaboration 2003; Unternehmensübergreifende Zusammenarbeit; Bock, Dieter; Weingarten, Dr. Ulrich; Laforsch, Dr. Matthias; Langemann, Dr. Timo; Breithor, Thorsten
- [Cac04] Cachon, G.P.: Supply Chain Coordination with Contracts. In: De Kok, A.G.; Grave, S.C.: Handbook in Operational Research and Management Science. Supply Chain Management Design, Coordination and Operation. Elsevier, Amsterdam 2004. S. 229-340.
- [Con10] N. N.: Was ist Controlling? [controllingportal.de](http://controllingportal.de), abgerufen am 15.07.2010.
- [Dom08] Dombrowski, U.; Schulze, S.: Lebenszyklusorientiertes Ersatzteilmanagement - Neue Herausforderungen durch innovationsstarke Bauteile in langlebigen Primärprodukten. In: Nyhuis, P. (Hrsg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.
- [Dom09] Dombrowski, U.; Weckenborg, S.; Schulze, S.: Outsourcing von Elektronikkomponenten in der Nachserienversorgung. In: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Carl Hanser Verlag München, 104. Jg., 2009, H. 11, S. 954 - 959.
- [Erd01] Erdos, G.; Kis, T.; Xirouchakis, P.: Modelling and evaluating product end-of-life options. In: International Journal of Production Research, volume 38, issue 6, S. 1203-1220.
- [Fas97] Fastabend, H.: Kennliniengestützte Synchronisation von Fertigungs- und Montageprozessen. Diss. Univ. Hannover. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 2, Band 452, VDI-Verlag, Düsseldorf 1997.
- [Gei01] Geimer, H; Becker, T.: Mit dem Supply Chain Operations Reference Modell (SCOR) optimieren. In Lawrenz, O. et al. (Hrsg.): Supply Chain Management – Konzepte, Erfahrungsberichte und Strategien auf dem Weg zu digitalen Wertschöpfungsnetzen. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Vieweg Verlag, Wiesbaden 2001

- [Hah93] Hahn, D.; Laßmann, G.: Produktionswirtschaft. Controlling industrieller Produktion. Physica Verlag, Heidelberg 1993.
- [Han94] Handfiels, R. B.; Pannesi, R. T.: Managing Component Life Cycles in Dynamic Technological Environments. In: International Journal of Purchasing and Materials Management, Institute for Supply Management, Volume 30, Number 2, 1994, pp. 19-27.
- [Har06] Harjes, I.-M.: Stiefkind Serien-Auslauf. In: Automobil Industrie Nr.5, 2006. S. 56-57.
- [Hol05] Holtsch, P.; Klußmann, J. H.; Reinsch, S.: Efficient Scheduling of Product and Component Phase-Outs. In: Annals of the 38th CIRP International Seminar on Manufacturing Systems. Florianopolis 16.-18.05.2005.
- [Hol06] Reduzierung von Auslaufrestbeständen: Abschlussbericht des Projekts „Entwicklung einer aufwandsarm anwendbaren Methode zur Unterstützung der Auslaufplanung mit dem Ziel der signifikanten Reduzierung entstehender Restbestände in produzierenden Unternehmen“. IGF-Projekt Nr. 14023N, 2006.
- [Hol09] Holtsch, P.: Planung und Steuerung von Produktionsausläufen in der Elektronikindustrie. Diss. Leibniz Univ. Hannover. Berichte aus dem IPH, Band 03/2009, PZH Verlag, Hannover 2009.
- [Hor05] Horváth, P.: Organisationsstrukturen und Geschäftsprozesse wirkungsvoll steuern. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2005.
- [Ind09] Inderfurth, K.; Kleber, J.: Modellgestützte Flexibilitätsanalyse von Strategien zur Ersatzteilversorgung in der Nachserienphase. In: ZfB 2009, S. 1019-1049.
- [Kal89] Kaluza, B.: Erzeugniswechsel als unternehmenspolitische Aufgabe: Integrierte Lösungen aus betriebswirtschaftlicher und ingenieurwissenschaftlicher Sicht. Erich-Schmidt-Verlag, Berlin 1989.
- [Ker06] Kersten, W.: Supply Chain Management – Trends und Herausforderungen für den Einkauf. Schriftenreihe der Hamburg School of Logistics an der TU Hamburg-Harburg, Hamburg, 2006.
- [Lee01] Lee, S. G.; Lye, S. W.; Khoo, M. K.: A Multi-Objective Methodology for Evaluation Product End-of-Life Options and Disassembly. In: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, volume 18, 2001. S. 148-156.
- [Löd08] Lödding, H.: Verfahren der Fertigungssteuerung: Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration. 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin u. a. 2008.
- [Nyh03] Wiendahl, H.-P., Nyhuis, P.: Logistische Kennlinien. Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2003.
- [Ost08] Ostertag, R.: Supply-Chain-Koordination im Auslauf in der Automobilindustrie. Diss. Univ. Augsburg. Gabler Verlag, Wiesbaden 2008.

- [Pas85] Pasternack, B.: Optimal Pricing and Returns Policies for Perishable Commodities. In: Marketing Science, Heft 4/1985. S 166-176.
- [Ros10] Rosentritt, C.; Knigge, J.: Strategien der Ersatzteil-Bedarfsdeckung: Überblick und Auswahl. Research Paper Nr. 28, IPRI Verlag, Stuttgart 2010.
- [Sch86] Schaumann, U. W.: Systematische Produktausscheidung. Diss. ETH Zürich, 1986.
- [Sch96] Schuh, G.; Eversheim, W.: Produktion und Management. 7. Aufl., Springer Verlag, Berlin, 1996.
- [Sch06] Schmölzer, T.; Schöfer, J.: Den Rest will keiner haben. In: ZfAW - Zeitschrift für die gesamte Wertschöpfungskette Automobilwirtschaft, Nr. 4, 2006.
- [Wie06] Wiendahl, H.-P.; Holtsch, P.; Klußmann, J. H.: Reduzierung von Auslaufrestbeständen. BVL-Tagung, IPH - Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH, Hannover, 10. Februar 2006.
- [Wil01] Wildemann, H.: Verringern der Entwicklungszeit in der Elektronikindustrie - Ein Forschungsbericht. In: wt Werkstattstechnik, 91. Jg., 2001, H. 6, S. 375-378.
- [Wil03] Wildemann, H.: Projektmanagement – Schneller zum neuen Produkt. In: Harvard Business Manager, Band 25, 2003, S. 33-35.
- [Wil05] Wildemann, H.: Anlaufmanagement. Leitfaden zur Verkürzung der Hochlaufzeit und Optimierung der An- und Auslaufphase von Produkten. Band 76, TCW-Verlag, München 2005.

## 8. Anhang

### Anhang A:

#### Prozesse in der Auslaufphase

Prozesse	intern-/unternehmensübergreifend	Beschreibung der Prozesse
Bestellmenge anpassen	u	Bei einer Anpassung der Produktionslosgrößen müssen ebenfalls die erforderlichen Bedarfe an Komponenten und Einzelteilen angepasst werden. Eine Anpassung im engeren Sinne (d.h. im PPS-System) ist dann erforderlich, wenn bis zu diesem Zeitpunkt eine definierte und konstante Menge bestellt wurde. Bei schwankenden Bestellmengen wie z.B. bei Einzelbeschaffungen oder Lieferabrufen erfolgt die Anpassung der Bestellmenge ohnehin unter Berücksichtigung der Produktionslosgrößen.
Bestellungen stornieren	u	Der Prozess "Bestellungen stornieren" stellt eine reaktive Maßnahme während des Auslaufs dar. Bei der Durchführung dieser Maßnahme ist zu prüfen, ob eine pauschale Stornierungsgebühr anfällt. Zudem ist mit dem Lieferanten zu klären, welche Folgen eine Stornierung hat. Bei bereits erfolgter Produktion sind dies evtl. Restbestände. Hat die Produktion noch nicht begonnen, so kann der Auftrag aus dem Produktionsplan herausgenommen werden. Eine weitere Möglichkeit stellt der Abbruch der bereits begonnenen Produktion dar. Die Folgen sind mit dem Lieferanten gemeinsam zu klären.
Produktionsmengen anpassen	i	Bei Änderungen der Bedarfsmengen ändern sich entweder die Produktionsmengen (Größe der Aufträge), die zeitliche Verteilung oder beides gemeinsam.
Ersatzteile gewährleisten/ Ersatzteilstrategie wählen	i	Ersatzteilbedarfe können bei der Auslaufplanung nur dann berücksichtigt werden, wenn die Ersatzteilmenge noch vor dem End of Production gefertigt wird (Ersatzteillagerung). Strategien wie bspw. Nachproduzieren bei Bedarf sind nicht Bestandteil der Auslaufplanung.
Mindestabnahmemengen von Lieferanten im Auslauf festlegen/ verhandeln	u	Es können zwei mögliche Mindestabnahmemengen unterschieden werden. Bei einer Mindestabnahmemenge pro Bestellung besitzt die Größe einen starken Einfluss auf den resultierenden Bestand beim Hersteller. Bei einer Mindestabnahmemenge im Auslauf muss während der Auslaufphase eine definierte Gesamtmenge abgenommen werden, wobei die einzelnen Bestellmengen davon unabhängig sind
Mindestabnahmemengen für Kunden im Auslauf festlegen/ verhandeln	u	vgl. Prozess "Mindestabnahmemengen von Lieferanten im Auslauf festlegen/ verhandeln"
Sicherheitsbestände anpassen	i	Die Sicherheitsbestände müssen zum Ende des Auslaufs auf Null bzw. einen minimalen Sicherheitsbestand reduziert werden.
Beschaffungskonzept überprüfen und ggf. anpassen	i/u	Für die Auslaufphase ist zu prüfen, ob das in der Serie eingesetzte Beschaffungskonzept weiterhin geeignet ist. Auf jeden Fall sind die Parameter wie Mengen, Zeitpunkte, maximale und minimale Bestandsgrößen anzupassen. Möglich ist, dass einige Konzepte wie z.B. Vendor Managed Inventory im Auslauf nicht vorteilhaft einsetzbar sind. Hierzu sollten noch einmal die Anwendungsvoraussetzungen sowie die Vor- und Nachteile der Konzepte überprüft werden.

Prozesse	intern/ unternehmensübergreifend	Beschreibung der Prozesse
Preise anpassen (bei neu verhandelten Rahmenbedingungen für den Auslauf)	u	Werden für die Auslaufphase neue Preise ausgehandelt oder wurden schon im Vorfeld andere Bedingungen für den Auslauf vertraglich festgehalten, so müssen die geänderten Preise bei der Auslaufplanung berücksichtigt werden.
Produktionsprogramm planen	i/u	Die beteiligten Unternehmen müssen ihr Produktionsprogramm an die geänderten Bedarfe anpassen.
Bestellungen/ Lieferabrufe planen	u	Die Bestell- bzw. Liefermengen und -termine müssen entsprechende den fallenden Bedarfe geplant werden.
Transport planen	u	Die Transportmengen und -termine müssen entsprechende den fallenden Bedarfe geplant werden.
Verschrottung durchführen	i	Sind Restbestände für die Verschrottung vorgesehen, so muss geklärt werden, wer die Verschrottung durchführt. Verschrottungskosten können in Rechnung gestellt werden z. B. je kg je Stück oder je Gitterbox.
Weiterverwendung durchführen	i	Sind Restbestände für die Weiterverwendung vorgesehen, so muss evtl. eine Demontage des Produkts erfolgen. Manche Einzelteile wiederum können auch für die Verschrottung vorgesehen sein.

## Anhang B:

### Relevante Kosten im Auslauf

	Während der Auslaufphase	Diskussion	Nach der Auslaufphase (nach dem Auslaufstichtag)	Diskussion
<b>Auslaufkosten</b>	Kosten für Mitarbeiter während der Herstellung der auslaufenden Produkte (Wi)	Kosten für die Herstellung laufen weiter, unabhängig vom Produkt. Eventuell entstehen durch das Auslaufprodukt unproduktive Zeiten bei den MA, aber diese Betrachtung ist zu detailliert, da keine Ressourcensicht geplant.		
<b>Personal</b>	Kosten durch Überkapazitäten und Ablaufstörungen in der Produktion: unausgelastete Mitarbeiterkapazitäten; Ablaufstörungen aufgrund Änderungen der Auftragsdurchlauf- und Zykluszeiten (Os)	Kosten für die Herstellung laufen weiter, unabhängig vom Produkt. Eventuell entstehen durch das Auslaufprodukt unproduktive Zeiten bei den MA, aber diese Betrachtung ist zu detailliert, da keine Ressourcensicht geplant. Ablaufstörungen lassen sich nicht planen und daher auch nicht die Kosten der Mitarbeiter. Für die Quantifizierung müsste zudem jede Störung in der Produktion analysiert werden, ob sie Ressourcen- oder Auftragsbezogen ist. --> Nachkalkulation möglich.		
<b>Betriebsmittel</b>	Kosten für Fertigungsanlagen während der Herstellung der auslaufenden Produkte (Wi)		Ein- und Auszahlungen für die Veräußerung und Abbruch von Anlage (HL)	Entsprechen Restbeständen in Form von Anlagen. Da ALEKS artikelbezogen ist, wird unterstellt, dass die Anlage weiterverwendet wird für andere Produkte. Ansonsten sind kundenspezifische Anlagen für die Produktion eventueller Ersatzteile meist vorzuziehen. Das würde Lagerungskosten verursachen. Sollte bei einem Auslauf auch die Anlage verschrotet werden, kann man das grundsätzlich berücksichtigen. Eine Änderung der Kosten dafür sind aber nicht durch die Märgen des Auslaufprodukts beeinflussbar und sollten damit auch nicht betrachtet werden.
	Kosten durch Überkapazitäten und Ablaufstörungen in der Produktion: unausgelastete Anlagenkapazitäten; Ablaufstörungen aufgrund Änderungen der Auftragsdurchlauf- und Zykluszeiten (Os)		Kosten für die Verschrottung von Werkzeugen (In)	gleiche Argumentation wie oben
			Kosten für die Überarbeitung oder Umwandlung von Werkzeugen und Betriebsmitteln (im Fall der Weiterverwendung) (In)	gleiche Argumentation wie oben
			Kosten durch veraltete Anlage und Werkzeuge (für Demontage, Umrüstung oder Verschrottung) (Os)	gleiche Argumentation wie oben

	Während der Auslaufphase Kosten für Kapitalbindung von Beständen von Roh-, Halbfertig- und Fertigmateriale während der Herstellung (W)	Diskussion Kosten würden auch bei Serienbetrieb anfallen. Ist grundsätzlich kalkulierbar, aber nicht unbedingt als Auslaufisiko zu klassifizieren.	Nach der Auslaufphase (nach dem Auslaufstichtag)	Diskussion
			Kosten für Lagerung von Überschussmengen (Os); Kosten für Kapitalbindung von Beständen von Roh-, Halbfertig- und Fertigmateriale (W)	Kapitalbindungskosten, Kosten für Handling (einmal ein- und wieder auslagern), anteilige Gesamtkosten des Lagers; die Kosten können grundsätzlich angerechnet werden, sofern sie vorliegen. Dann müsste auch der Zeitraum von der Produktion bis zur Verschrottung geplant werden -> eher Nachkalkulation
			(Rest-) Bestandskosten (Ho) -> kann als entgangener Gewinn verstanden werden; Ggf. Kosten bei Weiterverkauf unter Einkaufspreis (Os) -> kann als entgangener Gewinn verstanden werden	Wenn Restbestände nicht weiter veräußert werden können, dann geht die gesamte Wertschöpfung verloren. Die Kosten sind dann Opportunitätskosten in Form von dem entgangenen Gewinn; diese Bewertungslogik kann auch für den Weiterverkauf der Produkte zu einem anderen Preis als der ursprünglich vereinbarte/ festgesetzte Preis angewendet werden
Material/ Produkte			Kosten für Weiterverkauf: Transportkosten (Os)	Bei Weiterverkauf sind Transporte erforderlich, kann überschlägig kalkuliert werden, allerdings sind diese sehr detaillierten Kosteninformationen eher für die Nachkalkulation geeignet
			Kosten für Verschrottung: Gebühren, Personalkosten, Materialpreis der zu verschrottenden Teile (Os); Kosten für die Verschrottung von überschüssigem Vormaterial, Fertigmateriale (In); Verschrottungskosten Material (Ho)	Kann überschlägig ermittelt werden. Da dies neben dem Wert der Restbestände der größte Kostenposten ist, sollten diese auch bei der Planung berücksichtigt werden. Die Planung hat geringe Restbestände als Ziel. Daher sollten die direkt aus diesen Restbeständen resultierenden Kosten berücksichtigt werden.
			Kosten für die Überarbeitung oder Umwandlung von alten Teilen und Baugruppen (In)	Kann überschlägig ermittelt werden. Da dies neben dem Wert der Restbestände der größte Kostenposten ist, sollten diese auch bei der Planung berücksichtigt werden. Die Planung hat geringe Restbestände als Ziel. Daher sollten die direkt aus diesen Restbeständen resultierenden Kosten berücksichtigt werden.
				-> Die Maßnahmen zur "Verwendung" der Restmengen müssen vom Unternehmen festgelegt werden, bspw. als prozentuale Werte anhand von Erfahrungswerten

Auslaufkosten	Während der Auslaufphase	Diskussion	Nach der Auslaufphase (nach dem Auslaufstichtag)	Diskussion
	Prozesskosten für administrative Prozesse (die auch in der Serienproduktion anfallen)	Kosten würden auch bei Serienbetrieb anfallen. Ist grundsätzlich kalkulierbar, aber nicht unbedingt als Auslaufisiko zu klassifizieren.	Weitere Prozesskosten (administrative auslaufspezifische Prozesse) (Ho)	Ihnt sich da der Aufwand, wenn die Kostensätze nicht vorliegen? Ansonsten wäre überschlägige Kalkulation möglich, auf jeden Fall Nachkalkulation möglich, aber auch da hoher Aufwand.
Administration	Weitere Prozesskosten (administrative auslaufspezifische Prozesse) (Ho)	Ihnt sich da der Aufwand, wenn die Kostensätze nicht vorliegen? Ansonsten wäre überschlägige Kalkulation möglich, auf jeden Fall Nachkalkulation möglich, aber auch da hoher Aufwand.	Kosten für Weiterverkauf: administrative Prozesse	Ihnt sich da der Aufwand, wenn die Kostensätze nicht vorliegen? Ansonsten wäre überschlägige Kalkulation möglich, auf jeden Fall Nachkalkulation möglich, aber auch da hoher Aufwand. -> Prozentualer Aufschlag auf Verkaufskosten bzw. auf entgangenen Gewinn (?)
	Kosten durch Beschaffungspässe (entstehen primär durch Schwankungen der Bedarfprognosen), für Engpassbearbeitung in der Disposition (Os)	Störungen können nicht geplant werden. Abschätzung über Häufigkeit möglich. Nicht unbedingt auslaufspezifisch, Nachkalkulation möglich. Siehe auch Anmerkungen oben.	Kosten für Verschrottung: administrative Prozesse	Ihnt sich da der Aufwand, wenn die Kostensätze nicht vorliegen? Ansonsten wäre überschlägige Kalkulation möglich, auf jeden Fall Nachkalkulation möglich, aber auch da hoher Aufwand. -> Prozentualer Aufschlag auf Verschrottungskosten (?)
	Kosten durch Beschaffungspässe: Sonderfahrten (Os)	Störungen können nicht geplant werden. Abschätzung über Häufigkeit möglich. Nicht unbedingt auslaufspezifisch, Nachkalkulation möglich. Siehe auch Anmerkungen oben.	Gewährleistung (H/L)	nicht Betrachtungsgegenstand des Projekts
Sonstige Kosten	Kosten durch Beschaffungspässe: Aufbau von ungeplanten Kapazitäten bei den Lieferanten (Os)	Störungen können nicht geplant werden. Abschätzung über Häufigkeit möglich. Nicht unbedingt auslaufspezifisch, Nachkalkulation möglich. Siehe auch Anmerkungen oben.	Ersatzteilgeschäft (H/L)	nicht Betrachtungsgegenstand des Projekts
	Kosten durch Beschaffungspässe: entgangene Deckungsbeiträge durch Stornierung von Endkunde (Os)	Störungen können nicht geplant werden. Abschätzung über Häufigkeit möglich. Nicht unbedingt auslaufspezifisch, Nachkalkulation möglich. Siehe auch Anmerkungen oben.	Kosten durch Beschaffungspässe: entgangene Deckungsbeiträge durch Stornierung von Endkunde (Os)	nicht planbare Kosten bzw. höchstens überschlägig anrechenbar bzw. quantifizierbar als Risiko bei Produktausläufen -> allgemeines unternehmerisches Risiko

## Anhang C:

### Planung der Losgrößen nach Wagner Within im Demonstrator

In der MS Access Datenbank „ALEKSWagnerWithin“ sind fünf Tabellen angelegt. Diese werden im Folgenden nacheinander beschrieben.

Die **Tabelle „Termin“** stellt den Input für die Losgrößenplanung nach Wagner Within dar. Für jeden Artikel bzw. jede Komponente werden der individuelle Bedarfstermin sowie die Bedarfsmenge für den Auslauf angegeben. Die Aktualisierung der Daten erfolgt automatisiert durch den Demonstrator. In der **Tabelle „LosGröße“** werden die Ergebnisse der Losgrößenplanung nach Wagner Within (Losgröße, Termin und Kosten) für jede Komponente gespeichert.

Die Tabellen Termin und LosGröße werden durch den Demonstrator bzw. die Datenbank manipuliert. Bei diesen Tabellen können keine Änderungen vorgenommen werden.

Die verwendeten Einheiten der (einzustellenden) Parameter sind in der **Tabelle „Umrechnungsfaktor“** angegeben. Die Tabelle stellt damit die Berechnungsbasis für die in der Planung genutzten Parameter bereit und sollte daher nicht geändert werden. Die folgende Tabelle zeigt die verwendeten Einheiten.

Tabelle 3: Basisparameter für die Losgrößenberechnung nach Wagner Within

Parameter	Umrechnungsfaktor	Beschreibung
KapitalbindungsZinssatz	0,01	Angabe in Prozent pro Zinsjahr
WagnisZinssatz	0,01	Angabe in Prozent pro Zinsjahr
Rüstkosten	1	Angabe in Euro/ Los
Stückkosten	1	Angabe in Euro/ Stück
PeriodenLänge	1	Angabe in Zinstag
ZinsJahr	360	Angabe in Tage pro Jahr
Währung	1	Angabe in Euro

In den Tabellen „Bedarf“ und „Parameter“ können Parametereinstellungen zur Anpassung der Planung an den konkreten Einsatzfall vorgenommen werden.

Die **Tabelle „Parameter“** beinhaltet komponentenspezifische Informationen über den anzusetzenden Kapitalbindungssatz zur Losgrößenberechnung in Prozent, einen WagnisZinssatz in Prozent, die Rüstkosten in Euro, die Stückkosten in Euro sowie den Parameter LosRaster in Stück/ Los. Der Wagniszinssatz beschreibt zusätzliche Wagnisse in der Planung (z. B. Beständewagnisse). Das LosRaster bezeichnet die Anzahl gleichzeitig produzierter Teile pro Fertigungsvorgang. Die Parameter können für die einzelnen Perioden abweichend festgelegt werden. Ist in einer kleineren Periode kein Wert für einen Parameter definiert, so wird in der Losgrößenberechnung

ein Wert von Null angesetzt. In der **Tabelle „Bedarf“** sind für jede Komponente (Artikelnummer) der Starttermin der Planung und die Periodenlänge anzulegen. Am Starttermin muss die gesamte produzierte Menge der ersten Periode bereitstehen. Die Periodenlänge wird durch den Umrechnungsfaktor in der Tabelle Umrechnungsfaktor bestimmt. Die in der Planung genutzte Periodenlänge wird ermittelt durch die Multiplikation des hier angegebenen Werts mit der Einheit in der Tabelle „Umrechnungsfaktor“. Eine „1“ stellt eine Periodenlänge von einem Tag dar, eine „7“ eine Periodenlänge von sieben Tagen dar. In den Tabellen „Bedarf“ und „Parameter“ können zusätzliche (über die Perioden veränderliche) Parametereinstellungen durch das Hinzufügen einer neuen Zeile angelegt werden. Änderungen werden direkt in der betreffenden Zeile vorgenommen.