

# Schlussbericht

zu dem IGF-Vorhaben

***RampUp Qualification -***

***Simulationsspiel zur Qualifizierung von KMU für den Anlauf neuer Produkte***

der Forschungsstelle(n)

Institut für Fabrikanlagen und Logistik

Das IGF-Vorhaben 17697 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e. V. (BVL)  
wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

15.09.2015

Ort, Datum

Matthias Görke

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

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	1
Abbildungsverzeichnis .....	2
Tabellenverzeichnis .....	3
1. Zusammenfassung .....	4
2. Stand der Forschung .....	5
2.1. Anlauf und Anlaufmanagement .....	5
2.2. Didaktische Grundlagen .....	10
3. Darstellung der erzielten Projektergebnisse .....	15
3.1. Arbeitspaket 1: Klassifizierung von Produktionsanläufen bei KMU .....	16
3.2. Arbeitspaket 2: Identifikation anlaufspezifischer Zielgrößen der am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche .....	19
3.3. Arbeitspaket 3: Untersuchung von Wirkbeziehungen zwischen den Zielgrößen .....	25
3.4. Arbeitspaket 4: Überführung in ein didaktisches Modell .....	32
3.5. Arbeitspaket 5: Erstellung einer Softwarespezifikation .....	44
3.6. Arbeitspaket 6: Software Engineering und Praxisvalidierung .....	47
3.7. Arbeitspaket 7: Dokumentation der Ergebnisse .....	54
4. Innovativer Beitrag und wirtschaftlicher Nutzen .....	56
5. Voraussichtlicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU .....	57
6. Verwendung der Zuwendung .....	58
7. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit .....	59
8. Ergebnistransfer in die Wirtschaft .....	60
9. Durchführende Forschungsstelle .....	64
10. Förderhinweis .....	65
11. Literaturverzeichnis .....	66
12. Anhang .....	70

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Integriertes Anlaufmanagementmodell [i.A.a. Schuh 2008] .....	5
Abbildung 2: Zielsystem von Produktionsanläufen [Winkler 2007].....	6
Abbildung 3: Abgrenzung und Gliederung des Produktionsanlaufs [Heins 2006] .....	8
Abbildung 4: Verlauf der Anlaufkurve .....	9
Abbildung 5: Struktur- und Faktoranalyse des Unterrichts [i.A.a. Jank 2002] .....	12
Abbildung 6: Regelkreis der Didaktik [i.A.a. Cube 1968] .....	13
Abbildung 7: Forschungsergebnisse und Anwendung in KMU .....	15
Abbildung 8: Die verschiedene Arten von Anläufen [Laick 2003].....	17
Abbildung 9: Anlaufstrategien [Schuh 2005].....	18
Abbildung 10: Betrachtete Abteilungen des Produktionsanlaufes.....	20
Abbildung 11: Wirkbeziehungen im Produktionsanlauf (Auszug Logistik).....	26
Abbildung 12: Stell- und Kenngrößen Entwicklung.....	27
Abbildung 13: Stell- und Kenngrößen Produktion.....	28
Abbildung 14: Stell- und Kenngrößen Einkauf.....	29
Abbildung 15: Stell- und Kenngrößen Logistik.....	29
Abbildung 16: Stell- und Kenngrößen Vertrieb .....	30
Abbildung 17: Wirkbeziehungen des reduzierten Wirknetzes.....	31
Abbildung 18: Wirkebenen und Verläufe .....	32
Abbildung 19: Phasen der Planspielentwicklung [i.A.a. Wojanowski 2008] .....	32
Abbildung 20: Wechselwirkungen innerhalb des Planspiels .....	38
Abbildung 21: Beispielhafte Berechnung des Streckfaktors .....	39
Abbildung 22: Planspielablauf [i.A.a. Kern 2003].....	41
Abbildung 23: Ablauf des Planspiels im engeren Sinne.....	42
Abbildung 24: Startbildschirm.....	49
Abbildung 25: Eingabemaske .....	50
Abbildung 26: Zwischenergebnis .....	51
Abbildung 27: Abschlussoberfläche .....	52
Abbildung 28: Spielrundenübersicht.....	52
Abbildung 29: Handbuch.....	55

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausschnitt der Problemfelder und deren Ursachen.....	18
Tabelle 2: Gegenüberstellung der einzelnen Phasen des Anlaufs in Anlehnung an [Nagel 2011] .	20
Tabelle 3: Aufgaben und Ziele der Entwicklung in den Anlaufphasen .....	21
Tabelle 4: Aufgaben und Ziele der Produktion in den Anlaufphasen .....	22
Tabelle 5: Aufgaben und Ziele der Arbeitsvorbereitung in den Anlaufphasen.....	23
Tabelle 6: Aufgaben und Ziele des Einkaufs in den Anlaufphasen .....	23
Tabelle 7: Aufgaben und Ziele der Logistik in den Anlaufphasen .....	24
Tabelle 8: Aufgaben und Ziele des Vertriebs in den Anlaufphasen .....	25
Tabelle 9: Anforderungen an das Planspiel.....	33
Tabelle 10: Lernziele des Planspiels .....	34
Tabelle 11: Kategorisierung des Planspiels [i.A.a. Krcmar 2005] .....	35
Tabelle 12: Projektcharakteristika und deren Umsetzung im Planspiel.....	36
Tabelle 13: Agenda für eine mögliche Schulung anhand des Planspiels.....	43
Tabelle 14: Game Design Document .....	44
Tabelle 15: Projektplan mit Zeithorizonten .....	47
Tabelle 16: Anpassungsmöglichkeiten .....	53
Tabelle 17: Überblick der Maßnahmen zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft.....	60
Tabelle 18: Projektbegleitender Ausschuss.....	61

## 1. Zusammenfassung

Der Produktionsanlauf und dessen Management haben mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts den Höhepunkt ihrer bisherigen Bedeutung erreicht [Wildemann 2013]. Unternehmen müssen sich unter immer größer werdendem Konkurrenzdruck behaupten und dadurch immer schneller auf Kundenwünsche und -bedürfnisse reagieren. Eine der wesentlichen Herausforderungen, um Anläufe zukünftig erfolgreich gestalten zu können, ist ein abteilungsübergreifendes Verständnis für die Aufgaben und Prozesse während des Produktionsanlaufs. Die Zusammenarbeit der beteiligten Abteilungen und Personen in einem Unternehmen ist dabei von besonderer Bedeutung.

Ziel des IGF-Vorhabens 17697 N war es daher, ein Tool zu entwickeln, mit dessen Hilfe Mitarbeiter von KMU für zukünftige Anlaufsituationen qualifiziert werden. Die Mitarbeiter sollen lernen, Anläufe zu gestalten und dabei die Notwendigkeit funktionsübergreifender Zusammenarbeit erkennen. Dies trägt zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von KMU bei.

Hierzu wurden Produktanläufe sowohl analysiert und klassifiziert als auch typische Anlaufprobleme identifiziert. Im Anschluss wurden die wesentlichen Aufgaben und Ziele der am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche identifiziert und den einzelnen Anlaufphasen zugeordnet. Aufbauend auf diesen Informationen wurde schließlich ein Wirknetz aufgebaut, welches die wesentlichen Aufgaben und Ziele der Unternehmensbereiche umfasst. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden schließlich in ein didaktisches Modell überführt, welches als Basis für das kybernetische Simulationsspiel diente.

Als Ergebnis des Forschungsprojekts liegt ein kybernetisches Simulationsspiel vor, welches sowohl auf Basis von VBA als auch als WPF-Anwendung in C# programmiert wurde. Bei der Gestaltung des Planspiels wurde großer Wert auf die Veränderbarkeit der zugrundeliegenden Wirkbeziehungen gelegt, um eine Anpassung des Spiels an die spezifischen Belange der anwendenden Unternehmen zu ermöglichen. Darüber hinaus wurde ein Schulungskonzept entwickelt, welches das Planspiel um theoretische Vorträge zum Thema Anlaufmanagement erweitert.

Die Evaluation des Spiels hat gezeigt, dass sämtliche Anforderungen an Simulationsspiele erfüllt wurden. Es wurden ein sinnvoller Bezug zu den Phasen des Produktionsanlaufs geschaffen und unterschiedliche Szenarien entwickelt, um den verschiedenen Arten von Anläufen gerecht zu werden.

Durch das im Forschungsvorhaben entwickelte Tool werden den Teilnehmern die Auswirkungen ihres Handelns auf die logistische Leistungsfähigkeit von KMU im Anlauf verdeutlicht. Darüber hinaus werden die Teilnehmer befähigt, die Motivation anderer Beteiligter für deren Handlungen zu verstehen und Anläufe gemeinsam zu gestalten. Durch das bessere Verständnis der Mitarbeiter für die komplexen Zusammenhänge im Anlauf, welches von einem Bereichsdenken hin zu einem Prozessdenken führt, lassen sich Anläufe erfolgreicher gestalten.

### **Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.**

*Unser Dank gilt dem Förderer sowie den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses, mit denen die Ergebnisse erarbeitet und validiert wurden.*

## 2. Stand der Forschung

Im Folgenden wird ein Überblick über die Themen Anlauf und dessen Management sowie Didaktik gegeben. Ausgehend von der Beschreibung des Anlaufmanagements werden die Ziele des Anlaufs erläutert und anschließend die Phasen eines klassischen Produktionsanlaufs erläutert. Im Anschluss werden grundlegende didaktische Modelle und Lerntheorien vorgestellt.

### 2.1. Anlauf und Anlaufmanagement

Der Produktionsanlauf und dessen Management haben mit dem Beginn des 20. Jahrhunderts den Höhepunkt ihrer bisherigen Bedeutung erreicht [Wildemann 2013]. Unternehmen müssen sich unter immer größer werdendem Konkurrenzdruck behaupten und dadurch immer schneller auf Kundenwünsche und -bedürfnisse reagieren. Dies führt besonders zu immer kürzeren Produktlebenszyklen. Um weiterhin konkurrenzfähig zu bleiben, ist es notwendig, für eine immer kürzer werdende Zeitspanne eine immer größere Produktanzahl und -vielfalt zu entwickeln [Specht 2002]. Einen weiteren Grund stellen die immer spezieller werdenden Kundenansprüche und die damit verbundene höhere Produkt- und Variantenvielfalt dar.

#### 2.1.1. Definition des Anlaufmanagements

In der Literatur existiert keine einheitliche und allgemeingültige Definition des Anlaufmanagements [Nagel 2011]. Eine Definition von KUHN, WIENDAHL, EVERSHEIM und SCHUH [Kuhn 2002] besagt, dass „das Anlaufmanagement eines Serienprodukts [...] alle Tätigkeiten und Maßnahmen zur Planung, Steuerung und Durchführung des Anlaufes mit den dazugehörigen Produktionssystemen, ab der Freigabe der Vorserie bis zum Erreichen der geplanten Produktionsmenge, [...]“ umfasst. Eine andere Sichtweise stellt RISSE [Risse 2003] dar: „Anlaufmanagement bezeichnet die Planung, Organisation, Durchführung und Kontrolle sämtlicher unternehmensinternen und -übergreifenden Material- und Informationsflüsse in der Phase des Serienanlaufes unter Berücksichtigung aller am Produktentstehungsprozess beteiligten Akteure [...]“. Beide Auffassungen stimmen aber mit ALPANS [Alpan 2010] Aussage überein, dass das Anlaufmanagement grundsätzlich ein interdisziplinäres Aufgabenfeld darstellt. Im weiteren Verlauf dient das integrierte Anlaufmanagementmodell (Abbildung 1) von SCHUH, STÖLZE und STAUBE [Schuh 2008] als Grundlage.

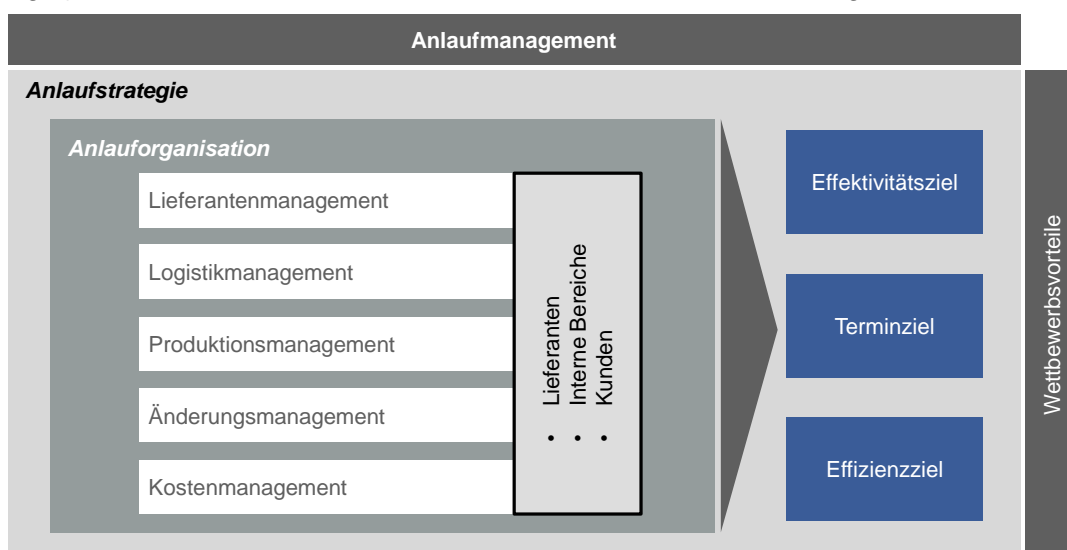
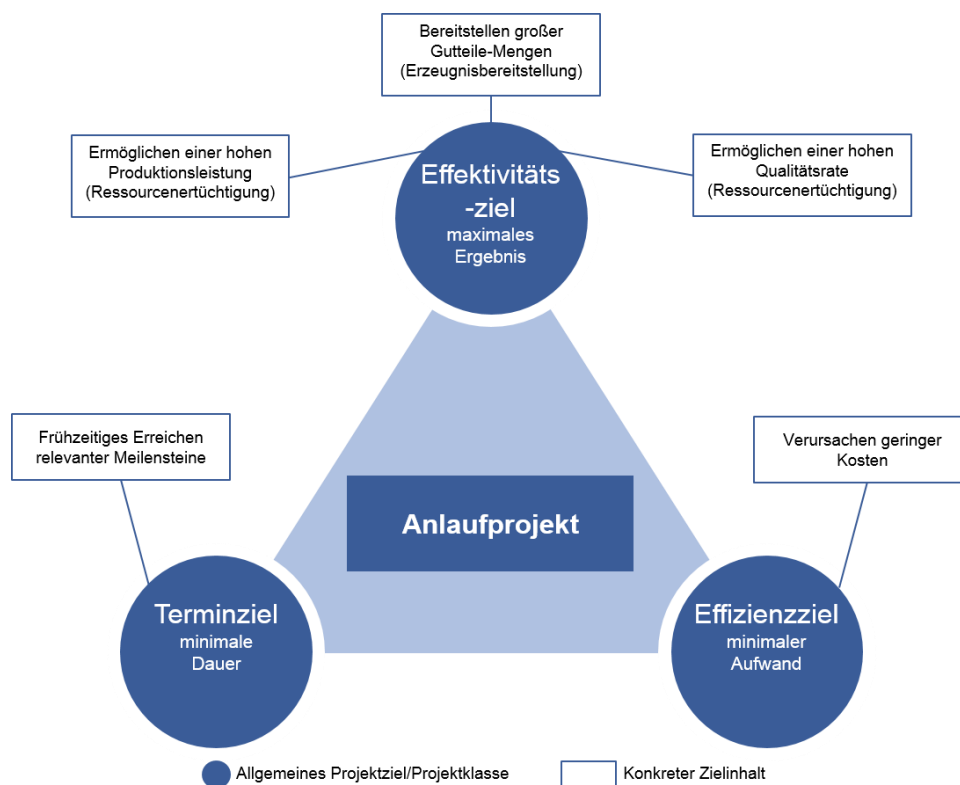


Abbildung 1: Integriertes Anlaufmanagementmodell [i.A.a. Schuh 2008]

Das Anlaufmanagement umfasst demnach typische Aufgaben des Projektmanagements, zudem wird zwischen internen und externen Bereichen des Anlaufmanagements differenziert. Zu den internen Bereichen gehören das Lieferanten-, Logistik-, Produktions-, Änderungs- und Kostenmanagement, während im externen Bereich die Kunden und Lieferanten betrachtet werden. Ziel des Anlaufmanagements ist es in diesem Kontext, sowohl die internen als auch die externen Bereiche so zu organisieren, dass eine übergeordnete Strategie entwickelt werden kann. Denn nur durch die Zusammenarbeit aller am Anlaufmanagement beteiligten Abteilungen gelingt die Einhaltung der festgelegten Effizienz-, Termin- und Effektivitätsziele, wodurch Wettbewerbsvorteile generiert werden können.

### 2.1.2. Ziele des Anlaufmanagements

Voraussetzung für einen erfolgreichen Produktionsanlauf ist die Einhaltung der zu Beginn des Projektes bestimmten Zielvorgaben. Unter einem Ziel wird ein in der Zukunft liegender Zustand angesehen, der gegenüber dem gegenwärtigen im Allgemeinen verändert und erstrebenswert ist [Macharzina 2012]. Ziele müssen dabei erreichbar, messbar und konkret sein. In einem Satz ausgedrückt soll das neue Produkt möglichst hohe Qualität aufweisen und dabei in minimaler Zeit unter geringsten Kosten hergestellt werden. Genau hier entsteht ein Zielkonflikt. Aufbauend auf dem magischen Dreieck aus dem Projektmanagement, das den Konflikt der drei Ziele darstellt, hat WINKLER [2007] ein Zielsystem für Anlaufprozesse entwickelt. Abbildung 2 stellt die drei Zielklassen dar. Jeder Anlaufprozess besitzt demnach ein Effektivitätsziel, welches ein möglichst gutes Resultat im Sinne der Aufgabenerfüllung fordert. Das Terminziel beschreibt die Einhaltung zuvor festgelegter Termine und das Effizienzziel fordert die Minimierung des Aufwands.



**Abbildung 2: Zielsystem von Produktionsanläufen [Winkler 2007]**

Für ein besseres Verständnis der zentralen Zielstellungen bei Produktionsanläufen sollen deren Inhalte näher ausgeführt werden.

## Effektivitätsziel

Definitionsgemäß endet der Produktionsanlauf mit der Erreichung der Kammlinie, bei der eine bestimmte Produktionsausbringung pro Zeiteinheit erreicht wird. I.d.R. entspricht diese der Serienproduktion. Dabei ist es notwendig, zusätzlich sämtliche organisatorischen, personellen und technischen Rahmenbedingungen einzuhalten. Hierzu zählen bspw.

- die richtige Anzahl an Mitarbeitern pro Arbeitsstation,
- die Verwendung von Serienteilen und -werkzeugen,
- die Lieferantenanbindung auf Serienniveau sowie
- die Herstellung von Produkten,

die reproduzierbare Bedingungen und gesicherte Prozessergebnisse liefert [Laick 2003].

Zusätzlich zu dem Ziel der hohen Produktionsleistung am Ende des Anlaufprozesses steht die Bereitstellung großer Guttemengen während der Anlaufphase im Vordergrund. Dies ist nötig, um sowohl externe als auch interne Bedarfe an Zusatzprodukten zu Testzwecken zu bedienen. Dabei ist es wichtig, die Höhe der Bedarfe zu decken, allerdings nicht zu übertreffen, da es anders als auf dem freien Markt nicht möglich ist, daraus einen Erlös zu generieren. Außerdem gilt es, eine hohe Qualitätsrate während der Serienproduktion zu gewährleisten. Ein Übertreffen des geplanten Wertes ist grundsätzlich erstrebenswert, da hierdurch der relative Material- und Zeitbedarf im Serienbetrieb gesenkt wird [Kuhn 2002], [Lanza 2005].

## Effizienzziel

Die Gesamttrendite eines Produktes hängt maßgeblich von der Anlaufphase ab. Die finanziellen Aufwendungen, die während der Anlaufphase u.a. für Entwicklung, Werkzeuge, Planung und Hochlauf getätigt werden, stellen einen großen Anteil der Anlaufkosten dar und so ist es von besonderem Interesse, die Effektivitätsziele mit möglichst geringem Aufwand zu erreichen.

Nimmt man an, dass der gesamte Aufwand, der während des Anlaufs entsteht, durch Kosten abgebildet werden kann, so sieht das Effizienzziel vor, die Anlaufkosten möglichst gering zu halten [Kuhn 2002], [Laick 2003]. Die Anlaufkosten sind definiert als die „*nicht erlösfähigen Mehraufwendungen bei Fertigungsanläufen im Rahmen einer Serienfabrikation*“ [Specht 2002]. Da bis zur Hochlaufphase keine verkaufsfähigen Produkte entstehen und somit auch keine Erlöse erwirtschaftet werden, handelt es sich bei allen zahlungswirksamen Ressourcenkosten um kalkulatorische Kosten für die Kapitalbindung während der Projektdauer [Winkler 2007].

## Terminziel

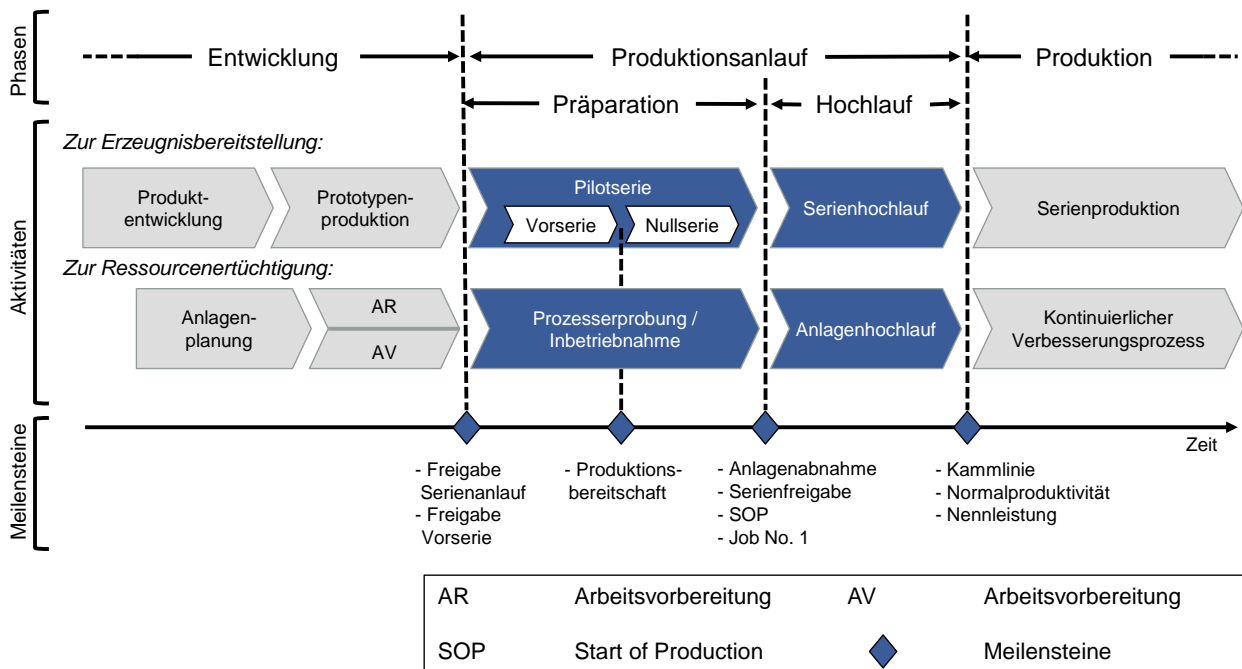
Bei Produktionsanläufen wird eine Vielzahl von Terminen festgelegt, zu deren Zeitpunkt ein bestimmter Ergebnisstand erreicht sein muss. In der Automobilindustrie spricht man von Quality Gates, allgemein werden sie als Meilensteine bezeichnet. Diese definierten Planzustände dienen dem Projektcontrolling und kennzeichnen die einzelnen Teilprojektphasen. Ein verspätetes Erreichen der Meilensteine wirkt sich auf die gesamte Supply-Chain negativ aus. Somit muss sichergestellt werden, dass *relevante Meilensteine frühzeitig erreicht werden* [Zeugträger 1998].

### 2.1.3. Produktionsanlauf

Die im Rahmen dieser Arbeit geltende Abgrenzung und Gliederung des Produktionsanlaufs ist in Abbildung 3 dargestellt. Der Anlauf ist dabei als Phase zwischen Entwicklungs- und Produktionsphase definiert. Unterteilt wird der Produktionsanlauf in Präparations- und Hochlaufphase, welche durch den Job „Number One“ (erstes kundenfähiges Produkt) als Meilenstein getrennt sind



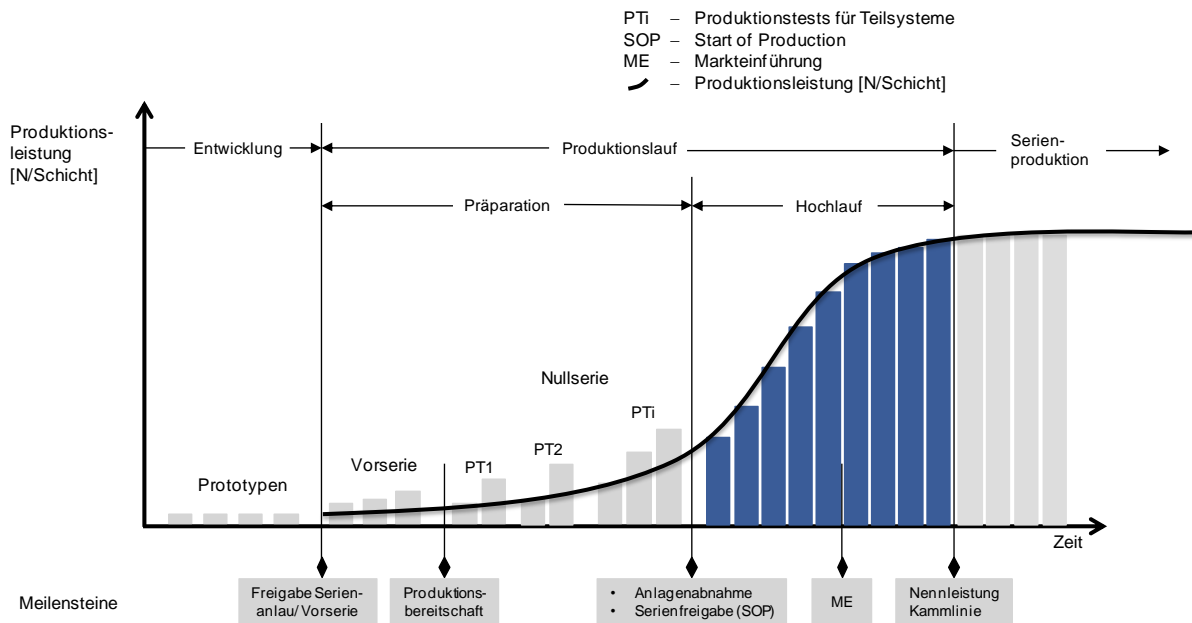
[Wildemann 2004], [Heins 2006]. Sämtliche in den Phasen auftretenden Aktivitäten können entweder der Erzeugnisbereitstellung oder der Ressourcenertüchtigung zugeordnet werden, welche jeweils eine der wesentlichen Anlaufaufgaben darstellen. Es besteht bei einigen Aktivitäten eine zeitlich festgelegte Parallelität, welche durch die vertikale Verknüpfung über Projektmeilensteine verdeutlicht wird. Diese zeitparallelen Aktivitäten sind größtenteils untrennbar miteinander verbunden. Welche Aktivitäten während des Anlaufs besonders im Fokus stehen, ist davon abhängig, ob der Änderungsgrad des Produkts oder des Prozesses von größerer Bedeutung ist.



**Abbildung 3: Abgrenzung und Gliederung des Produktionsanlaufs [Heins 2006]**

Ebenfalls bei der Definition der einzelnen Phasen des Serienanlaufs sind sich die Autoren uneinig, worauf in der Literatur explizit hingewiesen wird. Unter dem Begriff Serienanlauf fassen beispielsweise OPITZ, MÜLLER und HILDEBRAND den Hochlauf der Produktion zusammen, beginnend mit dem „Start of Production (SOP)“ bis hin zum Erreichen der Phase des stabilen Betriebs [Opitz 2006]. GENTNER wiederum definiert lediglich die Vor- und Nullserie als Serienanlauf und zählt den Produktionshochlauf nicht dazu [Gentner 1994].

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Serienanlauf im Abgrenzungsbereich des Produktentstehungsprozesses, wie im Großteil der Veröffentlichungen zum Thema Anlauf, in die drei Teilphasen Vorserie, Nullserie und Produktionshochlauf unterteilt [Wangenheim 1998]. Die Phasen des Produktionsanlaufs in Anlehnung an NYHUIS, WANGENHEIM und HEINS sind bereits in der Abbildung 3 dargestellt und werden im weiteren Verlauf erläutert [Kuhn 2002]. Die Anlaufphase wird definiert als der Zeitbereich zwischen der Freigabe der Vorserie und dem Erreichen der Kammlinie. Die folgende Abbildung 4 stellt den idealtypischen Verlauf der Anlaufkurve sowohl für die Entwicklungsphase als auch für sämtliche Phasen des Produktionsanlaufs dar.



**Abbildung 4: Verlauf der Anlaufkurve**

Auch wenn die Entwicklungsphase nicht direkt dem Produktionsanlauf zugeordnet ist, so hat diese einen enormen und unmittelbaren Einfluss auf den Produktionsanlauf und wird im Folgenden wie auch sämtliche Phasen des Anlaufs näher beschrieben.

### Entwicklungsphase

Entscheidet sich ein Unternehmen zur Erweiterung des bisherigen Leistungsumfangs, kommt es zu Beginn der Entwicklungsphase zur Weitergabe der nötigen Informationen durch die Planungsabteilung. Zudem beinhaltet die Entwicklungsphase sämtliche Aktivitäten zur Konkretisierung des Produktes und zur Planung und Realisierung der notwendigen Betriebsmittel. In diesem Kontext besteht eine Aufgabe darin, aus den Anforderungen des Pflichtenhefts konkrete Konstruktionsergebnisse zu erarbeiten, um diese im folgenden Schritt in Form von Prototypen umzusetzen und ersten Tests zu unterziehen. Mit der Freigabe zum Serienanlauf endet die Entwicklungsphase. Als besonders bedeutungsvoll erscheint die Entwicklungsphase, da sich 80% der Termine, 70% der Qualitätsziele und 60% der Produktkosten nach Abschluss der Produkt- und Prozessentwicklung nicht mehr beeinflussen lassen [Specht 2002].

### Präparationsphase

Die Präparationsphase des Produktionsanlaufs beginnt mit der Freigabe des Serienanlaufs und dient in erster Linie der Vorbereitung des Produktionshochlaufs. Eine Unterteilung der Präparationsphase findet in Vor- und Nullserie statt.

Mit der Vorserie beginnt der Serienanlauf. Sie dient zur Herstellung von Prototypen in hohen Stückzahlen unter seriennahen Bedingungen. Die notwendigen Montage- und Fertigungsprozesse können bereits getestet werden. Läuft die Vorserie bereits zu einem hohen Grad mit Serienwerkzeugen ab, so kann bereits früh eine Prognose für das Entwicklungsobjekt bezüglich der zu erwartenden Produktqualität erstellt werden. Je mehr sich die Vorserie in der Auswahl der verwendeten Werkzeuge, Materialien, Anlagen und Prozesse mit der Serie deckt, desto geringer fallen die Änderungskosten aus. Ebenfalls können sich die Mitarbeiter bereits in einem frühen Stadium mit dem Produkt vertraut machen, Anregungen zu den Prozessen beisteuern und Folgekosten minimieren.

Die Hauptaufgabe der Vorserie liegt somit in der Problemfrüherkennung, der Prozessverbesserung und der Steigerung der Mitarbeiterqualifikation [Wangenheim 1998], [Schuh 2008].

Im Gegensatz zur Vorserie, in welcher lediglich seriennah gefertigt wird, findet in der Nullserie die Produktion unter Serienbedingungen statt. Charakteristisch für diese Phase ist, dass ausschließlich Serienwerkzeuge für die Produktion eingesetzt werden. Zulieferer fertigen zu diesem Zeitpunkt bereits unter Serienbedingungen. Die Produktion kann dabei auf separaten Pilotwerken, auf Pilotlinien oder auf Serienproduktionslinien stattfinden. In KMUs wird in der Regel aufgrund der hohen Investitionskosten auf Pilotwerke und Pilotlinien verzichtet. Oftmals werden die Vor- und Nullserie wegen des hohen Aufwands zur Pilotserie bzw. als Präparationsphase zusammengefasst [Schuh 2008], [Fitzek 2005].

### **Produktionshochlauf**

Ist die Pilotserie abgeschlossen, so startet mit dem „Start of Production (SOP)“ die letzte Phase des Serienanlaufs. Diese Phase wird als Produktionshochlauf bezeichnet. In dieser Phase werden die ersten kundenfähigen Produkte mit dem Ziel gefertigt, eine ausreichende, marktseitige Verfügbarkeit des Produkts sicherzustellen. Das Ende dieses Hochlaufs und dementsprechend auch das Ende des Serienanlaufs ist erreicht, wenn eine stabile Produktion vorliegt und die produzierte Planstückzahl der geplanten Tagesproduktion unter Serienbedingungen entspricht. Zeitlich betrachtet, beginnt die Hochlaufphase vor dem Verkaufsbeginn des Produktes. In dieser Phase werden ausschließlich Serienmaterial, -anlagen und -werkzeuge eingesetzt. Nach dem Start der Produktion wird die Ausbringungsmenge stetig erhöht, bis die produzierten Stückzahlen den der geplanten Kammlinie entsprechen und dadurch die gewünschte Produktivität erreicht wird. Die Anlaufkurve (Abbildung 4) stellt diesen Vorgang der stetigen Erhöhung der Produktionsmenge anschaulich dar [Schuh 2008], [Wangenheim 1998], [Nagel 2011].

## **2.2. Didaktische Grundlagen**

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Simulationsspiels zur Qualifizierung von KMU für den Anlauf neuer Produkte. Voraussetzung hierfür ist ein Verständnis über den Menschen und dessen Lernverhalten.

### **2.2.1. Definition Didaktik und Lerntheorien**

Die Didaktik ist eine Teildisziplin der Pädagogik, obwohl beide im heutigen Sprachgebrauch als Synonyme verwendet werden [Seel 2015]. *„Die Didaktik ist die Wissenschaft (und Lehre) vom Lernen und Lehren überhaupt. [...] [Die] auch mit jenen Formen des Lernens und Lehrens zu tun hat, die nicht Unterricht oder Lernen im Unterricht sind“* [Dolch 1971]. JANK und MEYER definieren die Didaktik als *„[...]Theorie und Praxis des Lernens und Lehrens“* [Jank 2002].

Aufbauend auf unterschiedlichen Definitionen des Lernens lassen sich in der Literatur verschiedene didaktische Theorien finden. Die älteste Theorie stellt der Behaviorismus dar, in dem das Verhalten und Lernen als ein Mechanismus zwischen Reizen und Reaktionen beschrieben wird. Eines der bekanntesten Beispiele für den Behaviorismus ist der Pawlow'sche Hund [Jank 2002]. Eine natürliche Reaktion auf den Reiz von Futter bei Hunden ist, dass ein Speichelfluss auslöst wird. Aufgrund der wiederholten Konditionierung der Futtergabe mit einer Glockenklingel wurde anfangs der Speichelfluss durch das Futter ausgelöst; später erfolgte dieser auch beim Glockenklingeln ohne Futter. Somit hatte der Hund gelernt: Er wird gefüttert, sobald die Klingel läutet [Hasselhorn, Gold 2013]. Eine wichtige Eigenschaft dieser Theorie ist, dass gewisse Handlungen initiiert werden und anschließend belohnt oder bestraft werden [Vogt 2007]. Das Lernen durch bloße Konditionie-

Die Theorie des Behaviorismus vernachlässigt die individuellen im Gehirn ablaufenden Vorgänge. Die Theorie des Behaviorismus beschreibt einen Teilbereich des Lernens treffend, reicht aber zur vollständigen Erklärung des Lernverhaltens nicht aus [Jank 2002].

Mit den fortschreitenden Erkenntnissen der Neuropsychologie wurde es möglich, die kognitiven Prozesse im Gehirn genauer zu untersuchen und weitere Formen des Lernens abzuleiten. Kognitives Lernen besteht aus drei Elementen: der Gewöhnung, Sensibilisierung und behavioristischen Konditionierung. Die Gewöhnung resultiert aus einem immer wiederkehrenden Reiz, der zu einer immer schwächer werdenden Reaktion führt. Unter der Sensibilisierung wird im Allgemeinen eine starke Reaktion verstanden, hervorgerufen durch bereits zuvor entstandene andere Reize [Jank 2002]. Diese lassen sich zu sog. Schemata, also kognitiven Strukturen, zusammenfassen und stehen immer mit den von der Umwelt eintreffenden Informationen in Verbindung [Seel, Hanke 2015]. Somit nimmt der Mensch als Individuum eine aktive, selbstständige Rolle beim Lernen ein, indem er Entscheidungen trifft und Urteile fällt [Vogt 2007]. Ausgangspunkt des kognitiven Lernens stellen die neuen Informationen aus der Umwelt dar, die mit den bisherigen Erfahrungen und dem gesammelten Wissen in Einklang gebracht werden müssen [Hanke 2005]. Dazu stehen dem Individuum zwei komplementäre Prozesse zur Verfügung: die Assimilation und die Akkommodation. Bei der Assimilation wird das bereits bestehende Wissen mit den Reizen der Umwelt in Einklang gebracht. Das Neue wird auf Basis des Alten interpretiert und verstanden und dann in das bestehende Wissen integriert. Die Akkommodation beschreibt die Anpassung des bestehenden Wissens an die neuen Informationen und Erfahrungen, die auf das Individuum einwirken, um so Verständnis zu entwickeln [Hanke 2005], [Piaget 1974].

Gegen Ende des 20. Jh. rückte der Gedanke des Konstruktivismus immer mehr in den Fokus. Der Konstruktivismus ähnelt dem Kognitivismus insoweit, dass dieser ebenfalls den individuellen Aufbauprozess betrachtet und nicht den behavioristische Mechanismus. Zugleich grenzt sich dieser aber vom Kognitivismus durch eine weitaus höhere Bedeutung der individuellen Interpretation und Wahrnehmung ab [Meir n. a.], [Vogt 2007]. Wissen wird in diesem Zusammenhang individuell von dem Mensch gesteuert und nicht von der Umwelt beeinflusst. Daraus folgt, dass das Wissen individuell konstruiert, reorganisiert und erweitert wird und es keine optimalen Lernmethoden gibt. Lehrende dienen an dieser Stelle der Unterstützung und Anregung dieser Konstruktionsprozesse, können diese aber nicht bewusst steuern [Vogt 2007].

Zusammenfassend setzt jede der Lerntheorien einen anderen Schwerpunkt und lässt bewusst bestimmte Perspektiven außen vor, sodass es keine optimale Theorie geben kann. Folglich wird auf der Basis der genannten Lerntheorien näher auf die Grundmodelle der Didaktik eingegangen.

### 2.2.2. Grundlegende Modelle der Didaktik

In diesem Kapitel soll es um die unterschiedlichen Modelle und Ansätze der Didaktik gehen, die auf den zuvor dargestellten Lerntheorien basieren. Das früh entstandene und deshalb bekannteste Modell ist das bildungstheoretische Modell, welches sich später zum kritisch-konstruktiven Modell entwickelte. Der bekannteste Vertreter dieses Modells ist Klafki<sup>1</sup>. Beim bildungstheoretischen Modell steht die Bildung im Mittelpunkt der Betrachtung sowie die dazu formulierten fünf Kernfragen; diese sollen vorab entscheiden, ob die Inhalte lerntauglich sind oder nicht [Seel 2015]. Für die Tauglichkeit des Lehrens sind Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung von besonderer Wichtigkeit,

---

<sup>1</sup> Wolfgang Klafki ist Professor im Bereich der Erziehungswissenschaften und gilt weltweit als Repräsentant deutscher Erziehungswissenschaften [Jank 2002].

ergänzt um die Frage der Struktur des Inhalts dieser beiden Fragen. Die beiden letzten Fragen widmen sich der exemplarischen Bedeutung und der Zugänglichkeit.

Die Weiterentwicklung des Modells resultierte auf politisch-gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Kritik, so wurde dem Modell auf der einen Seite vorgeworfen, die Klassengesellschaft zu stabilisieren und zu konservativ zu sein, und auf der anderen Seite, empirisch zu ungesichert zu sein [Jank 2002]. Im kritisch-konstruktiven Modell steht die Bildung immer noch im Mittelpunkt, wird aber präziser formuliert. Dazu wird in Allgemein- und Individualbildung unterschieden. In der Allgemeinbildung sollte sich jedes Mitglied der Gesellschaft mit gesellschaftskritischen Problemen befassen haben, wie z.B. der wachsenden Weltbevölkerung oder der Friedensfrage. Bezüglich der Individualbildung ist das Ziel, sich „zu einem zu Selbst- und Mitbestimmung und zu Solidarität fähigen Mitglied der Gesellschaft [zu] entwickeln“ [Seel 2015]. Somit lassen sich die Selbstbestimmungs-, Mitbestimmungs- und Solidaritätsfähigkeiten zu essenziellen Unterrichtszielen zusammenfassen [Jank 2002].

Eine Alternative zum bildungstheoretischen Ansatz stellt der lerntheoretische Ansatz in Form des Berliner Modells dar. Das Berliner Modell ist empirisch orientiert und beschäftigt sich mit der Struktur- und Faktoranalyse (Abbildung 5), indem gewisse Konstanten und Wirkbeziehungen eines jeden Unterrichts festgehalten werden [Jank 2002], [Seel 2015]. Das einzige, durch das Modell vorgegebene, Kriterium ist die Stimmigkeit aller Konstanten und Wirkbeziehungen. Somit unterscheidet es sich stark von dem bildungstheoretischen Ansatz von Klafki. Die Konstanten werden dabei in Entscheidungs- und Bedingungsfelder unterschieden, wobei sich die Strukturanalyse um die Entscheidungsfelder und die Faktoranalyse um die Bedingungsfelder kümmert. Die Entscheidungsfelder umfassen Intention, Methodik, Medienwahl und Thematik, die vom Lehrenden zuvor festgelegt und aufeinander abgestimmt werden müssen. Die Bedingungsfelder lassen sich in anthropogene und soziokulturelle Voraussetzungen aufteilen. Diese sind vom Lehrenden nicht beeinflussbar, müssen aber berücksichtigt werden [Jank 2002]. Das Berliner Modell zeigt somit Handlungsspielräume der Lehrenden auf, gibt jedoch keine Handlungsempfehlung und bleibt damit wertneutral [Seel 2015].

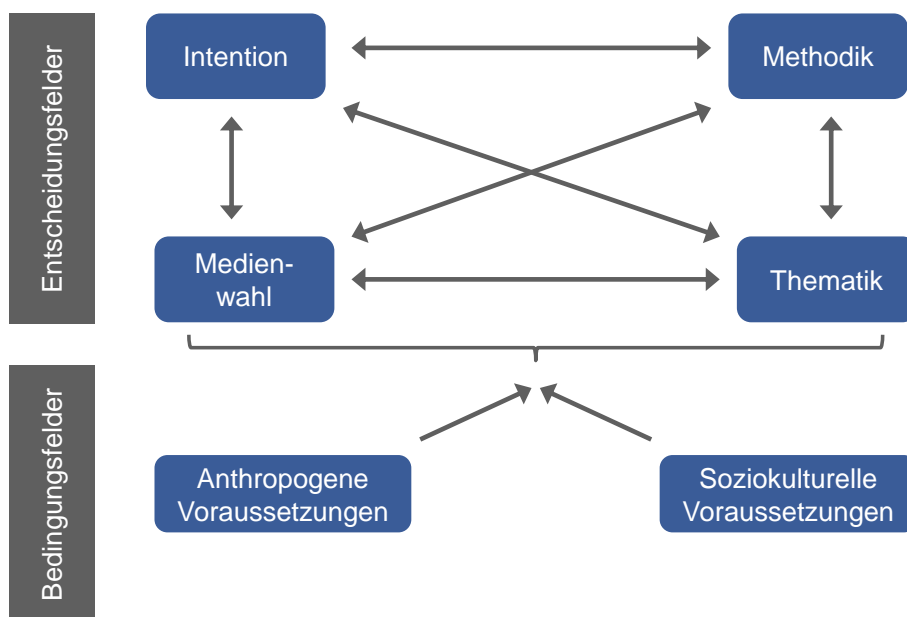
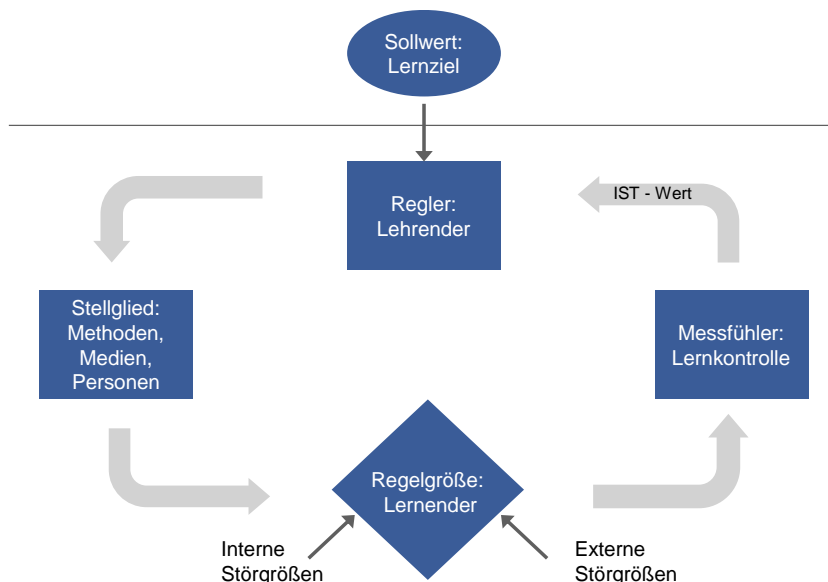


Abbildung 5: Struktur- und Faktoranalyse des Unterrichts [i.A.a. Jank 2002]

Das Berliner Modell wurde insbesondere aufgrund der Wertneutralität kritisiert und ist daher zum Hamburger Modell weiterentwickelt worden [Jank 2002], [Seel 2015]. Die zentralen Begriffe sind Kompetenz, Autonomie und Solidarität, die in einem Begriffstripel zueinander stehen und ihre Wechselwirkungen aufeinander ausdrücken [Jank 2002]. Als grundlegende Änderungen lassen sich die Berücksichtigung der Erfolgskontrolle als Entscheidungsfeld und das Zusammenfassen der beiden Entscheidungsfelder Intention und Thematik zu einem festhalten. Die Erfolgskontrolle spiegelt einen normativen Ansatz wieder. Insbesondere wird jetzt eine partnerschaftliche Gestaltung des Unterrichts seitens der Lernenden und Lehrenden erfordert, da beide zu gleichen Teilen an dem Erfolg des Unterrichts beteiligt sind [Seel 2015].

Ein weiteres Modell ist die kybernetisch-informationstheoretische Didaktik. Die Kybernetik ist eine interdisziplinär anwendbare Methodik und somit auch für die Erziehungswissenschaften anwendbar. Der allgemein bekannte Regelkreis lässt sich wie folgt auf den Lernprozess projizieren [Bonz 2009]: Das Lernziel wird durch den extern stehenden Sollwert repräsentiert. Der Lehrende als Regler ist sich dieses Ziels bewusst und nutzt dieses Wissen als Grundlage für sein Lehren. Er wählt notwendige Methoden und Medien unter Berücksichtigung des Lernenden aus, damit das Lernziel erreicht wird. Die Methoden und Medien oder auch andere Personen, in Form von Mitschülern, bilden das sog. Stellglied. Der Lernende stellt in dieser Beziehung das Regelobjekt dar, welches durch das Stellglied, aber auch durch Störgrößen beeinflusst wird. Störgrößen lassen sich hier in zwei Kategorien unterteilen, zum einen in externe Störgrößen, wie Mitschüler, oder zum anderen in interne Störgrößen, wie mangelndes Vorwissen. Beiden gemeinsam ist, dass diese vom Lehrenden unvorhergesehen sind. Es besteht die Möglichkeit, dass durch das gewählte Stellglied Nebenwirkungen auf das Regelobjekt einwirken. Der Messfühler, der hier die Lernkontrolle darstellt, schließt den Regelkreis und signalisiert dem Regler und dem Regelobjekt, ob das Lernziel erreicht wurde [Cube 1968], [Müller 2000] (Abbildung 6).



**Abbildung 6: Regelkreis der Didaktik [i.A.a. Cube 1968]**

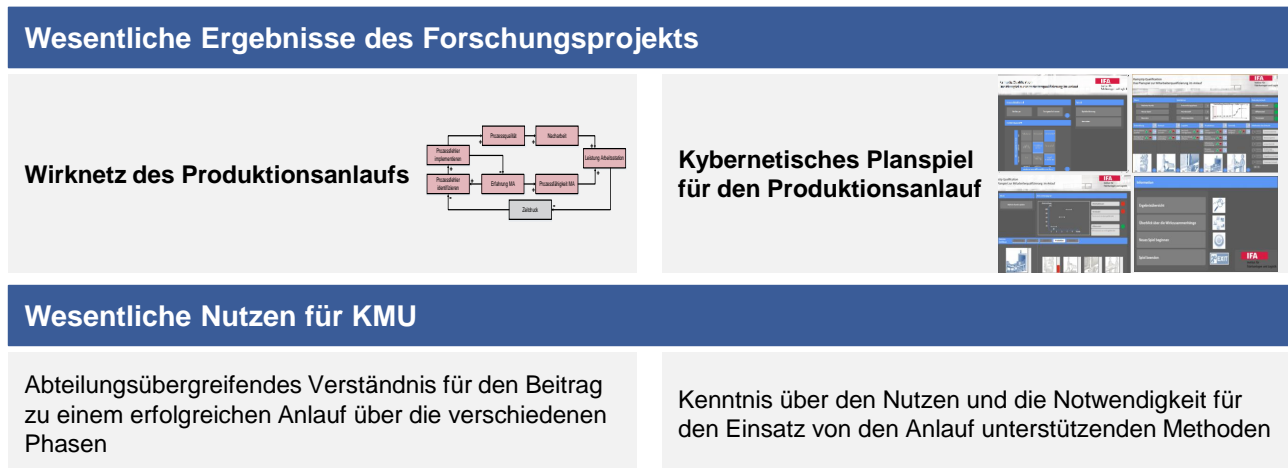
Zudem werden drei Typen von Lernprozessen unterschieden. Das Wahrscheinlichkeitslernen tritt immer dann auf, wenn aus dem Kontext geschlossen wird. Beispielsweise tritt im deutschen Sprachgebrauch selten ein „Q“ ohne ein nachfolgendes „U“ auf. Somit werden subjektive Erwartungen mit der Wahrscheinlichkeit verknüpft. Einen anderen Lernprozess stellt die Abspeicherung dar; bei wiederholtem Lesen eines Textes werden kontinuierlich schon verstandene und abgespei-

cherte Informationen ausgeblendet, sodass nur Informationen, welche noch nicht verarbeitet sind, wahrgenommen werden. Erläutert am Beispiel eines unbekanntes Textes liegt beim ersten Lesen des Textes ein Maximum an neuen Informationen vor. Beim zweiten Lesen ist ein Teil des Textes bereits verstanden und die Anzahl neuer Informationen ist gesunken. Der letzte Prozess ist die Superzeichenbildung; darunter ist zu verstehen, dass bestimmte Begriffe eine übergeordnete Information beinhalten, z.B. wird ein Wort als Ganzes betrachtet und nicht als Abfolge einzelner Buchstaben [Cube 1970], [Müller 2000].

VESTER [Vester 2004], der stark von der Kybernetik geprägt worden ist, entwickelte das Konzept zum vernetzen Denken. Er ist der Auffassung, dass nicht wie sonst die Komplexität verringert und in Einzelbereiche unterteilt werden sollte, sondern aus ihr Nutzen gewonnen werden soll. Das Problem der Komplexität liegt darin, dass bei der Behebung eines Problems in einem Einzelbereich indirekt und zeitverzögert neue Probleme durch die Behebung des einen entstehen [Vester 2004]. Lernthematiken sollten möglichst viele unterschiedliche Aspekte und Verknüpfungen aufgreifen, um den besten Lernerfolg zu liefern und das vernetzte Denken zu fördern. So können beim vernetzten Denken und Lernen verschiedene Blickwinkel eingenommen und Wechselwirkungen eines Systems verstanden werden, um dieses ganzheitlich zu durchdringen. Zusätzlich sieht VESTER Spielen als eine besondere Methode der Wissensvermittlung, da Spiele dynamische Modelle der Wirklichkeit sind. Dadurch kann der Vorteil der Abstraktion des Spiels genutzt werden. Simulationen zerreißen die Wirklichkeit nicht, sondern bilden die Wechselwirkungen der Realität entsprechend ab [Vester 2006]. So können Simulationen das ganzheitliche Denken fördern und eine angenehme Lernatmosphäre schaffen [Vester 2004].

### 3. Darstellung der erzielten Projektergebnisse

In diesem Kapitel werden die erarbeiteten Ergebnisse des Forschungsprojekts dargestellt. Hierzu werden zunächst die Ergebnisse und das Zusammenwirken der einzelnen Arbeitspakete beschrieben, um eine Einordnung in den Gesamtkontext zu erleichtern. Im Anschluss werden die Arbeitspakete detailliert dargelegt (Abbildung 7).



**Abbildung 7: Forschungsergebnisse und Anwendung in KMU**

Das Kernergebnis des Forschungsvorhabens ist ein kybernetisches Simulationsspiel, mit Hilfe dessen Mitarbeiter von KMU für die Interdisziplinarität des Anlaufs sensibilisiert werden sollen. Dazu müssen die am Anlauf beteiligten Mitarbeiter verstehen, welche Wirkzusammenhänge zwischen ihrem Handeln, dem Handeln der Mitarbeiter anderer Unternehmensbereiche und den anlaufspezifischen Zielen bestehen.

Zum Zwecke der Zielerreichung wurden verschiedene Teilziele abgeleitet. So wurden zunächst Produktanläufe sowohl analysiert als auch klassifiziert und typische Anlaufprobleme identifiziert. Im Anschluss wurden die wesentlichen Aufgaben und Ziele dieser Abteilungen im Anlauf identifiziert. Basierend auf diesen Informationen wurde schließlich ein Wirknetz erstellt, welches die wesentlichen Aufgaben und Ziele der Unternehmensbereiche umfasst. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden anschließend in ein didaktisches Modell überführt, welches als Basis für das kybernetische Simulationsspiel diente.

Zur Erreichung des Forschungsziels diente der sieben Arbeitspakete (APs) umfassende Arbeitsplan aus dem Antrag:

- AP1: Klassifizierung von Produktionsanläufen bei KMU
- AP2: Identifikation anlaufspezifischer Zielgrößen der am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche
- AP3: Untersuchung von Wirkbeziehungen zwischen den Zielgrößen
- AP4: Überführung in ein didaktisches Modell
- AP5: Erstellung einer Softwarespezifikation
- AP6: Software Engineering und Praxisvalidierung
- AP7: Dokumentation und Verbreitung der Ergebnisse

Zunächst wurden die Inhalte der Arbeitspakete 1-2 erarbeitet. Im Anschluss erfolgte der Aufbau des Wirknetzes in Arbeitspaket 3. Die Wirkbeziehungen wurden unter besonderer Berücksichtigung des geplanten Spielkonzepts erarbeitet. Parallel hierzu wurde dann mit der Entwicklung des didaktischen Konzepts begonnen. Dieses wurde schließlich in eine konkrete Softwarespezifikation



überführt und schließlich im Arbeitspaket 6 mittels VBA programmiert. Sowohl die Teilergebnisse als auch das finale Planspiel wurden in Zusammenarbeit mit den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses diskutiert sowie validiert.

Nachfolgend werden die einzelnen Tätigkeiten und Ergebnisse der jeweiligen Arbeitspakete im Detail vorgestellt. Hierzu wird kurz das Ziel des jeweiligen Arbeitspakets dargestellt, das Vorgehen kurz erläutert und anschließend die erarbeiteten Ergebnisse ausführlich beschrieben.

### **3.1. Arbeitspaket 1: Klassifizierung von Produktionsanläufen bei KMU**

Ziel des ersten Arbeitspakets war es, typische Anläufe bei KMU zu analysieren und zu klassifizieren sowie im Anlauf auftretende Probleme zu identifizieren. Diese Ergebnisse dienen im weiteren Verlauf der Ableitung von Anlaufsznarien für das kybernetische Simulationsspiel.

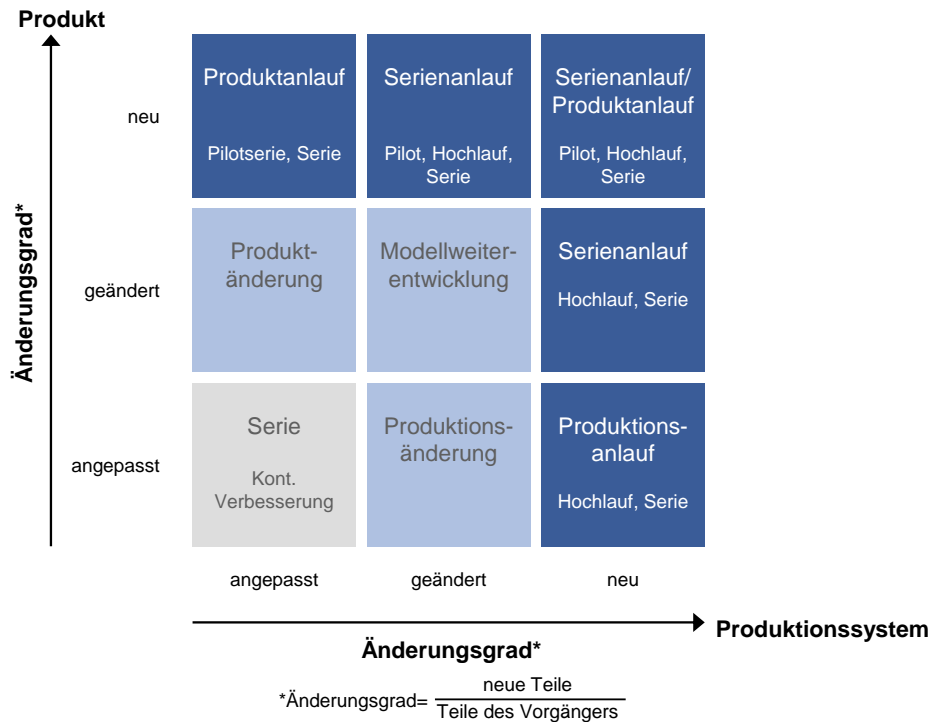
#### Vorgehen

Zur Zielerreichung wurde insbesondere eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt sowie das am Institut für Fabrikanlagen und Logistik vorhandene Erfahrungswissen zu dieser Thematik eingebracht. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Auftaktveranstaltung des Forschungsprojektes die konkreten Herausforderungen und Probleme bei den eigenen Anläufen besprochen und dokumentiert. In diesem Zusammenhang wurde auch diskutiert, ob die Unternehmen im Rahmen des Anlaufmanagements gewisse Strategien verfolgen. Dies war überwiegend nicht der Fall. Die im Anlauf auftretenden Probleme wurden in die Kategorien Mensch, Technik, Organisation, Logistik und Zulieferer gegliedert. Zudem wurden mögliche Gründe bzw. Ursachen für die ermittelten Probleme identifiziert und schließlich deren Relevanz in Abhängigkeit der Art des Anlaufs (Produktanlauf, Produktionsanlauf, Serienanlauf) angegeben. Die Ergebnisse wurden mit Excel® festgehalten.

#### Ergebnis

Anläufe können sich ähneln, jedoch findet man selten zwei identische Anläufe. Es existieren verschiedene Varianten oder Typen von Anläufen [Laick 2003], die in der nachfolgenden Abbildung in Abhängigkeit vom Änderungsgrad des Produktes oder des Produktionssystems in einem Koordinatensystem dargestellt sind.

In Abbildung 8 finden sich die drei grundsätzlich zu differenzierenden Arten von Anläufen. Der Produkthanlauf findet statt, wenn auf einem bewährten Produktionssystem ein neues Produkt produziert werden soll, ein Serienanlauf findet statt, wenn sowohl Produkt als auch Produktionssystem noch nicht zuvor verwendet worden sind, und ein Prozessanlauf findet statt, wenn sich das Produkt höchstens geringfügig verändert, jedoch das Produktionssystem neu ist [Nagel 2011].



**Abbildung 8: Die verschiedenen Arten von Anläufen [Laick 2003]**

Ebenso wie es verschiedene Arten des Anlaufs gibt, so gibt es auch unterschiedliche Strategien, wie man einen Anlauf gestalten kann. Die Wahl der richtigen Strategie wird von vielen Faktoren beeinflusst, unter anderem von der Art des Anlaufs, aber z.B. auch vom Zeitpunkt des Markteintritts oder der Komplexität des Logistiksystems. Nachfolgend sind vier generische Anlaufstrategien aufgelistet. Nach SCHUH [Schuh 2004], [Schuh 2005] gibt es vier verschiedene empirisch ermittelte Arten von Anlaufkurven (Abbildung 9), die für einen Anlauf gewählt werden können.

Die Strategie *Volume First* eignet sich für Großserien von variantenarmen Produkten. Dabei soll eine hohe Auslastung bei kurzen Anlaufzeiten erzielt werden. Bei der *Dedication*-Strategie sollen aufeinanderfolgende Produktvarianten in sequenziellen Produktionsanläufen mit einer hohen Auslastung der Fertigung hergestellt werden. Die *Step-by-Step*-Strategie wird für komplexe Produkte und Gesamtfertigungsprozesse genutzt. Für diese Prozesse ist es sinnvoll, die einzelnen Aufgabenbereiche voneinander zu entkoppeln, gesondert zu realisieren und zu optimieren. Dafür sind zwischen den Stationen große (kostenintensive) Puffer vorzusehen. Erst nachdem die Teilprozesse stabil laufen, werden sie synchronisiert und zu einem Prozess zusammengeführt. Die *Slow-Motion*-Strategie eignet sich für die Produktion vieler Varianten. Dabei startet der Serienhochlauf für alle Produktvarianten parallel. Über einen langen Zeitraum bleibt dann das Produktionsvolumen moderat gering und steigt mit zunehmender Prozessstabilität schnell an [Schuh 2005]. Fraglich bleibt jedoch, ob eine Anlaufkurve aktiv gewählt werden kann oder sich die Anlaufkurve vielmehr aus den Parametern ergibt, die diese beeinflussen. In der Literatur wird häufig beispielhaft der Verlauf einer S-förmigen Anlaufkurve dargestellt [Dyckhoff 2012], [Fleischer 2003], [Lanza 2011], [Schmahls 1999], die in der Form der *Dedication*-Strategie von SCHUH gleicht.

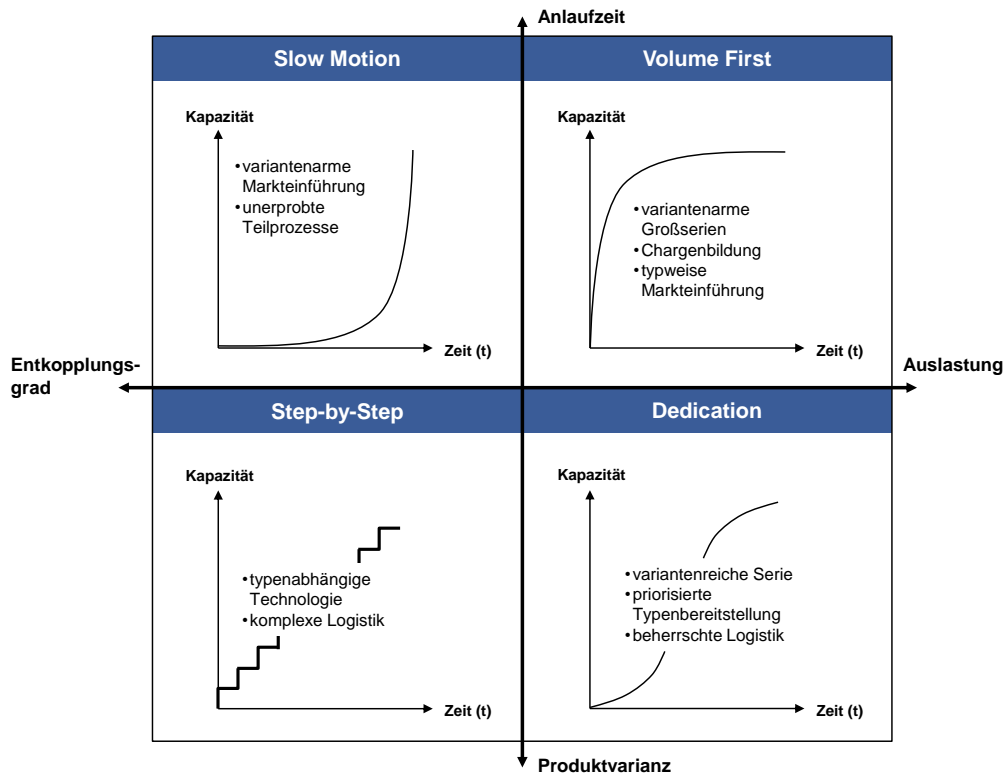


Abbildung 9: Anlaufstrategien [Schuh 2005]

Neben der Klassifizierung von Anläufen wurden im Rahmen des Arbeitspakets weiterhin wesentliche Störungen im Anlauf identifiziert, und in die Kategorien Technik, Mensch, Organisation, Logistik und Zulieferer geclustert. Darüber hinaus wurden Ursachen für diese Störungen ermittelt und schließlich eine Zuordnung der Probleme zu den Anlaufarten vorgenommen.

Tabelle 1: Ausschnitt der Problemfelder und deren Ursachen

Betrachtungsfeld	Ursache	Produktanlauf	Serienanlauf	Produktionsanlauf
<b>Technik</b>				
Anlagenstörungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reifegrad des Produktionsprozess zu niedrig</li> <li>Mängel an der Anlage</li> <li>Probleme in vor- oder nachgelagerten Bereichen</li> <li>Fehlbedienung durch Mitarbeiter</li> </ul>		x	x
Produktqualität entspricht nicht Anforderungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reifegrad des Produktionsprozesses ist zu niedrig</li> <li>Mängel an der Anlage</li> <li>Ungeeigneter Prozess</li> </ul>	x	x	
Unzureichende Kompatibilität von Anlagen unterschiedlicher Hersteller	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unzureichende Kompatibilität aufgrund Maschinensteuerung</li> <li>Inkompatible Schnittstellen</li> </ul>		x	x
Lange Ausfallzeiten aufgrund technischer Störungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mangelnde Instandhaltungspläne</li> <li>Fehlendes Anlagen Know-How</li> <li>Fehlendes Personal</li> </ul>		x	x
Späte Prozessänderungen	Späte Produktänderungen	x	x	x
Qualitätsprobleme werden zu spät identifiziert	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine kontinuierliche Qualitätskontrolle</li> <li>Keine Überwachung der Maschinenparameter</li> </ul>	x	x	
Verzögerter Produktionsstart/ Terminverzögerungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verspätete Werkzeuglieferung</li> <li>Reifegrad des Produktionsprozesses zu niedrig</li> </ul>	x	x	x
„Falsche“ Probleme bei Tests mit Prototypen, die später nicht mehr auftauchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anlagen werden mit Prototypen getestet</li> <li>Nacharbeit durch Mitarbeiter</li> <li>Mangelhafter Versuchsaufbau</li> </ul>	x	x	
Kompatibilitätsprobleme unterschiedlicher EDV-Anwendungen	Inkonsistente Datenquelle Programmierfehler der Anlagensteuerung		x	x
Bedienfehler bei Neueinrichtung von Maschinen	Aufgrund fehlender Qualifikation Mitarbeiter		x	x
Unvollständige Qualitätskontrolle	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgrund fehlender Prüfwerkzeuge</li> <li>Nicht definierter Kriterien und Qualitätsregelkreisen</li> <li>Produktänderungen und technischer Probleme</li> </ul>	x	x	x
<b>Mensch</b>				
Mitarbeiter überfordert	Mitarbeiter haben mehrere Projekte (vor allem bei KMU)	x	x	x
Mitarbeiter unmotiviert	<ul style="list-style-type: none"> <li>Persönliche oder Abteilungsziele stehen im Vordergrund</li> <li>Mangelnde Identifikation mit neuem Produkt</li> </ul>	x	x	x
Erfahrungs-/Know-How Verlust	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mangelnde Motivation</li> <li>Stelleneubesetzung</li> <li>Ruhestand/ Städteflucht</li> </ul>	x	x	x
Personalengpässe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mangelnde Mitarbeiter Qualifikation</li> <li>Vielzahl paralleler Projekte</li> </ul>	x	x	x

### 3.2. Arbeitspaket 2: Identifikation anlaufspezifischer Zielgrößen der am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche

Ziel des Arbeitspakets 2 war es, die wesentlichen Zielgrößen in einem Produktanlauf für alle beteiligten Unternehmensbereiche zu identifizieren.

#### Vorgehen

Wirkbeziehungen zwischen den unterschiedlichen Geschäftsbereichen und Abteilungen bis hin zu Gruppen und Teams zeigen sich in sogenannten Schnittstellen. Gemäß LÜHRING treten Schnittstellen auf, wenn Abhängigkeiten „zwischen Menschen oder organisatorischen Einheiten [...] aufgrund einer zielorientierten, arbeitsteiligen und gemeinsamen Aufgabenwahrnehmung“ entstehen [Lühring 2006]. Aus diesem Grund war es Gegenstand des Arbeitspakets, die wesentlichen Aufgaben und Ziele während des Produktanlaufs und seiner Teil-Phasen zu identifizieren.

Grundlage hierfür bildete die Identifikation aller am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche. Im Anschluss wurden die Aufgaben und Ziele der fünf wesentlichen Abteilungen über die verschiedenen Phasen des Anlaufs ermittelt und dokumentiert.

Ähnlich wie in Arbeitspaket 1 fand auch in diesem Arbeitspaket eine enge Zusammenarbeit mit dem Projektbegleitenden Ausschuss statt. Die Ergebnisse wurden durch eine parallel durchgeführte Literaturrecherche unterstützt und ergänzt.

#### Ergebnis

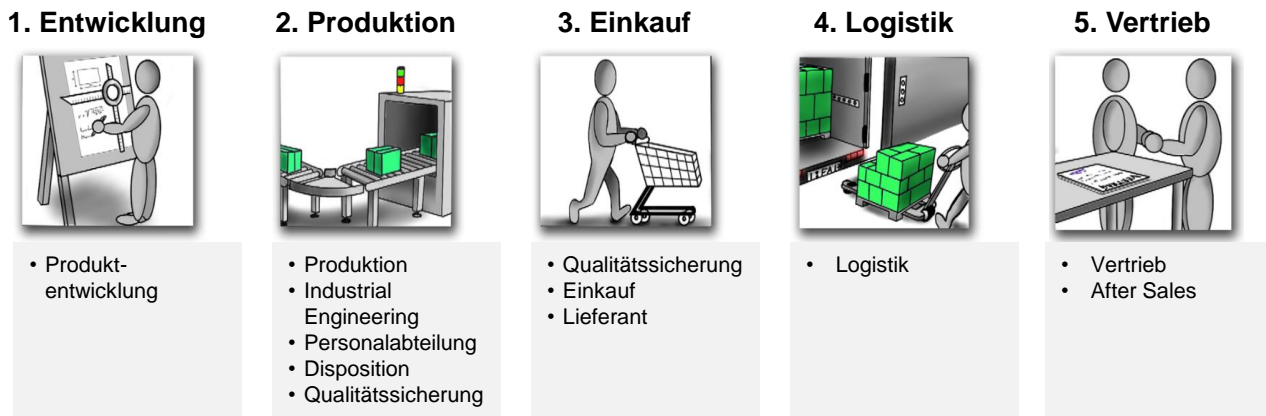
Am Produktionsanlauf ist eine Vielzahl an unterschiedlichen Funktionsbereichen beteiligt. Durch die fortschreitende Globalisierung ist es gegenwärtig möglich, Erzeugnisse aus der ganzen Welt einzukaufen, was dazu führt, dass auch die Supply-Chain immer kompliziertere Strukturen annimmt. Aber auch in einem Unternehmen selbst finden sich die unterschiedlichsten Funktionsbereiche mit eigenen Interessen und internen Zielsetzungen. Zur Identifikation der relevanten Unternehmensbereiche wurde zunächst eine Literaturanalyse durchgeführt. Parallel wurde in der Forschungsgruppe mit den teilnehmenden Projektpartnern ein Projekttreffen abgehalten und die Sicht von produzierenden Unternehmen bzgl. des Anlaufs und dessen beteiligter Funktionsbereiche praxisnah eingeholt. Das Ergebnis ist eine Sammlung von Funktionsbereichen, die zur Erstellung des Simulationsspiels herangezogen wurden. Aus der Forschungsgruppe heraus sind folgende Funktionsbereiche identifiziert worden:

Produktion	Kalkulation
Personalabteilung	Einkauf
Geschäftsführung	Lieferant (Komponenten und Maschinen)
Qualitätssicherung	Controlling
Produktentwicklung	Vertrieb/Produktmanagement/Marketing
Industrial Engineering/Arbeitsvorbereitung	Logistik/Logistikplanung
Disposition/Fertigungssteuerung	After Sales

Die Beteiligung dieser Unternehmensbereiche am Anlauf konnte auch durch weitere Literaturanalyse bestätigt werden. Hierfür siehe z.B. die Dissertationen von RENNER [Renner 2012] und WINKLER [Winkler 2007]. Im Sinne der Komplexitätsreduktion und der Spielbarkeit des zu entwickelnden Planspiels wurden diese Bereiche stark reduziert und zusammengefasst (Abbildung 10).

Nach Identifikation und Zusammenfassung der am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche wurden deren Aufgaben und Ziele zusammengetragen und den jeweiligen Phasen des Anlaufs zuge-

ordnet. Es flossen in diesem Zusammenhang neben den Ergebnissen aus der Literaturrecherche insbesondere Erfahrungswerte der Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses (PA) ein.



**Abbildung 10: Betrachtete Abteilungen des Produktionsanlaufes**

Im Allgemeinen lassen sich die vier Phasen des Anlaufs inhaltlich klar abgrenzen und entsprechende übergeordnete Zielstellungen ableiten (Tabelle 2). Um die globalen Ziele auf die einzelnen am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche herunterzubrechen, sind im Folgenden deren Aufgaben und Ziele zusammengefasst.

**Tabelle 2: Gegenüberstellung der einzelnen Phasen des Anlaufs in Anlehnung an [Nagel 2011]**

Kriterium	Entwicklungsphase	Vorserie	Nullserie	Hochlauf
Produktionsmenge	sehr klein	klein	klein	groß
Produktionsbedingungen	Prototypenbau	Versuchs- und Laborbedingungen	annähernde Serienbedingungen	Serienbedingungen
Anzahl von Einflussfaktoren auf vorhandenes System	gering	gering	mittel	groß
Inhaltliche Fokussierung	Konstruktion, Planung	Material, Werkzeug, Arbeitsgänge	Produktionsabläufe, Ausgestaltung und Erweiterung des Produktionssystems	Serienproduktion
Komplexität des vorhandenen Anlaufsystems	gering	gering	mittel	hoch
Auswirkungen von Störungen/ Risikopotenzial	geringes Schadenpotenzial	geringes Schadenpotenzial	mittleres Schadenpotenzial	hohes Schadenpotenzial
Zielstellung der Phase	Konstruktionsqualität	Zeit der Anlaufteilphase, Produktqualität	Zeit der Anlaufteilphase, Produktqualität, Prozessqualität	Zeit der Anlaufteilphase, Produktqualität und -kosten, Prozessqualität, Produktionsmenge

## Entwicklung

In den Phasen bis zum Hochlauf liegt die Hauptverantwortung in den Händen der Produktentwicklung. Während des Prototypenbaus ist das Ziel, aus weiterentwickelten Forschungsergebnissen einen den Anforderungen entsprechenden Prototypen mit den dafür erforderlichen Werkzeugen herzustellen [Nagel 2011]. In der Vor- und Nullserie soll der Reifegrad des Produktes gesteigert werden, indem die Qualität verbessert und das Produkt optimiert wird, um innerbetriebliche und gesetzlich vorgeschriebene Tests mit Hinblick auf die Serienfreigabe zu bestehen. Zusätzlich sollen während der Anlaufphase die Produktionsbedingungen sukzessive an die der Serie angepasst werden. Im Hochlauf liegt schließlich der Fokus auf dem Erreichen der geplanten Herstellkosten.

In allen Phasen des Anlaufs ist ein wichtiges Ziel, Kundenwünsche, konstruktive Änderungen und technische Innovationen in die Produktentwicklung einfließen zu lassen, um das Produkt zu verbessern. Dies wird durch das Änderungsmanagement sichergestellt. Produktänderungen sind zunehmend schwerer zu implementieren, je weiter der Anlaufprozess fortschreitet. Im fortgeschrittenen Stadium sind sie nur mehr begrenzt möglich und meistens verbunden mit hohen Kosten, da die Produktentwicklung nach und nach die Verantwortung an die Produktionsleitung abgibt und ihr Einfluss auf das Produkt dadurch sinkt [Schönmann 2012].

**Tabelle 3: Aufgaben und Ziele der Entwicklung in den Anlaufphasen**

Phase	Serienproduktion	Prototypenbau	Vorserie	Nullserie	Hochlauf
Aufgaben und Ziele	Entwicklung von Neuprodukten für den Markt	Kontrolle und Verbesserung der Entwicklungsergebnisse	Konstruktionsoptimierung hinsichtlich Produktionsfähigkeit und Produkteigenschaften	Erlangung des Produktreifegrades für den Serienhochlauf	Produktoptimierung Herstellkostenerreichung
	Deckung von Kundenbedürfnissen	Funktionsfähigen und umfangreichen Prototyp erstellen	Produkttest erfolgreich bestehen	Erfolgreiche Erstbemusterung	Anpassung der Dokumentation
	Entwicklung Produktänderung von Serienprodukten	Funktionsfähige Prototyp-Werkzeuge erstellen	Annäherung an reale Produktionsbedingungen	Bestehen vorgeschriebener Produkttests	
	Technische Innovationen aus der Grundlagenforschung generieren	Montagefähigkeit des Produktes sicherstellen Ziel HK sicherstellen	Anpassung der Dokumentation		

## Produktion

Während des Prototypenbaus liegt die Aufgabe der Produktion in der Vorbereitung der Fertigung. Darin inbegriffen sind beispielsweise die Planung und der Aufbau des Produktionsprozesses, das Erstellen von Pflichtenheften für Zulieferer oder die Definition des Wertstroms und eine erste grobe Layoutplanung. Des Weiteren sollten in dieser Phase schon die Produktkosten abgeschätzt und eine vollständige Betriebsmittelübersicht erstellt werden [Nagel 2011].

Die Aufgaben der Produktion sind ab der Vorserie nicht mehr nur planender Natur, da ab dieser Stelle die Reproduktion der Prototypen erstmals im Produktionsumfeld möglich ist. Das Ziel in der Produktion während Vor- und Nullserie ist es, Wissen und Erfahrungen über das Produkt und das

Produktionssystem zu erlangen und die Mitarbeiter zu schulen, um die Prozesse und die Qualität zu optimieren mit dem Ziel, die Serienfreigabe zu erlangen [Bloech 2007].

Während der Hochlaufphase geht die Verantwortung von der Produktentwicklung in die Produktion über. Ziel während des Hochlaufs ist es, die Produktivität bis zum Erreichen der Kamm-Linie zu steigern und dabei die verlangte Produktqualität, die vereinbarten Termine, die Arbeitspläne und die verlangten Stückkosten einzuhalten [Nagel 2011].

**Tabelle 4: Aufgaben und Ziele der Produktion in den Anlaufphasen**

Phase	Serienproduktion	Prototypenbau	Vorserie	Nullserie	Hochlauf
Aufgaben und Ziele	HK-Optimierung	Planung und Aufbau des Produktionsprozesses	Prozesserprobung und Inbetriebnahme	Wissen über Produkt und Prozess vertiefen	Steigerung der Produktionsleistung
	Hohe Auslastung	Erstellen von Pflichtenheften für Zulieferer	Erfahrungen mit Technologien sammeln	Harmonisieren der Teilprozesse/ Feinabstimmung	Optimaler Einsatz von Produktionskapazitäten
	Hohe Ausbringung	Komplexitätsbewertung	Befähigung erster Mitarbeiter	Optimierung des Produktionssystems	Optimale Termineinhaltung
	Hohe Produktqualität	Wertstrom definieren	Dokumentation der Fertigungsprozesse	Qualifizierung der Produktionsmitarbeiter	Erreichen der geplanten Normalproduktivität
	Termineinhaltung	Grobe Layoutplanung		Sicherstellung der Qualitätsfähigkeit des Produktionssystems	Produktqualität sicherstellen
	Durchlaufzeiten optimieren	Produktkostenabschätzung		Beseitigung technischer Störungen	HK erreichen
	Grundlagenforschung im Bereich Fertigungstechnologie	Vollständige Betriebsmittelübersicht erstellen		Freigabe des Prozesses erlangen	Qualifizierung Produktionsmitarbeiter
	KVP				Einhaltung von Arbeitsplänen sicherstellen

**Arbeitsvorbereitung**

Die Arbeitsvorbereitung hat während der ersten Anlaufphase das Ziel, die Produktion zu planen. Zur Planung benötigt sie Daten und Informationen aus der Produktentwicklung, der Produktion und dem Vertrieb, um Arbeitspläne und Fertigungsstücklisten zu bestimmen. Deswegen ist ein Ziel der Arbeitsvorbereitung, dass die genannten Bereiche effektiv und effizient zusammenarbeiten und sich ihre Angaben ergänzen und nicht widersprechen. Vom Prototypenbau bis zur Nullserie ist das Ziel der Arbeitsvorbereitung, Arbeitspläne zu erstellen und diese im Laufe der Zeit anzupassen. Des Weiteren soll die Planung der Abläufe in Fertigung und Montage erfolgen. Während des Hochlaufs und der gesicherten Produktion ist sie für die Steuerung und Überwachung der zuvor erstellten Pläne zuständig.

**Tabelle 5: Aufgaben und Ziele der Arbeitsvorbereitung in den Anlaufphasen**

Phase	Serienproduktion	Prototypenbau	Vorserie	Nullserie	Hochlauf
Aufgaben und Ziele	Effiziente Arbeitsabfolgen	Optimale Planung der Abläufe in Fertigung und Montage	Detailplanung von Arbeitsplänen	Optimierung von Arbeitsplänen	Optimierung der Arbeitspläne
	Sicherstellung optimaler Prozesse	Fertigstellen der Grobplanung der Arbeitspläne		Dokumentation von Soll-Prozessen	Einhaltung von Arbeitsplänen sicherstellen
	Optimierung der Prozesse				

Im Rahmen der weiteren Ausführungen ist die Arbeitsvorbereitung Teil der Produktion.

### **Einkauf**

Die Ziele des Einkaufs während des Anlaufs ähneln denen während des Anlaufs. So gilt es, eine optimale zeitliche, örtliche und mengenhafte Versorgung der rohstoffbenötigenden Unternehmensbereiche sicherzustellen sowie Einkaufskosten gering zu halten. In den frühen Anlaufphasen ist es schwierig, den Aspekt der Kostenminimierung zu fokussieren, da meist kleine Mengen spezieller Teile und Werkzeuge möglichst schnell und manchmal kurzfristig benötigt werden [Gudehus 2010]. Eine Einkaufspreisminimierung ist in der Regel erst beim Kauf größerer Mengen durch Massenrabatte realisierbar. In den ersten Phasen des Anlaufs liegt das Augenmerk daher stärker auf dem Erreichen des Verfügbarkeitszieles. So werden während des Prototypenbaus Lieferanten gesichtet und geprüft und die Produktionsanlagen bereitgestellt. In der Vorserie wird das Verhältnis zu den Materiallieferanten intensiviert mit dem Ziel, Verträge abzuschließen, um Materialfluss und -qualität sicherzustellen und die Kosten zu minimieren. Zusätzlich muss darauf geachtet werden, dass Produktänderungen mit den Materiallieferanten abgestimmt werden. Von der Nullserie bis zur sicheren Produktion steht die Absicherung der Materialbereitstellung im Fokus [Henning 1928].

**Tabelle 6: Aufgaben und Ziele des Einkaufs in den Anlaufphasen**

Phase	Serienproduktion	Prototypenbau	Vorserie	Nullserie	Hochlauf
Aufgaben und Ziele	Kostenminimierung (Bestände und Einkaufspreise)	Sourcing benötigter Materialien	Zeitgerechte Materialbereitstellung	Absicherung der Materialbereitstellung	Absicherung der Materialbereitstellung
	Hohe Lieferqualität (Zeit, Menge, Ort) von externen Zulieferern sicherstellen	Auditierung und Befähigung möglicher Lieferanten	Vorlieferanten in Änderungsmanagement integrieren		
	Sourcing von Zulieferern	Beschaffung von Produktionsanlagen und Betriebsmitteln	Sicherstellung der Materialqualität		
	Lieferantenbewertung		Kontrakte mit Lieferanten schließen (kostenoptimal)		

### **Logistik**

Die Ziele der Logistik, die Lieferleistung (Lieferqualität, Lieferzeit) zu optimieren und die Kosten zu minimieren, bleiben während des Anlaufs bestehen.



Während des Prototypenbaus werden Pläne für die Mikro- und Makrologistik, für die Lieferkette und die Materialversorgung erstellt. In den ersten Phasen des Anlaufs ist meistens eine schnelle Verfügbarkeit vieler verschiedener und teilweise teurer Einzelteile und Werkzeuge die Anforderung. Dies wird durch eine geeignete Vorserienlogistik gewährleistet [Seeck 2010].

Aus diesem Grund ist es für die Logistik schwer, ihre Kosten zu minimieren, da dies nur durch geordnete Abläufe und Standardisierung realisiert werden kann. Wenn die Nachfrage der Produktion stabiler wird, schiebt sich das Ziel der Kostenminimierung mehr und mehr in den Vordergrund und kann besser erreicht werden.

In der Vorserie sollen die im Prototyp geplanten Inhalte umgesetzt und die Materialbereitstellung aufgebaut und gesichert werden. In der Nullserie gilt es, auftretende Störungen zu minimieren und die Zulieferer in die logistische Wertschöpfungskette zu integrieren.

Im Hochlauf sind die Ziele der Logistik zum einen die Distributionskanäle zum Markteintritt hin zu füllen, damit der Verkauf termingerecht ablaufen kann, und zum anderen den Übergang von der Pilotserie in die Serienproduktion sicherzustellen.

Phasenunabhängig ist während des gesamten Anlaufs das Ziel der Logistik, Störungen zu minimieren und die Lieferfähigkeit von Lieferanten sicherzustellen [Schuh 2008].

**Tabelle 7: Aufgaben und Ziele der Logistik in den Anlaufphasen**

Phase	Serienproduktion	Prototypenbau	Vorserie	Nullserie	Hochlauf
Aufgaben und Ziele	Minimierung von Bestandskosten	Planung der Materialversorgung	Umsetzung der Vorserienlogistik	Störungen minimieren	Störungen minimieren
	Hohe Lieferqualität (Zeit, Menge, Ort) intern sowie extern	Mikro- und Makrologistik planen	Materialbereitstellung am Arbeitsplatz und im logistischen Umfeld	Sicherstellen der Lieferfähigkeit	Sicherstellen der Lieferfähigkeit
		Plan der Lieferkette erstellen	Reichweitenbetrachtung der Einzelteile	Integration der Zulieferer in die logistische Wertschöpfungskette (intern und extern)	Distributionskanäle füllen
		Management der Änderungsstände	Logistische Leistungsfähigkeit zum Kunden sicherstellen		

## **Vertrieb**

Da der Vertrieb häufig mit Kunden in Kontakt steht, gibt er Kundenwünsche und Kundenkritik an die Produktentwicklung weiter mit dem Ziel, über das Lastenheft Produktinnovationen positiv zu beeinflussen.

Zu Beginn des Anlaufs plant der Vertrieb den Markteintritt. Er strebt den frühestmöglichen Zeitpunkt an. Ziel während der Nullserie und des Hochlaufs ist es, sich mit dem Produkt vertraut zu machen, um eine Vertriebs- und Verkaufsstrategie zu planen, einen Vertriebskanal zu wählen und erste Kunden zu akquirieren. Die Verkaufsstrategie und das Produkt werden an Testkunden ausprobiert. Während der Nullserie beginnt der Vertrieb mit der Umsetzung der Marketingmaßnahmen und strebt eine möglichst frühe Freigabe der Nullserie zur Kundenbelieferung an. Während des Hochlaufs, in dem der Markteintritt stattfindet, will der Vertrieb nach Markteintritt so schnell wie möglich, möglichst viele Produkte verkaufen, da dort die Gewinnspannen am höchsten sind, da

das Produkt neu und innovativ ist und Kunden bereit sind, für Neuheiten einen höheren Preis zu bezahlen [Ahlert 1996].

**Tabelle 8: Aufgaben und Ziele des Vertriebs in den Anlaufphasen**

Phase	Serienproduktion	Prototypenbau	Vorserie	Nullserie	Hochlauf
Aufgaben und Ziele	Umsatz maximieren	Kundenwünsche in Entwicklung einfließen lassen (Formulieren des Lastenhefts)	Wissen über Produkte erlangen	Wissen über Produkt vertiefen	Breite Marktdeckung gewährleisten
	Kunden werben	Umsetzung in Pflichtenheft mit Entwicklung	Versorgung von Testkunden	Bereitstellen von Demogeräten	Kommunikation zum Kunden über den Status
	Marktanalyse/Portfolio-management	Dokumentation für das Produkt erstellen	Einhaltung von Lasten- und Pflichtenheft sicherstellen	Marketingmaßnahmen starten	Zusätzliche Kunden gewinnen
	Absatzprognose	Möglichst frühen Markteintritt planen und anstreben		Frühestmögliche Freigabe der Nullserie zur Kundenbelieferung	

### 3.3. Arbeitspaket 3: Untersuchung von Wirkbeziehungen zwischen den Zielgrößen

Ziel des Arbeitspakets 3 war es, alle Wirkbeziehungen zwischen den bereichsspezifischen Zielgrößen im Anlauf sowie der gesamtlogistischen Leistungsfähigkeit zu ermitteln und zu bewerten.

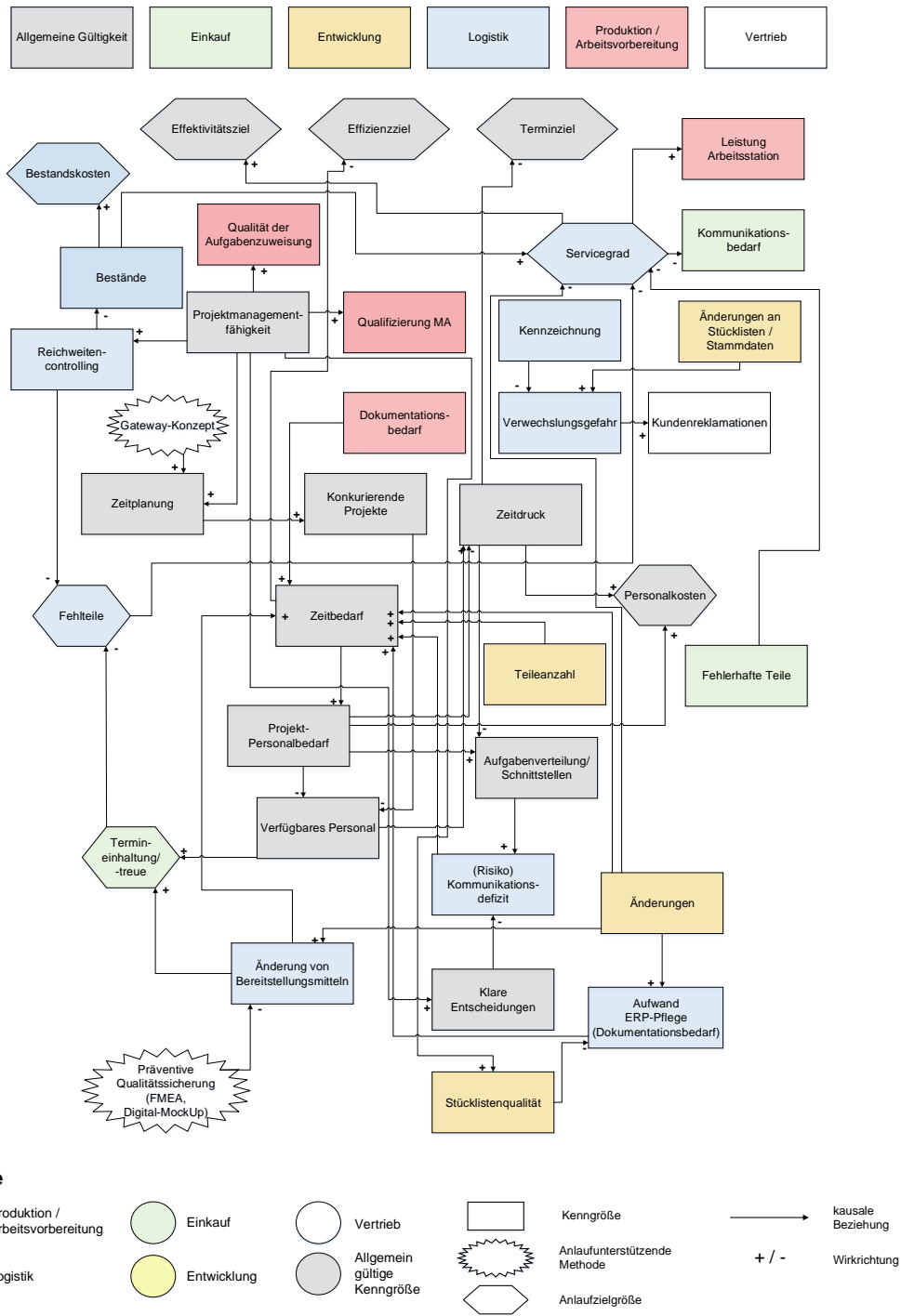
#### Vorgehen

Die Erarbeitung der Inhalte dieses Arbeitspakets gliederte sich im Wesentlichen in zwei Phasen. Zunächst wurde auf Basis der in den AP 1 und AP 2 geschaffenen Informationsbasis ein Kausaldiagramm erstellt. Eingangsdaten waren hierbei insbesondere die beteiligten Unternehmensbereiche, die Darlegung wichtiger Anlaufziele der identifizierten Abteilungen, wichtige Aufgabenbereiche und Probleme der Akteure sowie die Festlegung einzubeziehender, anlaufunterstützender Methoden. Neben der Eingrenzung der zu berücksichtigenden Daten wurden darüber hinaus die Eindeutigkeit, der zeitliche Betrachtungsrahmen und der Zweck der Modellbildung geklärt. Als Modellsprache wurde auf Kausaldiagramme zurückgegriffen. Diese ermöglichten eine einfache und nachvollziehbare Darstellung der qualitativen Wirkbeziehungen und erlaubten es so, eine Verständnisplattform aufzubauen, die das Verstehen des Gesamtsystems im Sinne eines „systemstinking“, also der Interdisziplinarität, erlaubte. Das erstellte Wirknetz stellte sich jedoch als sehr komplex heraus und war weiterhin statisch bzw. auf einen Zeitpunkt bezogen. Außerdem bildete es nicht die Dynamik des Anlaufs ab. Bevor die Wirkbeziehungen auch mathematisch formuliert wurden, wurde daher mit Hinblick auf das didaktische Konzept entschieden, das Wirknetz deutlich zu reduzieren und zu Stellgrößen zu aggregieren, die wiederum den einzelnen Abteilungen zugewiesen wurden. Für diese Stellgrößen und deren Wechselwirkungen mit anderen Stellgrößen wurden dann mathematische Wirkverläufe ermittelt. Dies erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Entwicklung des didaktischen Konzepts. Daher lag der Schwerpunkt insbesondere auf der Darstellung des Anlaufs als Projekt und dem Beitrag, den die beteiligten Unternehmensbereiche hierzu leisteten.

Die Ergebnisse wurden im Rahmen von Arbeitsgesprächen mit den Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses besprochen, erweitert und validiert. Zu diesem Zweck wurden auch Vertreter der einzelnen Abteilungen befragt, um möglichst repräsentative Wirkverläufe aufstellen zu können. In diesem Rahmen wurde zudem ein Fragebogen entwickelt, der Unternehmen bei der späteren Integration des Planspiels in das betriebliche Weiterbildungsangebot unterstützen kann, die Wirkverläufe an Unternehmensspezifika anzupassen.

**Ergebnis**

Ergebnis dieses Arbeitspakets war ein ganzheitliches Wirknetz (siehe Anhang), das aus einzelnen Wirknetzen der Abteilungen zusammengesetzt ist (siehe Auszug Bereich Logistik in Abbildung 11).



**Abbildung 11: Wirkbeziehungen im Produktionsanlauf (Auszug Logistik)**

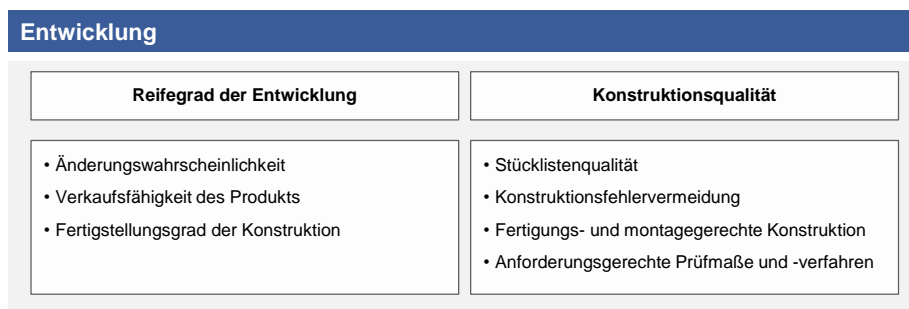
Die Wirkbeziehungen leiten sich aus den ermittelten Zielen, Aufgaben und Problemen (AP 2) ab. Bei den Unternehmensbereichen wird zwischen den fünf Abteilungen unterschieden, die im Rahmen des zweiten Arbeitspakets ermittelt wurden. Eingeflossen sind hierbei insbesondere auch Ausführungen von HEINS [2010] und JÜRGING [2008].

Die Darstellung der Anlaufkenngrößen erfolgt durch ein Rechteck, anlaufunterstützende Methoden werden durch ein gezacktes Oval und Anlaufzielgrößen durch ein Sechseck dargestellt. Die kausalen Beziehungen zwischen den Kenngrößen, Methoden und Zielen werden durch Pfeile dargestellt, die mit einem Plus- bzw. Minus gekennzeichnet sind. Das jeweilige Vorzeichen gibt entsprechend an, ob die beiden Größen sich positiv oder negativ bedingen. Außerdem enthält das Wirknetz wesentliche Methoden des Anlaufs und zeigt deren Wirkungen bezogen auf die jeweiligen betroffenen Elemente auf. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen des Arbeitspakets Methoden identifiziert, die zur Verbesserung der Anlaufqualität beitragen sollen.

Das erarbeitete Wirkgefüge überschreitet in seiner Komplexität die Übersichtlichkeit, die für ein Planspiel zwingend gegeben sein muss. Aus diesem Grund wurde in einem nächsten Schritt eine Konzentration auf wesentliche Stellgrößen im Rahmen des Anlaufmanagements vorgenommen. Die Stellgrößen selbst setzen sich aus einer Vielzahl von Tätigkeiten zusammen, die durch die Abteilung direkt beeinflusst werden können. Diese wurden aus dem Wirknetz sowie den Aufgaben und Zielen der entsprechenden Bereiche abgeleitet.

### Entwicklung

Der Entwicklungsabteilung sind die Stellgrößen „Reifegrad der Entwicklung“ sowie „Konstruktionsqualität“ zugewiesen (Abbildung 12).



**Abbildung 12: Stell- und Kenngrößen Entwicklung**

#### Reifegrad der Entwicklung

Beeinflusst wird der Reifegrad der Entwicklung durch die Konstruktionsqualität. Wird der Reifegrad der Entwicklung nicht zu einem ausreichenden Grad erfüllt, führt dies zu einer erhöhten Änderungswahrscheinlichkeit des Produktes, zur Reduzierung der Verkaufsfähigkeit des Produktes und des Fertigstellungsgrades der Konstruktion.

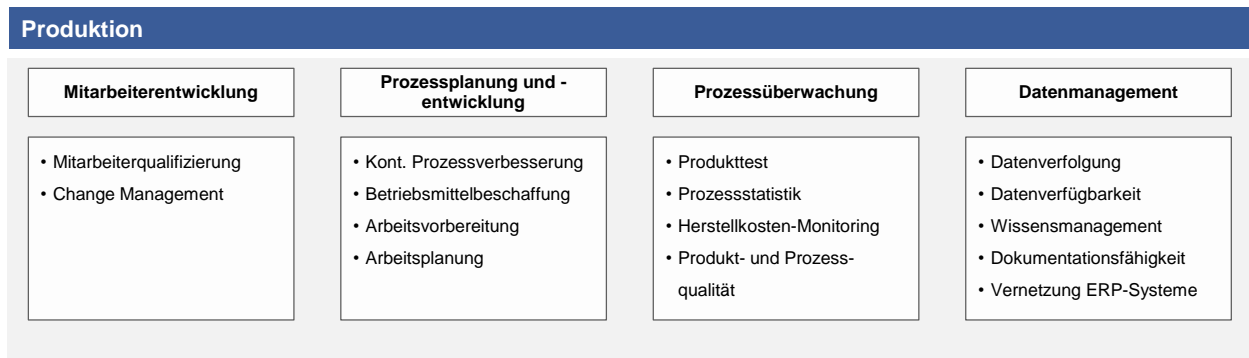
#### Konstruktionsqualität

Die Konstruktionsqualität setzt sich aus der Stücklistenqualität, der Konstruktionsfehlervermeidung, der fertigungs- und montagegerechten Konstruktion und den anforderungsgerechten Prüfmaßen und -verfahren zusammen. Bei steigendem Erfüllungsgrad der Konstruktionsqualität werden die Stücklistenqualität und Konstruktionsfehlervermeidung verbessert. Der fertigungs- und montagegerechten Konstruktion kommt eine höhere Beachtung zu, ebenso wie den anforderungsgerechten Prüfmaßen und -verfahren, wodurch der Reifegrad der Entwicklung positiv beeinflusst werden kann.

Gemeinsam bilden die Stellgrößen Reifegrad der Entwicklung und Konstruktionsqualität die wesentlichen Aufgaben der Entwicklung ab und ergeben im Rahmen dieser Arbeit intern die Leistung der Entwicklung im Produktionsanlauf.

**Produktion**

Die Produktion stellt die zentrale Abteilung des Produktionsanlaufs dar. Dies wird auch dadurch deutlich, dass dieser Abteilung mit „Mitarbeiterentwicklung“, „Prozessplanung und -entwicklung“, „Prozessüberwachung“ und „Datenmanagement“ vier Stellgrößen zugeordnet werden (Abbildung 13).



**Abbildung 13: Stell- und Kenngrößen Produktion**

*Mitarbeiterentwicklung*

Die Mitarbeiterentwicklung beinhaltet die Mitarbeiterqualifizierung und das Change Management, wodurch die Fähigkeit der Mitarbeiter zur Reaktion auf Änderungen der Produktion beschrieben wird. Das Change Management nimmt dabei eine wesentliche Rolle im Produktionsanlauf ein, da sich die Prozesse noch in der Entwicklung befinden und der Erfolg des Anlaufs somit von der Flexibilität der Mitarbeiter auf Änderungen im Prozess abhängig ist. Abteilungsintern wird die Mitarbeiterentwicklung von der Prozessplanung und -entwicklung, vom Datenmanagement und von der Prozessüberwachung beeinflusst.

*Prozessplanung und -entwicklung*

Die Prozessplanung und -entwicklung umfasst sämtliche Aufgaben der Arbeitsplanung, Arbeitsvorbereitung und der Betriebsmittelbereitstellung. Zudem wird eine kontinuierliche Prozessverbesserung angestrebt. Wird die Prozessplanung und -entwicklung vorangetrieben, so hat dies einen positiven Einfluss auf die Mitarbeiterentwicklung, da diese gezielt auf Prozesse geschult werden können. Beeinflusst wird die Prozessplanung und -entwicklung von der Prozessüberwachung.

*Prozessüberwachung*

Die Prozessüberwachung dient der Kontrolle und Optimierung der „Mitarbeiterentwicklung“ und der „Prozessplanung und -entwicklung“ durch Tests, der Kontrolle der Produkt- und Prozessqualität sowie der Erstellung von Prozessstatistiken. Der steigende Erfüllungsgrad der Prozessüberwachung bringt eine Verbesserung der „Mitarbeiterentwicklung“ und der „Prozessplanung und -entwicklung“ mit sich.

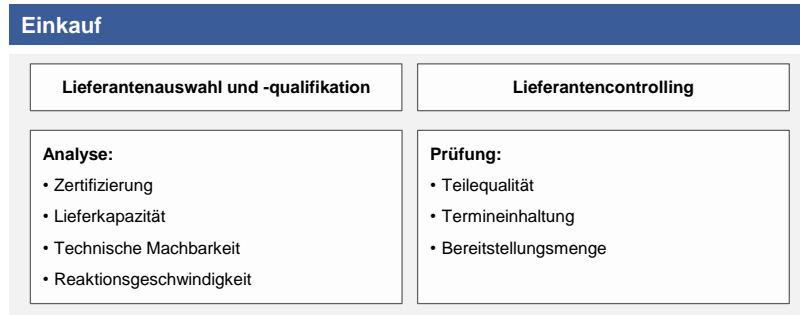
*Datenmanagement*

Das Datenmanagement gibt Aufschluss über die Verarbeitung und Bereitstellung sämtlicher Daten während des Produktionsanlaufs. Hierzu werden die Datenverfolgung, die Datenverfügbarkeit, das Wissensmanagement, der Dokumentationsbedarf und die Vernetzung der ERP-Systeme gezählt. Wesentlichen Einfluss hat das Datenmanagement auf die Mitarbeiterentwicklung.

Die Leistung der Produktion wird intern durch die einzelnen Erfüllungsgrade und die Wechselwirkungen der oben genannten Stellgrößen bestimmt.

**Einkauf**

Die Abteilung Einkauf gliedert sich in die Stellgrößen Lieferantenauswahl und -qualifikation sowie Lieferantencontrolling (Abbildung 14).



**Abbildung 14: Stell- und Kenngrößen Einkauf**

*Lieferantenqualifikation*

Die Lieferantenauswahl und -qualifikation umfasst sämtliche Aufgaben bezüglich der Auswahl von geeigneten Lieferanten. Dazu gehört die Analyse der Lieferanten bezüglich ihrer Fähigkeiten, ein Zulieferteil anforderungsgerecht liefern zu können (technische Machbarkeit), ihrer Reaktionsgeschwindigkeit und Lieferkapazität sowie der vorhandenen Zertifizierungen. Ist ein Lieferant nicht in der Lage, das geforderte Zulieferteil in der geforderten Form, Qualität, Menge und zur richtigen Zeit zu liefern, so ist ein erfolgreicher Produktionsanlauf gefährdet. Diese Charakteristika der Lieferanten werden für einen erfolgreichen Produktionsanlauf vorausgesetzt und sollten bereits in den frühen Phasen des Produktionsanlaufs abgeschlossen werden.

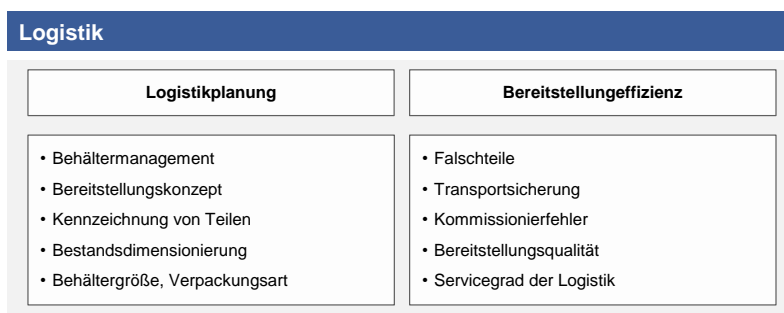
*Lieferantencontrolling*

Das Lieferantencontrolling folgt in der Regel auf die „Lieferantenauswahl und -qualifikation“ und beinhaltet die Prüfung der Leistung der Lieferanten hinsichtlich einer termingerechten Belieferung, der Teilequalität und der Bereitstellungsmenge. Das „Lieferantencontrolling“ zeigt dabei Leistungsdefizite auf, die im Rahmen der Qualifikation wiederum aufgegriffen werden können.

Intern wird die Leistung des Einkaufs für das in der Arbeit zugrunde liegende Modell durch die Stellgrößen des Lieferantencontrolling und der Lieferantenauswahl und -qualifikation dargestellt.

**Logistik**

Die Logistik-Abteilung ist unterteilt in die Stellgrößen Logistikentwicklung und Bereitstellungseffizienz (Abbildung 15). Erstere bezieht sich dabei im Wesentlichen auf strategische bzw. globale Teilaspekte, während sich die Bereitstellungseffizienz auf die Anbindung der Arbeitsplätze bezieht.



**Abbildung 15: Stell- und Kenngrößen Logistik**

### *Logistikentwicklung*

Die Logistikentwicklung beinhaltet die Entwicklung von Bereitstellungskonzepten, die Bestandsdimensionierung, die Kennzeichnung von Teilen und das Behältermanagement. Die Ausprägung dieser Stellgrößen sollte bereits in der Präparationsphase zu einem hohen Grad erfüllt sein, dies ist maßgebend, um Teile zur richtigen Zeit und in der richtigen Menge am richtigen Ort bereitzustellen und somit die Bereitstellungseffizienz positiv zu beeinflussen.

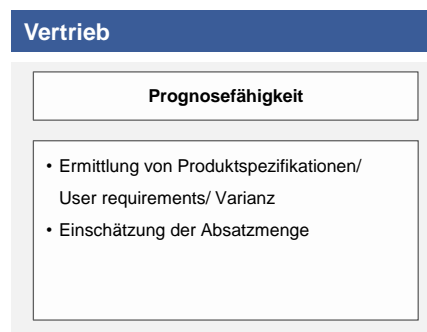
### *Bereitstellungseffizienz*

Der steigende Erfüllungsgrad der Stellgröße Bereitstellungseffizienz beinhaltet die Vermeidung von Falschteilen und Kommissionierfehlern in der Produktion, eine erhöhte Transportsicherung und Bereitstellungsqualität der Teile und eine Verbesserung des Servicegrades der Logistik.

Somit werden die grundsätzlichen Aktivitäten der Logistik während des Produktionsanlaufs durch die Bestandsentwicklung und die Bereitstellungseffizienz abgedeckt. Die beiden Größen bilden somit gemeinsam die interne Leistung der Logistik.

### **Vertrieb**

Der Vertrieb wird im Rahmen dieser Arbeit durch die Prognosefähigkeit abgebildet (Abbildung 16).



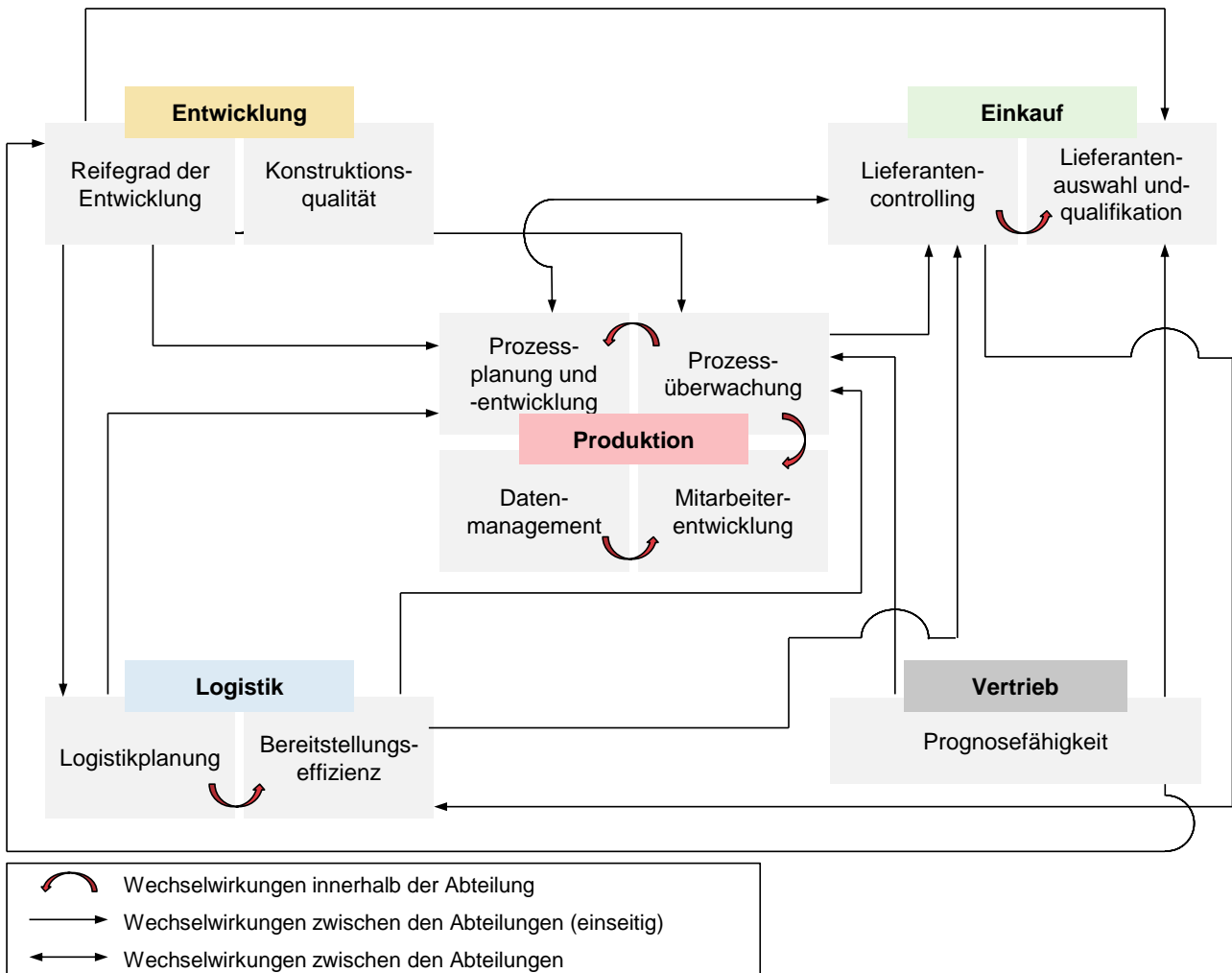
**Abbildung 16: Stell- und Kenngrößen Vertrieb**

### *Prognosefähigkeit*

Unter der Prognosefähigkeit werden zum einen die Ermittlung von Produktspezifikationen (User requirements/Varianz) und zum anderen die Schätzung der Absatzmenge, die die Grundlage für die zu planende Anlaufkurve darstellt, verstanden. Für die Ermittlung der Produktspezifikationen werden Umfragen durchgeführt und Wünsche von Kunden mit in die Entwicklung einbezogen. Aus diesem Grund sollte die Prognosefähigkeit bereits in der Entwicklungsphase mit der Intensivierung der Aktivitäten starten, um Änderungen des Produktes vorzubeugen, wodurch die Entwicklungsabteilung beeinflusst wird.

### Wirkverläufe

Zwischen diesen Stellgrößen bestehen wiederum Wechselwirkungen (Abbildung 17).



**Abbildung 17: Wirkbeziehungen des reduzierten Wirknetzes**

Diese Wirkbeziehungen verhalten sich über die Phasen des Anlaufs nicht gleich, sondern weisen einen spezifischen Verlauf auf. Auch die Gewichtung der einzelnen Stellgrößen ist abhängig von der jeweiligen Anlaufphase (im Planspiel wird zwischen den drei Phasen Entwicklungs-/ Prototypenphase, Vorbereitungsphase und Hochlaufphase unterschieden). Die entsprechende Gewichtung wurde gemeinsam mit den Partnern des Projektbegleitenden Ausschusses vorgenommen. Im Hinblick auf das zu entwickelnde Planspiel wurden insbesondere die Wirkungen des „Budgets“ auf den Zielerreichungsgrad der Stellgrößen bzw. Unternehmensbereiche (entspricht der Wichtigkeit der Aufgaben während der jeweiligen Anlaufphase), die Wirkung der Stellgrößen untereinander sowie die Wirkung auf die Stellgrößen angrenzender Unternehmensbereiche untersucht und in mathematische Funktionen überführt (Abbildung 18). Zusätzlich wurden die Wirkungen der ausgewählten Methoden des Anlaufs auf die jeweiligen Unternehmensbereiche bestimmt.



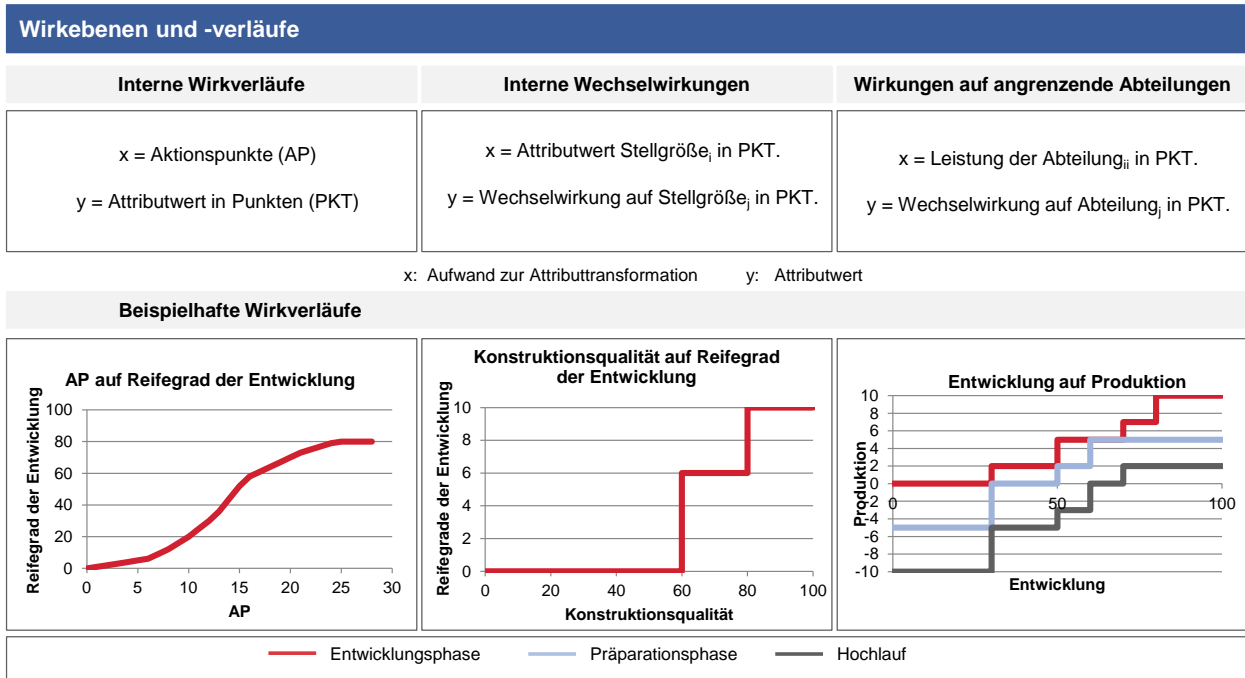


Abbildung 18: Wirkebenen und Verläufe

### 3.4. Arbeitspaket 4: Überführung in ein didaktisches Modell

Ziel des Arbeitspakets 4 war es, die gewonnenen Erkenntnisse aus den Arbeitspaketen 1 bis 3 in ein didaktisches Modell zu überführen. Das Ergebnis ist ein Konzept für das kybernetische Simulationsspiel.

#### Vorgehen

Das Vorgehen zur Entwicklung des didaktischen Modells lehnt sich stark an den in Abbildung 19 dargestellten vier Phasen umfassenden Prozess an.



Abbildung 19: Phasen der Planspielentwicklung [i.A.a. Wojanowski 2008]

Gegenstand der Problemphase ist die Abstimmung der Ziele, die mit dem Planspiel erreicht werden sollen. So ist zu definieren, welche Inhalte und Erkenntnisse im Planspiel vermittelt werden sollen. Das Planspiel sollte dabei insbesondere den zukünftigen Anwender fokussieren. Bezüglich der Spielinhalte und der abgebildeten Prozesse ist es wichtig, den richtigen Abstraktionsgrad zu finden. Eine starke Reduktion der Komplexität sowie Fokussierung auf das Wesentliche hat zur Folge, dass Denk- und Handlungsweisen anstatt der Handhabung vermittelt werden, und ist daher anzustreben. Durch Verwendung weniger, sich wiederholender Grundelemente steigt zudem der Wiedererkennungswert bei den Teilnehmern, die einen besseren Überblick über den Gesamtprozess erhalten und ein besseres Prozessverständnis entwickeln können [Wojanowski 2008].

Die Konzeptionsphase beschäftigt sich mit der Ideenfindung und Entwicklung des zu gestaltenden Planspiels. Dieser Phase wurde bereits vorgegriffen, da im Antrag ein kybernetisches Planspiel als Ergebnis des Forschungsvorhabens in Aussicht gestellt wurde. Die Wahl dieses Planspieltyps wurde jedoch im Rahmen dieses Arbeitspakets einer erneuten Prüfung unterzogen.

Die Strukturierungsphase dient der Festlegung von Aufbau- und Ablaufstrukturen des Spiels. Zu dieser gehören die Gestaltung des allgemeinen Planspielablaufs sowie die Definition der verschiedenen Spiel-Oberflächen und des Planspielumfangs. Als Ergebnis der Strukturierungsphase entstehen ein komplettes Aufbauschema sowie der Ablaufprozess. Methodisch wurde in dieser Phase insbesondere auf Interviews mit den Vertretern des Projektbegleitenden Ausschusses zurückgegriffen.

Die Testphase ist Gegenstand des sechsten Arbeitspakets und soll an dieser Stelle nicht näher ausgeführt werden.

Darüber hinaus wurden vorab, in Abstimmung mit dem PA und basierend auf Literaturrecherchen, Kriterien und Anforderungen an das zu entwickelnde Planspiel und das dazugehörige didaktische Konzept formuliert. Diese wurden zum Abschluss des Arbeitspakets wiederum als Bewertungskriterien herangezogen (Tabelle 9).

**Tabelle 9: Anforderungen an das Planspiel**

Kriterium	Abbildung im Planspiel
Förderung der Fach- und/oder Sozialkompetenz	Steigerung von Fachkompetenz durch Vermittlung von Methodenwissen; Steigerung der Sozialkompetenzen durch „Hineinversetzen“ in andere Unternehmensbereiche
Ermöglichung der Identifikation des Lernenden mit der Problemstellung	Abbildung aller am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche
Motivation des Lernenden	Direktes Feedback auf eigene Aktionen und unmittelbare Belohnung für richtige Entscheidungen
Übertragbarkeit auf andere Arbeitssituationen	Übertragbarkeit auf andere Anlaufsituationen
Ermöglichung individueller und verschiedener Lösungswege	Völlig freie Verteilung des Budgets ist möglich
Erfordernis von zusammenhängendem Denken	Berücksichtigung aller Unternehmensbereiche und deren Beitrag zum Anlauf

Ergebnis

**Inhalte und Aufbau des Planspiels**

Die Ergebnisse werden in Analogie zu den dargestellten Phasen der Planspielentwicklung (Abbildung 19) vorgestellt. Es muss festgehalten werden, dass die Ergebnisse in engem Zusammenhang mit dem vorgelagerten Arbeitspaket 3 stehen. Eine eindeutige Zuweisung der erarbeiteten Ergebnisse zu den jeweiligen AP ist daher nur eingeschränkt möglich. Um die Nachvollziehbarkeit jedoch zu steigern, wird daher im Folgenden nochmals auf Teilergebnisse aus AP 3 verwiesen.

**Problephase/Ziele des Planspiels**

Ziel des Planspiels ist es, insbesondere Mitarbeiter von KMU für zukünftige Anlaufsituationen zu qualifizieren. Sie sollen lernen, zukünftige Anlaufsituationen zu gestalten und dabei die funktionsübergreifende Zusammenarbeit zu stärken. Darüber hinaus soll es eine allgemeine Einführung in die Thematik des Produktionsanlaufs darstellen und ein tiefgehendes Verständnis für Aufgaben

und Abläufe vermitteln. Entsprechend der Charakteristika eines kybernetischen Planspiels liegt der Fokus nicht auf einer realitätsgetreuen Darstellung von einzelnen Handlungen und Ereignissen, sondern vielmehr auf der Darstellung der generischen und vielfältigen Wechselwirkungen, die während eines Anlaufs auftreten. Zielgruppe sind daher Mitarbeiter, die bisher wenig bis keine Erfahrung mit strukturierten und als Projekt organisierten Produktionsanläufen gesammelt haben. Neben dieser Zielgruppe eignet sich das Spiel auch dazu, Studenten den Themenkomplex des Anlaufs und dessen Management näher zu bringen.

In diesem Zusammenhang gilt es, den Anwendern verschiedene **Lernziele** zu vermitteln. Diese sind in Tabelle 10 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 10: Lernziele des Planspiels**

<b>Anforderungen an die Wissensvermittlung</b>	
Kenntnis über die Ziele des Anlaufs	Kenntnisse über die Methoden des Anlaufs
Stärkung des Teamgedankens im Anlauf	Verständnis von der Komplexität in Anläufen
Bewusstsein über interne und externe Wirkbeziehungen	Sensibilisierung für interdisziplinäre Prozesse und Aufgaben
Bedeutung des Frontloadings bei Anläufen	

Um die Inhalte und Aufgaben des Anlaufs zu vermitteln und ein umfassendes Verständnis zu erreichen, muss berücksichtigt werden, dass der Produktionsanlauf interdisziplinär und abteilungsübergreifend verläuft. Die Handlungen der Abteilungen haben nicht nur Auswirkungen auf die eigene Zielerreichung, sondern durch Wirkbeziehungen auch auf die der anderen Unternehmensbereiche. So kann jede Abteilung nur das Abteilungsziel erreichen, wenn andere Abteilungen ihre Ziele ebenfalls erreichen. Neben den Wirkbeziehungen der Abteilungen untereinander ist das Erreichen eines Ziels beeinflussbar durch die in diesem Zusammenhang genutzte Methode.

Weitere Lernziele sind das Verstehen der allgemeinen drei Ziele des Anlaufs und ihre Abhängigkeiten voneinander sowie das Begreifen der gesamten Komplexität eines Anlaufprojekts. Dazu gehören sowohl der chronologische Ablauf als auch das gleichzeitige Arbeiten einzelner Abteilungen. Andere Lernziele sind das Qualifizieren der Mitarbeiter bezüglich der Anlaufphasen und ihren Anforderungen sowie dem sogenannten Frontloading<sup>2</sup>. Zuletzt kann das Darstellen des Teamgedankens für den vollständigen Anlauf zu einem Lernziel zusammengefasst werden. Dazu gehört sowohl das Unterordnen von Abteilungszielen als auch das Verständnis für eine vielfältige, interdisziplinäre Kommunikation während des gesamten Produktionsanlaufs.

**Konzeptionsphase**

Nach der Definition von Zielgruppe und Lernzielen wurde die Struktur für das Simulationsspiel erarbeitet. Hierzu wurde das Strukturschema zur Kategorisierung von Planspielen in Anlehnung an KRCMAR [Krcmar 2005] genutzt (Tabelle 11).

<sup>2</sup> Frontloading bezeichnet das hohe Investieren in den frühen Phasen des Anlaufs, während in den späteren Phasen, aufgrund des frühen Investments, weniger investiert werden muss.

**Tabelle 11: Kategorisierung des Planspiels [i.A.a. Krcmar 2005]**

	Klassifikationsmerkmale	Merkmalsausprägungen		
Anwendungsbereich	Genereller Anwendungsbereich	Militärisch	Sozioökonomisch	Naturwissenschaftlich
	Fachlicher Anwendungsbereich von sozioökonomischen Planspielen	BWL	VWL	Verhaltensplanspiel
	Realitätsbezug von betriebswirtschaftlichen Planspielen	Unspezifisch	Branchenspezifisch	Unternehmensspezifisch
	Umfang der Modellierung	Gesamtunternehmensmodell	Gesamtunternehmensmodell mit funktionalem Schwerpunkt	Funktionales Modell
Modell	Komplexität	Gering	Mittel	Hoch
	Freiheitsgrade	Offene Planspiele		
	Zufällige Einflüsse	Stochastische	Quasi-stochastische	Deterministische
Rahmenbedingungen	Sprache	Deutsch	Englisch	
	Zeitliche Gestaltung	9 Perioden / 0,5h		
Teilnehmer	Vorkenntnisse	Keine	Theoretische	Spezifische
	Anzahl der Teilnehmer	7 - 10		
	Stellung der Teilnehmer	Solospiel (auch als Team)	Konkurrenzspiel	
	Ausgangslage		Gleiche	Unterschiedliche
	Grad der Gruppenverteilung	Präsenzspiel	Fernspiel	
Spielmedium	Spielmedium	Handplanspiele	Computerintegrierte Planspiele	Computerunterstützte Planspiele
	Dokumentation	Manuell	Computerspeicher	

Entsprechend der Abbildung wird das Spiel demnach sowohl für Einzelspieler als auch für Gruppen angeboten. Je nach Ausprägung vertritt ein Spieler eine bestimmte Anzahl (1-5) an Unternehmensbereichen und versucht, deren Interessen zu vertreten. Darüber hinaus wird die Möglichkeit geboten werden, das Spiel auch im Wettbewerb mit anderen Gruppen zu spielen. Hierfür muss die Möglichkeit gegeben werden, Spielergebnisse zu speichern und in Form von „High Scores“ aufzubereiten.

Die geplante Teilnehmerzahl liegt zwischen 7 und 10 Personen. Das Spiel wird dabei in ein Schulkonzept eingebettet, welches das Planspiel insbesondere um theoretische Erkenntnisse erweitert und ergänzt. Gleichzeitig bietet das entwickelte Spiel durch zahlreiche Informationsmöglichkeiten theoretisch die Möglichkeit, ohne tiefergehende Einführungen spielbar zu sein. Dabei kann jedoch kein vergleichbarer Lerneffekt wie bei dem Präsenzspiel sichergestellt werden.

Nach diesen grundlegenden Strukturvorgaben wird im Folgenden der detaillierte Aufbau des Planspiels ausgeführt.

### Strukturierungsphase

Die Strukturierungsphase gliedert sich im Allgemeinen in die Beschreibung des Aufbaus und des Ablaufs des Planspiels. Zunächst wird daher der Planspielbau dargestellt. In diesem Kontext wird zunächst die Planspiellogik vorgestellt. Im Anschluss folgt eine Beschreibung des Planspielablaufs.

### Planspielbau

Grundlage für das zu entwickelnde Planspiel bildet die Tatsache, dass der Produktionsanlauf als Projekt verstanden werden kann [Renner 2012]. Daher sind auch die klassischen Eigenschaften eines Projekts bei der Strukturentwicklung des Planspiels zu berücksichtigen. Daraus resultieren die in Tabelle 12 zusammengefassten Gestaltungsrichtlinien:

**Tabelle 12: Projektcharakteristika und deren Umsetzung im Planspiel**

Projektcharakteristika	Form der Berücksichtigung im Spiel
<b>Zielvorgaben</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung der Anlaufperformance anhand von Effektivitäts-, Effizienz- und Terminziel</li> <li>• Unmittelbares Feedback auf Handlungen/ Aktivitäten bezogen auf deren Beitrag zur Zielerreichung</li> </ul>
<b>Zeitliche Begrenzung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definiertes Ende für das Spiel (9 Spielrunden)</li> <li>• Gliederung des Spielverlaufs in Phasen (Entwicklung, Präparation und Hochlauf)</li> <li>• Zeitliche Begrenzung der Phasen (3 Spielrunden je Phase)</li> <li>• Zeitabhängige Leistungserbringung (bspw. steigende Stückzahl über die Phasen des Anlaufs)</li> </ul>
<b>Begrenzte Ressourcen</b>	Begrenzung der zur Verfügung stehenden Mittel, die zur Zielerreichung eingesetzt werden können → Aktionspunkte
<b>Projektspezifische Organisationsform</b>	Findet keine direkte Berücksichtigung im Spiel. Indirekte Abbildung durch das Treffen abteilungsübergreifender Entscheidungen bzgl. der zu tätigen Handlungen/ Aktionen
<b>Neuartigkeit/ Einmaligkeit</b>	keine Hilfestellungen hinsichtlich der optimalen Verteilung von Ressourcen
<b>Komplexität</b>	Abbildung der vorhandenen Wechselwirkungen und deren mathematische Verknüpfung im Hinblick auf deren Auswirkungen auf die drei Teilziele des Anlaufs: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abteilungsinterne Wirkbeziehungen</li> <li>• Abteilungsübergreifende Wirkbeziehungen</li> </ul>

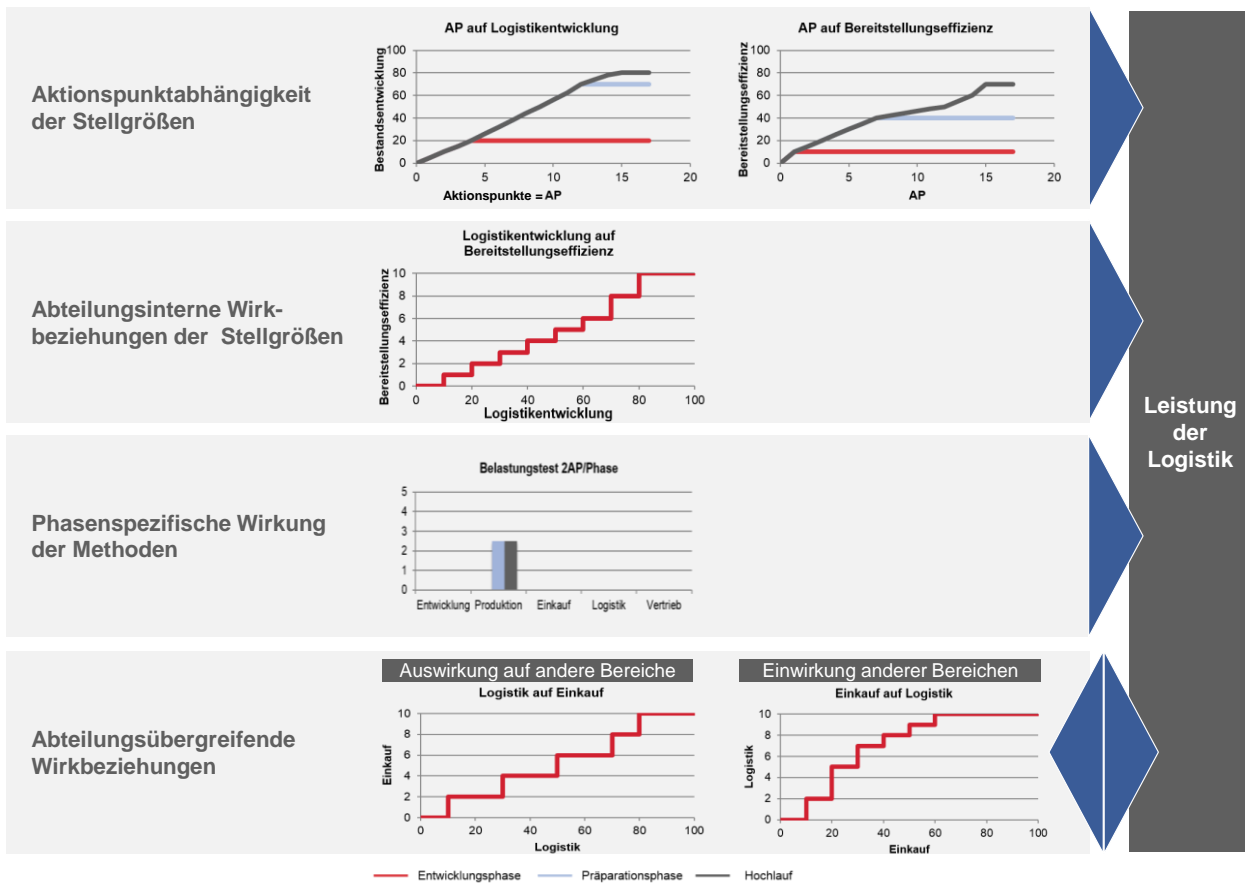
Hieraus ergibt sich zusammenfassend folgendes **Spielprinzip**:

Der Spieler/die Spieler erhalten zu Beginn des Spiels ein Budget in Form von Aktionspunkten. Dieses Budget kann in verschiedene Handlungen/ Aktivitäten investiert werden. Diese Aktivitäten sind den fünf Abteilungen Entwicklung, Einkauf, Logistik, Produktion und Vertrieb zugeordnet und leiten sich aus den in AP 3 identifizierten Stellgrößen ab. Dabei werden keine Restriktionen oder Vorgaben hinsichtlich der Punktevergabe vorgenommen. Der Anwender entscheidet selbstständig, wann und wie viele Aktionspunkte auf welche Aktivität bzw. Abteilung gesetzt werden. Neben der Möglichkeit, die Aktionspunkte auf die jeweiligen Aktionen zu verteilen, besteht auch die Option, verschiedene Methoden zu aktivieren (siehe Kapitel 3.3). Mit dem Abschluss der Periode sind die verteilten Aktionspunkte fixiert und nicht mehr veränderbar.

Durch die Verteilung der Aktionspunkte wird Einfluss auf die Leistung und die Zielerreichung der Abteilungen genommen. Diese wiederum beeinflussen die übergeordneten Anlaufziele (Effektivität, Effizienz und Termin). Spielziel ist es, diese übergeordneten Ziele des Anlaufs zu erfüllen. Hierzu müssen wiederum die einzelnen Unternehmensbereiche ihren Beitrag leisten. Die Leistung der Abteilungen setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen:

- Beitrag durch interne Stellgrößen  
(Wirkung: Aktionspunkte → Stellgröße)
- Beitrag durch die Wirkbeziehung der angrenzenden Abteilungen  
(Wirkung: Stellgröße 1 → Stellgröße 2)
- Beitrag durch den Einfluss der Management Tools  
(Wirkung: Methode → Unternehmensbereich)

Mit der Verteilung der Aktionspunkte wird, über einen spezifischen Wirkverlauf, der Zielerreichungsgrad der Stellgröße ermittelt. Hat diese Stellgröße Einfluss auf weitere Stellgrößen innerhalb der betrachteten Abteilung, wird auch dieser Einfluss in Form eines mathematischen Wirkverlaufs ausgedrückt. Durch die Ausprägungen der jeweiligen Stellgrößen einer Abteilung ergibt sich deren Zielerreichungsgrad, der schließlich auch bei der Zielbewertung als Grundlage herangezogen wird. Der Grad, in dem die Abteilung die formulierten Ziele erreicht, ist dabei teilweise sowohl von den Zielerreichungsgraden der anderen Abteilungen abhängig als auch von den Methoden des Anlaufs. Die Methoden selbst haben keine Wirkverläufe. Ihr Einfluss ist pro Periode mit einem definierten Wert vorgegeben. Abbildung 20 fasst diese Ausführungen nochmals zusammen.



**Abbildung 20: Wechselwirkungen innerhalb des Planspiels**

Die Berechnung der einzelnen Leistungsbeiträge der Abteilung erfolgt anhand der nachfolgenden Formeln:

$$L_{Abt} = LB_{int} + LB_{ext} + LB_{MT} \tag{1}$$

Leistungsbeitrag intern ( $LB_{int}$ ):

$$LB_{int} = \frac{\sum_{i=1}^n (A_{St,i})}{n} \tag{2}$$

mit n=Anzahl der Stellgrößen,  $A_{St,i}$ =Attributwert der Stellgröße<sub>i</sub>

Leistungsbeitrag externer Abteilungen ( $LB_{ext}$ ):

$$LB_{ext} = \sum_{x=1}^y LB_{Abt,x} \tag{3}$$

mit y=Anzahl der Abteilungen,  $LB_{Abt,x}$ =Leistungsbeitrag der Abteilung<sub>x</sub>

Leistungsbeitrag Management Tools ( $LB_{MT}$ ):

$$LB_{MT} = \sum_{a=1}^b LB_{MT,a} \tag{4}$$

mit b=Anzahl der Management Tools,  $LB_{MT,a}$ =Auswirkung des Management Tools<sub>a</sub>

Wie man den Formeln entnehmen kann, ergibt sich im Allgemeinen die Leistung der Abteilung aus der Summe der Leistungsbeiträge  $LB_{int}$ ,  $LB_{ext}$  und  $LB_{MT}$ . Dabei berechnet sich der Leistungsbeitrag intern als Quotient aus der Summe der Attribute der einzelnen Stellgrößen einer Abteilung und der Gesamtanzahl der Stellgrößen dieser Abteilung. Der Leistungsbeitrag externer Abteilungen ergibt sich durch die Summe der Beiträge der angrenzenden Abteilungen. Die Summe der Beiträge der einzelnen Management Tools ergibt den gesamten Leistungsbeitrag der Management Tools.

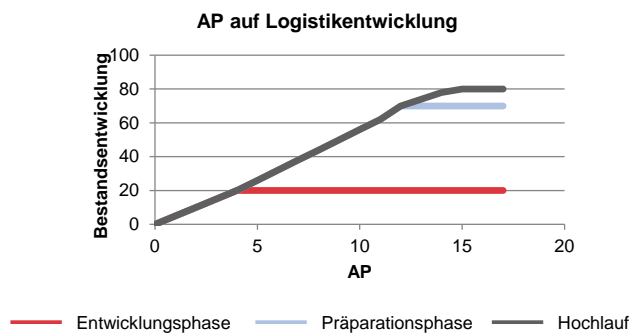
Die Herausforderung besteht demnach darin, in jeder Phase eine optimale Zuordnung der Aktionspunkte auf die Stellgrößen vorzunehmen, sowie geeignete Methoden auszuwählen. Das Spiel untergliedert sich in 9 Runden. 3 Runden bilden wiederum eine Phase des Anlaufs. Innerhalb dieser 3 Runden hat der Spieler iterativ die Möglichkeit, sich dem Optimum anzunähern. Die Wirkverläufe und die Bestimmung der optimalen Niveaus leiten sich aus Arbeitspaket 3 ab. Die Wirkverläufe wurden gemeinsam mit den Unternehmen des PA diskutiert und validiert. Sie sind im Planspiel softwareseitig hinterlegt und veränderbar.

Eine Besonderheit bei den dargestellten Wirkzusammenhängen ist, dass deren Verlauf abhängig von der Punktevergabe der vorgelagerten Phasen ist. So ist es wesentliches Ziel des Spiels, zu zeigen, dass zur termingerechten Leistungserstellung, Meilensteine zu erreichen und einzuhalten sind. Ist dies nicht der Fall, hat dies sowohl negative Auswirkungen auf die eigene Zielerreichung als auch auf die anderer Abteilungen. Es muss daher die Möglichkeit bestehen, zu geringe Investitionen in Stellgrößen im Verlauf des Spiels zu sanktionieren. Aus diesem Grund wurde ein Streckfaktor in das Spiel integriert. Dieser Streckfaktor bezieht sich jeweils auf eine Stellgröße und verändert den notwendigen Budgeteinsatz zur Zielerreichung. Er berechnet sich aus dem Quotient der eingesetzten Aktionspunkte ( $AP_{ist}$ ) und der optimalen Anzahl an Aktionspunkte ( $AP_{soll}$ ) der vorgelagerten Phase bzw. Phasen.

$$SF_{Phase,i} = \frac{AP_{ist,Phase\ i-1}}{AP_{soll,Phase\ i-1}} \tag{5}$$

mit  $0,5 \leq SF_{Phase,i} \leq 1$

Der phasenbezogene Streckfaktor wurde auf ein Minimum von 0,5 Punkten beschränkt, um den Schwierigkeitsgrad des Spiels in einem angemessenen Rahmen zu halten. Angewendet wird der Streckfaktor auf die Anzahl der Aktionspunkte in der Phase, in der er wirkt, nicht auf den Funktionswert. Grund hierfür ist, dass sonst nie der Maximalwert erreichen werden würde. Abbildung 21 zeigt beispielhaft die Berechnung des Streckfaktors, erläutert am Beispiel der Logistikkentwicklung.



$$SF_{Phase2} = \frac{AP_{ist,Phase1}}{AP_{soll,Phase1}} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$SF_{Phase3} = \frac{AP_{ist,Phase2}}{AP_{soll,Phase2}} = \frac{2}{8} = 0,25 \leq 0,5 \rightarrow 0,5$$

$$\sum AP = AP_{Ist,Phase1} + \frac{AP_{Ist,Phase2}}{SF_{Phase2}} + \frac{(AP_{OptGes} - AP_{Ist,Phase1} - AP_{Ist,Phase2})}{SF_{Phase3}}$$

$$\sum AP = 3 + \frac{2}{0,75} + \frac{(15 - 3 - 2)}{0,5} = 25,67 \text{ Pkt.}$$

Abbildung 21: Beispielhafte Berechnung des Streckfaktors



Im Beispiel wird angenommen, dass in der Entwicklungsphase 3 Aktionspunkte auf die Logistikentwicklung verteilt wurden. Die optimale Anzahl beträgt in dieser Phase jedoch 4 Aktionspunkte, daraus ergibt sich ein Streckfaktor von 0,75 für die Präparationsphase des Anlaufs. In der zweiten Phase des Anlaufs (Präparationsphase) werden insgesamt 2 von optimalen 8 Aktionspunkten verteilt, was zu einem Streckfaktor von 0,25 für die dritte Phase führen würde. Da der Streckfaktor jedoch auf ein Minimum von 0,5 beschränkt wurde, wird in dem Fall der Streckfaktor für die dritte Phase 0,5 betragen. Um die Logistikentwicklung auf den Maximalwert in Phase 3 zu entwickeln, müssten somit insgesamt 25,67 Aktionspunkte eingesetzt werden. Bei Einhaltung aller Meilensteine in den jeweiligen Phasen wäre ein Einsatz von 15 Aktionspunkten zur optimalen Entwicklung der Logistikentwicklung erforderlich. Der Streckfaktor eignet sich somit, um zu veranschaulichen, welche starken negativen Einflüsse durch Versäumnisse auf den Produktionsanlauf wirken können.

Aus der Punktevergabe, den auftretenden Wechselwirkungen und den wirkenden Methoden ergibt sich schließlich ein Erfüllungsgrad für die Anlaufziele. Deren Definition und Berechnung soll an dieser Stelle vorgestellt werden:

#### *Effektivitätsziel*

Das Effektivitätsziel gibt die Produktionsmenge bei gleichzeitiger Einhaltung von Qualitätsstandard an und wird im Rahmen des Simulationsspiels wie folgt berechnet:

$$\text{Effektivitätsziel} = \frac{L_{\text{Prod,ist}}}{L_{\text{Prod,soll}}} \quad (6)$$

Das Effektivitätsziel ist definiert als Quotient der Ist-Leistung der Produktion und der Soll-Leistung der Produktion. Dabei gilt das Effektivitätsziel als erreicht, wenn die Ist-Leistung der Produktion mindestens 95% der Soll-Leistung der Produktion entspricht.

#### *Effizienzziel*

Das Effizienzziel spiegelt den Aufwand an Aktionspunkten wieder, die im Laufe des Anlaufs verbraucht wurden. Dabei werden die insgesamt verbrauchten Punkte in Relation zu der optimalen Menge der Aktionspunkte gestellt.

$$\text{Effizienzziel} = \frac{AP_{\text{ges}}}{AP_{\text{ges,opt}}} \quad (7)$$

Das Effizienzziel ist unabhängig von den anderen Zielen und kann theoretisch auch beim Verfehlen der sonstigen Ziele erreicht werden. Dabei gilt das Effizienzziel als erreicht bei einem Wert kleiner 1,05.

#### *Terminziel*

Das Terminziel definiert sich durch das Erreichen von Meilensteinen jeder einzelnen Stellgröße in den drei Phasen des Anlaufs. Mathematisch beschrieben wird das Terminziel wie folgt:

$$\text{Terminziel} = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{AP_{\text{ist},ij}}{AP_{\text{soll},ij}} \right)}{n} \quad (8)$$

Das Terminziel ergibt sich daher aus der Summe der Quotienten der verteilten Ist-Aktionspunkte der Stellgröße<sub>i</sub> in der Phase<sub>j</sub> und den Ist-Aktionspunkten der Stellgröße<sub>i</sub> in der Phase<sub>j</sub>, dividiert durch die Gesamtanzahl n der Stellgrößen. Das Terminziel gilt bei einem Wert kleiner 1,05 als erreicht.

### Planspielablauf

Der Planspielablauf ist angelehnt an das von KERN beschriebene Ablaufschema und gliedert sich in Vorbereitungsphase, Durchführungsphase und Auswertungsphase (Abbildung 22) [Kern 2003].

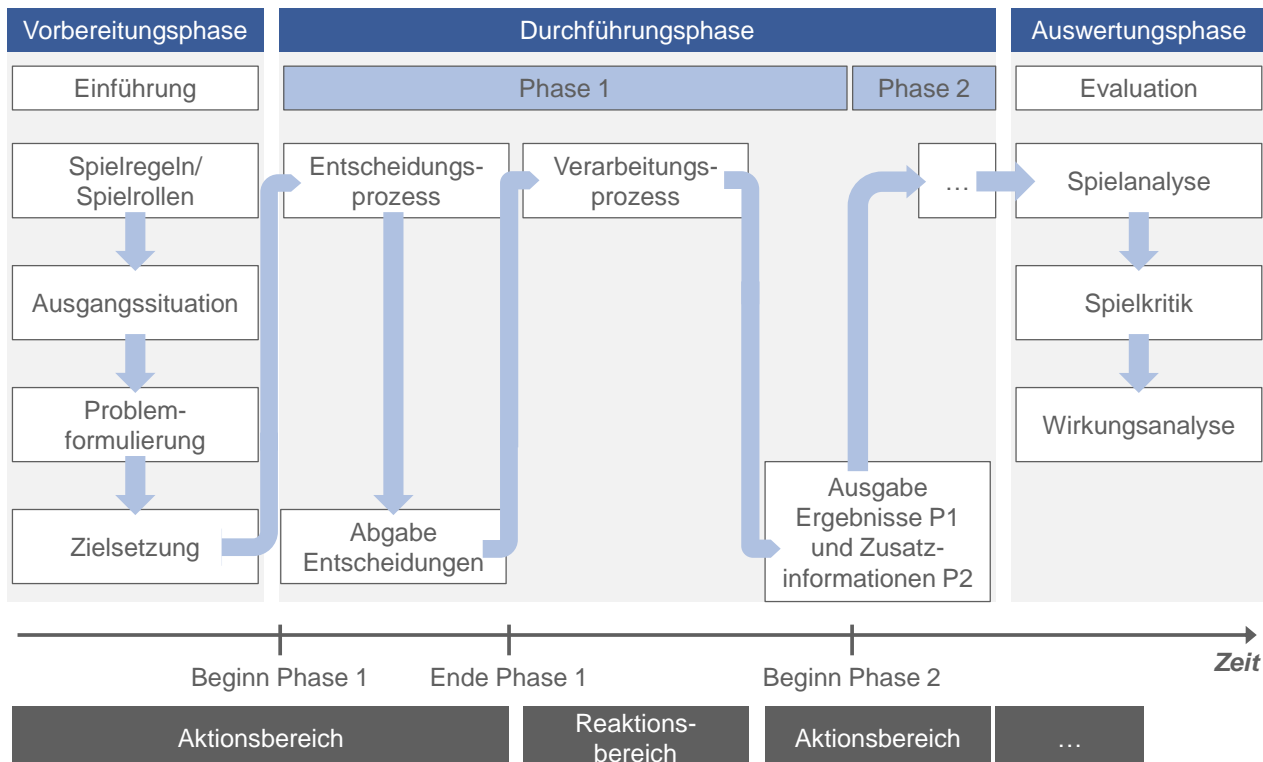


Abbildung 22: Planspielablauf [i.A.a. Kern 2003]

Der Schulungstag beginnt mit einer Begrüßung und der Vorstellung der einzelnen Teilnehmer. Weiterhin nimmt jede Person eine Einordnung ihrer Rolle im Anlauf vor und beschreibt ihren Tätigkeitsbereich. Dies dient insbesondere dazu, Vorerfahrungen im Bereich des Anlaufmanagements abzufragen und eine erste Sammlung bekannter Probleme vorzunehmen. Die Schulung ist ausgelegt auf sieben bis zehn Teilnehmer. Die Spielart kann durch die Planspielteilnehmer festgelegt werden, wobei zwischen zwei sinnvollen Spielvarianten gewählt werden kann:

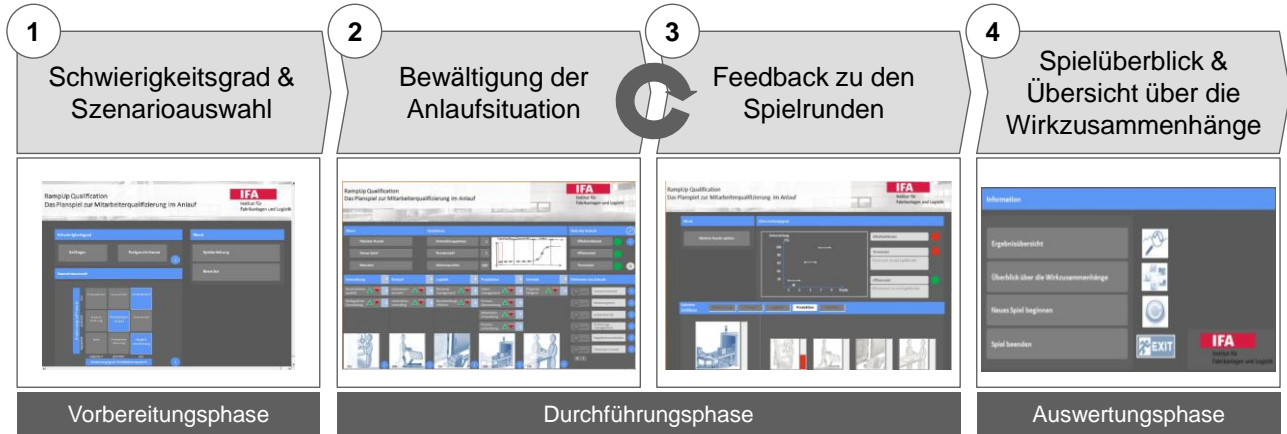
- Solospiel
- Teamspiel

Beim Solospiel vertritt ein Teilnehmer alle Abteilung des Planspiels und stellt damit ein ganzes Unternehmen dar. Beim Teamspiel sollte ein Team aus fünf Personen bestehen, die jeweils eine Abteilung vertreten. Durch das Vertreten einer bestimmten Abteilung entwickeln sich Diskussionen bezüglich der Verteilung der Aktionspunkte, wodurch diese Variante komplexer und realistischer als das Solospiel ist. Aus diesem Grund wird im Folgenden das Teamspiel als Betrachtungsgrundlage festgelegt.

Im Anschluss an die Begrüßung und der Auswahl der Spielvariante folgt die Einführung in den Produktionsanlauf. Die Einführung erfolgt durch den Referenten. Gegenstand der Einführung ist die Schaffung eines Problemverständnisses sowie der begrifflichen Einordnung des Anlaufs und dessen Management. Anschließend erfolgt das Briefing, in dessen Rahmen die Ausgangssituation für das Planspiel dargestellt und darüber hinaus dessen allgemeine Funktionsweise beschrieben wird.

Nach dieser allgemeinen Einführung beginnt die erste Spielrunde des Planspiels (Durchführungsphase). Während dieser Phase zieht sich der Lehrende zurück und überlässt die Teams sich selbst. Die Teams werden mit Hilfe der Informations-Buttons und der vorherigen Einführung in den Produktionsanlauf bei ihrer Entscheidungsfindung unterstützt.

Der Ablauf des Planspiels im engeren Sinne ist in Abbildung 23 dargestellt.



**Abbildung 23: Ablauf des Planspiels im engeren Sinne**

Das Spiel selbst gliedert sich in drei Spielphasen (Prototypen- und Entwicklungsphase, Vor- und Nullserie sowie Hochlaufphase). Während dieser Phasen gilt es, die Erreichung der Anlaufziele sicherzustellen. Anfänglich werden hierzu Informationen zu sämtlichen Stellgrößen gesammelt und Lösungsmöglichkeiten recherchiert. Nachdem ausreichende Informationen von jedem Teilnehmer der Gruppe gesammelt wurden, wird innerhalb der Gruppe nach einer gemeinsamen Entscheidung gesucht, wobei jeder Teilnehmer stellvertretend für seine Abteilung eine Problemlösungsstrategie entwickelt. Aufgrund der spezifischen Interessen jeder Abteilung und deren Vertreter muss nach Kompromissen und Handlungsalternativen gesucht werden, die für alle Teilnehmer vertretbar sind. Nachdem ein Kompromiss gefunden wurde, wird dieser im Aktionsbereich in das Programm eingegeben und mit dem „Nächste Spielrunde“-Button bestätigt. Gleichzeitig beginnt der Reaktionsbereich, in dem die zuvor eingegebenen Entscheidungen ausgewertet und neue Informationen bezüglich der Zielerreichung an die Teams zurückgegeben werden. Der Reaktionsbereich ist damit beendet, die Teilnehmer haben den Mikrozyklus, der aus Aktions- und Reaktionsbereich besteht, abgeschlossen und können aufgrund der neuen Erkenntnisse aus der ersten Runde neue Entscheidungen in der zweiten Runde treffen. Nachdem alle neun Spielrunden absolviert wurden, ist das Spiel beendet und den Spielern wird die Möglichkeit geboten, die während der Spielrunden getätigten Aktionen nachzuvollziehen und zu reflektieren. Mit dem Ende des Spiels ist die Durchführungsphase beendet und die Teams wechseln aus der fiktiven Welt zurück in die reale Welt, in der die Auswertungsphase, in Form der Reflexion, stattfindet. In dieser Phase des Planspiels nimmt der Referent wieder eine zentrale Rolle ein. Er übernimmt die Moderation bei der Diskussion des Spielverlaufs und der Spielergebnisse zwischen den Planspielteilnehmern. Hierbei sollen neben den Ursachen und Wirkungen des Entscheidungsverhaltens auch Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden Teams ermittelt werden. Bei der offenen Diskussion haben die Teams die Möglichkeit neue Strategien für die nächste Runde zu ermitteln.

Anschließend folgt ein Theorieblock, in dem die klassischen Aufgaben des Anlaufs vorgestellt werden und in einen zeitlichen Kontext zu den Anlaufphasen gesetzt werden. Darüber hinaus sollen die wesentlichen Methoden vorgestellt werden, die im Rahmen des Anlaufs Anwendung finden,

und insbesondere deren Nutzen dargestellt werden. Im Anschluss an diesen Theorieblock erhalten die Teilnehmer erneut die Möglichkeit, das Vorgehen der nächsten Spielrunde zu besprechen.

In der darauffolgenden zweiten Spielrunde durchlaufen die Teilnehmer erneut die einzelnen Punkte der Durchführungsphase und kommen am Ende zu einem erneuten Ergebnis. Wieder wird eine Diskussion vom Referenten geleitet, in der die Unterschiede zur ersten Runde besprochen werden. Zusätzlich wird jetzt durch den Lehrenden das Wirknetz vorgestellt, welches dem Spiel zugrunde liegt. An diesem werden die einzelnen internen und externen Wirkbeziehungen zwischen den Abteilungen aufgezeigt und erklärt. Dadurch soll ein noch höherer Realitätsvergleich geschaffen werden, in der Hoffnung, dass durch die detaillierte Erklärung das Ergebnis positiv beeinflusst wird. Auch an diese Phase schließt ein Theorieblock an. Dieser soll insbesondere ein Verständnis für die Ursache-Wirkungs-Ketten schaffen. Dazu werden wesentliche Elemente des in AP 3 vorgestellten Kausaldiagramms betrachtet. Im Anschluss werden im Plenum die gesammelten Erkenntnisse diskutiert und wesentliche Schlussfolgerungen für das Vorgehen in der letzten Spielrunde zusammengetragen.

In der dritten Spielrunde durchlaufen die Teilnehmer schließlich erneut die einzelnen Punkte der Durchführungsphase und kommen am Ende zu einem Ergebnis, das auf den detaillierten Informationen zum Wirknetz beruhend entstanden ist. In der letzten Reflexion wird den Teilnehmern sowohl die Möglichkeit der Evaluation des Planspiels als auch des gesamten Schulungstages, inklusive einer Bewertung des Lehrenden, ermöglicht. Das Lernziel, welches bei den Anwendern erreicht werden soll, ist zum einen das Verbessern des Verständnisses für Systemabläufe und -prozesse sowie das Schaffen eines ganzheitlichen Systemverständnisses. Zum anderen werden besonders durch die gebotene Perspektivenvielfalt unterschiedliche Bereiche innerhalb und außerhalb der Organisation betrachtet. Hinzu kommt, dass interspezifische Kommunikation zwischen mehreren Lernenden und deren Zielen stattfindet.

Ein Überblick über die geplante Agenda des Schulungstags kann nochmals Tabelle 13 entnommen werden.

**Tabelle 13: Agenda für eine mögliche Schulung anhand des Planspiels**

Uhrzeit	Thematik	Phasen des Planspiels
9:00 - 9:15	Begrüßung	
9:15 - 9:45	Einführung	Vorbereitungsphase
9:45 - 10:15	1. Spielrunde	Durchführungsphase
10:15 - 10:45	Reflexion	Auswertungsphase/Vorbereitungsphase
10:45 - 11:30	Theorie (Anlauf und Methoden)	Vorbereitungsphase
Pause		
12:00 - 12:30	2. Spielrunde	Durchführungsphase
12:30 - 13:30	Reflexion	Auswertungsphase/Vorbereitungsphase
13:30 – 14:15	Theorie (Wirkzusammenhänge und resultierende Probleme und Methoden)	Vorbereitungsphase
14:15 - 14:45	3. Spielrunde	Durchführungsphase
14:45 - 15:30	Abschlussreflexion	Auswertungsphase

### 3.5. Arbeitspaket 5: Erstellung einer Softwarespezifikation

Ziel des Arbeitspakets war eine detaillierte Spezifikation, die bei der softwaretechnischen Umsetzung des kybernetischen Simulationsspiels in Arbeitspaket 6 unterstützt.

#### Vorgehen

Das fünfte Arbeitspaket gliedert sich in zwei wesentliche Aufgaben. Zum einen wurde das didaktische Konzept aus AP 4 aufbereitet und in ein finales Game Design Document (GDD) überführt. Zum anderen wurde eine Programmiersprache für das Planspiel ausgewählt.

Das GDD wurde auf Basis des didaktischen Konzepts, einer Literaturrecherche sowie Gesprächen mit Unternehmensvertretern und Experten erarbeitet. Die Mitglieder des PA wurden vor allem eingebunden, um die Akzeptanz zukünftiger Anwender sicherzustellen. Parallel zur inhaltlichen und methodischen Ausgestaltung des Planspiels wurden weiterhin erste mögliche Skizzen für die Spieloberfläche erstellt. Schließlich wurde das Game Design Document mit den Mitgliedern besprochen und ergänzt.

Zur Auswahl der Programmiersprache wurden zunächst verschiedene Möglichkeiten zusammengetragen und anschließend bewertet. Dabei wurde entschieden, das Planspiel auf Basis von Visual Basic in Microsoft Excel® zu erstellen. Wesentliche Gründe für die Entscheidung für Microsoft Excel® waren, dass die Programmiersprache eine klare, übersichtliche und bekannte Struktur besitzt, anwenderfreundlich ist und nachträgliche Modifikationen einfach möglich sind. Weiterhin gehört die Software zur klassischen IT-Ausstattung von Unternehmen. Um zu gewährleisten, dass das Spiel auch ohne Excel spielbar ist (bspw. Tablets), wurde im Verlauf der Spielerstellung beschlossen, eine auf dem VBA-Code aufbauende WPF-Desktopanwendung zu programmieren.

Sämtliche Ergebnisse wurden mit dem PA diskutiert, validiert und beschlossen.

#### Ergebnis

Das im Rahmen von AP 5 erstellte ein Game Design Document ist in Tabelle 14 zusammenfassend dargestellt. Es sind sowohl Aufbau und Inhalt als auch Funktionsweise des Simulationsspiels ausführlich beschrieben. Bei der Erstellung wurden zudem die klassischen Aspekte eines Lastenhefts berücksichtigt [Balzert 1996].

**Tabelle 14: Game Design Document**

Game Design Document	
<b>1) Projektüberblick</b>	
1.1 Executive Summary	Es soll ein kybernetisches Planspiel entwickelt werden, dessen Ziel es ist, eine allgemeine Einführung in den Produktionsanlauf zu geben und ein Verständnis für die auftretenden Wirkzusammenhänge und Abläufe in diesem Prozess zu schaffen.
1.2 Genre	Sozioökonomisches Planspiel
1.3 Zielgruppe	Mitarbeiter aus KMU und Studenten, die mit einem Anlaufmanagement im klassischen Sinne nicht detailliert vertraut sind
1.4 Einsatzfeld	Weiterbildung von Mitarbeitern in KMU im Bereich des Anlaufs und dessen Management
<b>2) Spielaufbau</b>	
2.1 Handlung	Ziel des Spiels ist es, innerhalb von neun Runden einen Anlauf zu realisieren,

2.1 Handlung	<p>der die vorgegebenen Ziele erreicht, und gleichzeitig die Ziele und Aufgaben der einzelnen am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche zu erreichen.</p>
	<p><b>Startbildschirm</b> Gibt einen Überblick über die auswählbaren Spielszenarien sowie den Schwierigkeitsgrad des Spiels und enthält den Link zur Spielanleitung</p> <p><b>Spielanleitung</b> Enthält alle notwendigen Informationen zu Schaltflächen, dem Spielablauf und der Spielstruktur. Weiterhin beschreibt sie die Ziele des Planspiels und des Anlaufs</p> <p><b>Spielfeld</b></p>
2.2 Spielflächen	<p>Beinhaltet die Eingabemaske des Simulationsspiels. Das Spielfeld stellt das zentrale Element des Spiels dar</p> <p><b>Zwischenergebnis</b> Ermöglicht es dem Spieler, seine Tätigkeiten während des Spiels auszuwerten. Darstellung der geplanten Anlaufkurve und der jeweiligen Zielerreichung</p> <p><b>Abschlussoberfläche</b> Beinhaltet die Option, die Punktevergabe über die einzelnen Runden nachzuvollziehen. Darüber hinaus werden die im Spiel auftretenden Wirkzusammenhänge aufgezeigt und so die Nachvollziehbarkeit von Ursache und Wirkung der getätigten Entscheidungen gefördert</p>
2.3 Spielmodi	<p>Auswahl zwischen zwei Schwierigkeitsgeraden sowie drei Anlaufsznarien. Unterscheidung der Schwierigkeitsgrade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anfänger:</b> Unmittelbares Feedback auf Spielaktivitäten hinsichtlich des Zielerreichungsgrades der Abteilungen sowie der übergeordneten Anlaufziele</li> <li>• <b>Fortgeschrittener:</b> Kein Feedback auf Spieleraktivitäten. Auswertung erst, nachdem die Runde beendet wurde</li> </ul> <p>Anlaufsznarien: Wahl der Wirkverläufe in Abhängigkeit des ausgewählten Szenarios</p>
2.4 Herausforderung	<p>Freie Verteilung von Aktionspunkten über alle Phasen Zu viel verteilte Aktionspunkte stellen Verschwendung dar. Streckfaktor</p>
<b>3) Gameplay</b>	
3.1 Funktionsweise	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Punktevergabe und Aktivierung von Methoden durch den Spieler</li> <li>2) Beenden der Spielrunde</li> <li>3) Ermittlung des Zielerreichungsgrades der Unternehmensbereiche über Wirkbeziehung Aktionspunkte → Stellgröße</li> <li>4) Ermittlung der internen Wechselwirkungen und deren Einfluss auf die Unternehmensbereiche: Stellgröße A → Stellgröße B</li> <li>5) Ermittlung des Einflusses der Methode auf den Zielerreichungsgrad der Unternehmensbereiche: Methode → Bereich</li> <li>6) Ermittlung der bereichsübergreifenden Wechselwirkungen und deren Einfluss auf den Zielerreichungsgrad: Bereich A → Bereich B</li> <li>7) Ermittlung der Zielerreichungsgrade der einzelnen Anlaufziele</li> <li>8) Ausgabe der Ergebnisse auf Oberfläche „Zwischenergebnis“ <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisierung des Effektivitätsziels</li> <li>• Darstellung der Beiträge zur Zielerreichung zwischen den einzelnen Abteilungen</li> </ul> </li> </ol>
3.2 Bonus Punkte	<p>Um Frustration bei Spielern bei Verfehlung der Anlaufziele zu vermeiden, wird</p>

3.2 Bonus Punkte	die Möglichkeit geboten, zusätzliche Aktionspunkte zu beantragen. Wirkung: Termin und Effektivitätsziel können erreicht werden. Effizienzziel ist verfehlt.
3.3 Steuerelemente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punktevergabe über Pfeil-Button (Haltefunktion für schnelle Punktevergabe vorsehen)</li> <li>• Aktivierung der Methoden über Schieberegler mit eindeutiger Ein- und Aus-Position</li> </ul>
<b>4) Layout</b>	
4.1 Spieloberflächen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Spieloberflächen sind benutzergerecht zu gestalten → ausreichend große Bedienflächen, ausreichende Schriftgrößen, gute Kontraste</li> <li>• Die Oberfläche soll eine wiederkehrende Struktur aufweisen             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gleiche Symboliken für Informationen</li> <li>○ Reiter „Menü“ soll die gleichen Funktionen umfassen</li> </ul> </li> <li>• Grafische Elemente sollen die Identifikation mit der Abteilung erhöhen und die Attraktivität des Spiels steigern</li> <li>• Farbschema und Geometrien:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ blau: 93/151/245; dunkelgrau: 89/89/89; hellgrau: 127/127/127</li> <li>○ Grundelemente: Rechtecke mit und ohne abgerundete Kanten</li> </ul> </li> </ul>
4.2 Spiel	<p><b>Allgemein</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intuitive Gestaltung des Spiels</li> <li>• Visualisierung der aktuellen Spielphase in der Anlaufkurve</li> <li>• Rückmeldung über Zielerreichung der Anlaufziele über einfaches Ampelsystem</li> <li>• Jeder Spielbereich soll über ein Feld verfügen, über das der Spieler zusätzliche Informationen abrufen kann. Das Informationsfenster soll dem eigentlichen Spielfeld überlagert und in einem neuen Fenster dargestellt werden</li> <li>• Visualisierung von Handlungen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Anzeige der vergebenen Punkte direkt neben der Stellgröße</li> <li>○ Wiedergabe der kumulierten Punkte über die Spielrunden hinweg → Positionierung direkt neben der Abteilungsbezeichnung</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Elemente der Spielflächen</b></p> <p><i>Startbildschirm:</i> „Schwierigkeitsgrad“, „Szenarioauswahl“, „Menü“</p> <p><i>Spielfeld:</i> „Menü“, „Spielstatus“, „Ziele des Anlaufs“, Unternehmensbereiche inkl. zugehöriger Stellgrößen, „Methoden des Anlaufs“</p> <p><i>Zwischenergebnis:</i> „Menü“, „Zielerreichung“, „Externe Einflüsse“</p> <p><i>Abschlussoberfläche:</i> „Menü“</p>
4.3 Spielsteuerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Spiel soll vollständig mit Hilfe einer Computer-Maus bedienbar sein</li> <li>• Alternativ soll durch die Gestaltung der Oberflächen und Spielelemente eine Bedienung über Touch Screen ermöglicht werden</li> </ul>
4.4 Spieldauer	Ein Planspieldurchlauf (3 Phasen á 3 Runden) soll zwischen 30 und 45min dauern
<b>5) Allgemeine Qualitätsanforderungen</b>	
Equipment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Spiel soll auf PC, Laptop und Tablet spielbar sein. Daraus leiten sich folgende Systemanforderungen ab:</li> </ul>

	<p>Computer und Prozessor</p> <p>Arbeitsspeicher (RAM)</p> <p>Betriebssystem</p>	<p>x86- oder x64-Prozessor mit mindestens 1 Gigahertz (GHz) und SSE2-Befehlssatz</p> <p>1 Gigabyte (GB) RAM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows XP</li> <li>• Windows 7 (32 Bit oder 64 Bit)</li> <li>• Windows 8 (32 Bit oder 64 Bit)</li> <li>• Windows Server 2008 R2 (64 Bit)</li> <li>• Windows Server 2012 (64 Bit)</li> </ul>
Effizienz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Rechenzeiten zur Berechnung der Ergebnisse dürfen nicht länger als 5 Sekunden Reaktionszeit benötigen</li> <li>• Handlungen durch den Spieler sollen unmittelbare Resonanz hervorrufen</li> <li>• Der Speicherbedarf darf 10 MB nicht übersteigen</li> <li>• Die Verfügbarkeit des Systems soll bei 99 % liegen</li> <li>• Spielabbrüche sind auszuschließen</li> </ul>	
Individualisierbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Anpassungsmöglichkeit der hinterlegten Wirkbeziehungen</li> <li>• Einfache Anpassungen der Abteilungsbezeichnungen</li> <li>• Die berücksichtigten Methoden sollen einfach und anwenderfreundlich austauschbar sein</li> <li>• Der Programmcode ist durchgehend zu kommentieren</li> </ul>	
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Systematik bzw. das Softwaretool soll in Microsoft Excel® implementiert werden</li> <li>• Eine Web-Version des Spiels ist anzustreben</li> <li>• Die Benutzerführung muss in deutscher Sprache erfolgen</li> <li>• Die deutsche Datenschutzrichtlinie ist zu beachten</li> </ul>	

### 3.6. Arbeitspaket 6: Software Engineering und Praxisvalidierung

Ziel des sechsten Arbeitspakets war die softwaretechnische Umsetzung des kybernetischen Simulationsspiels in einer geeigneten Programmiersprache sowie dessen Validierung gemeinsam mit den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses.

#### Vorgehen

Nach der Entwicklung des didaktischen Konzepts und der Formulierung des finalen Game Design Documents erfolgte die Umsetzung der zuvor entwickelten Spezifikationen in das kybernetische Simulationsspiel. Hierzu wurde ein vorläufiger Projektplan erstellt, der die wesentlichen Meilensteine zur Planspielrealisierung enthielt und zum Projektcontrolling herangezogen wurde (Tabelle 15).

**Tabelle 15: Projektplan mit Zeithorizonten**

Projektplan		
31. Oktober 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstentwurf der Softwarearchitektur</li> <li>• Besprechung und Validierung der Anforderungen am Rapid Prototyping</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VBA Excel</li> </ul>
01. November 2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf Softwarelogik</li> <li>• Anpassung der Anforderungen bezüglich der mathematischen Implementierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VBA Excel</li> </ul>



## Projektplan

31. Januar 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfeinerung der Business Logic</li> <li>• Erstentwurf des GUI (Spieloberfläche)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VBA Excel</li> </ul>
28. Februar 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umsetzung des GUI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VBA Excel</li> </ul>
05. März 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung des Excel Modells zur Desktop-Anwendung</li> <li>• Planung, Konzeption und Architekturanpassung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VBA Excel</li> <li>• C# WPF Desktop Anwendung</li> </ul>
15. März 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigstellung der VBA Excel Version und Test</li> <li>• Parallele Implementierung der Desktop-Anwendung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VBA Excel</li> <li>• C# WPF Desktop Anwendung</li> </ul>
15. April 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigstellung des Softwareproduktes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VBA Excel</li> <li>• C# WPF Desktop Anwendung</li> </ul>

Die Programmierung des Spiels folgte dem Gedanken des rapid oder auch software prototyping. So wurden in kurzen Abständen Demo-Versionen des Spiels programmiert, in denen ein Teil der im GDD formulierten Anforderungen umgesetzt und getestet wurden. Falls nötig wurden alternative Konzepte zur Umsetzung erprobt. Dieses Vorgehen war notwendig, um die mathematische Logik überprüfen zu können und eine Parametrierung der Eingangsgrößen (Aktionspunkte, Wirkverläufe) vorzunehmen.

Nach Fertigstellung des Spiels wurde dies gemeinsam mit den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses gespielt und validiert.

### Ergebnis

Ergebnis des Arbeitspakets ist die grafische und softwaregestützte Umsetzung des Planspiels. Im Folgenden sollen das Spieldesign sowie die Funktionen des Spiels vorgestellt werden. Das Spiel selbst weist verschiedene Ebenen auf. Entscheidendes Element ist die Eingabemaske. Sie stellt das wesentliche Spielfeld dar, auf dem sämtliche Aktionen der Spieler stattfinden. Ergänzt wird diese um den „Startbildschirm“, die Darstellung der „Zwischenergebnisse“ und „Abschlussoberfläche“. Die einzelnen Ebenen werden im Folgenden für ein besseres Verständnis kurz dargestellt und deren wesentliche Inhalte ausgeführt. Die Reihenfolge der Ausführungen orientiert sich an deren Abfolge im Simulationsspiel.

### **Startbildschirm**

Sobald das Spiel gestartet wird, erscheint der in Abbildung 24 dargestellte Startbildschirm. Der Startbildschirm gliedert sich in die Menüpunkte „Schwierigkeitsgrad“, „Menü“ und „Szenarioauswahl“.

Wesentliche Auswahlmöglichkeit des „Menüs“ ist die „Spielanleitung“. Sie enthält eine umfassende Beschreibung des Spiels und dessen Ablauf. Weiterhin enthält sie eine Darstellung der Herausforderungen des Anlaufs und eine Beschreibung der Notwendigkeit für das Anlaufmanagement.



**Abbildung 24: Startbildschirm**

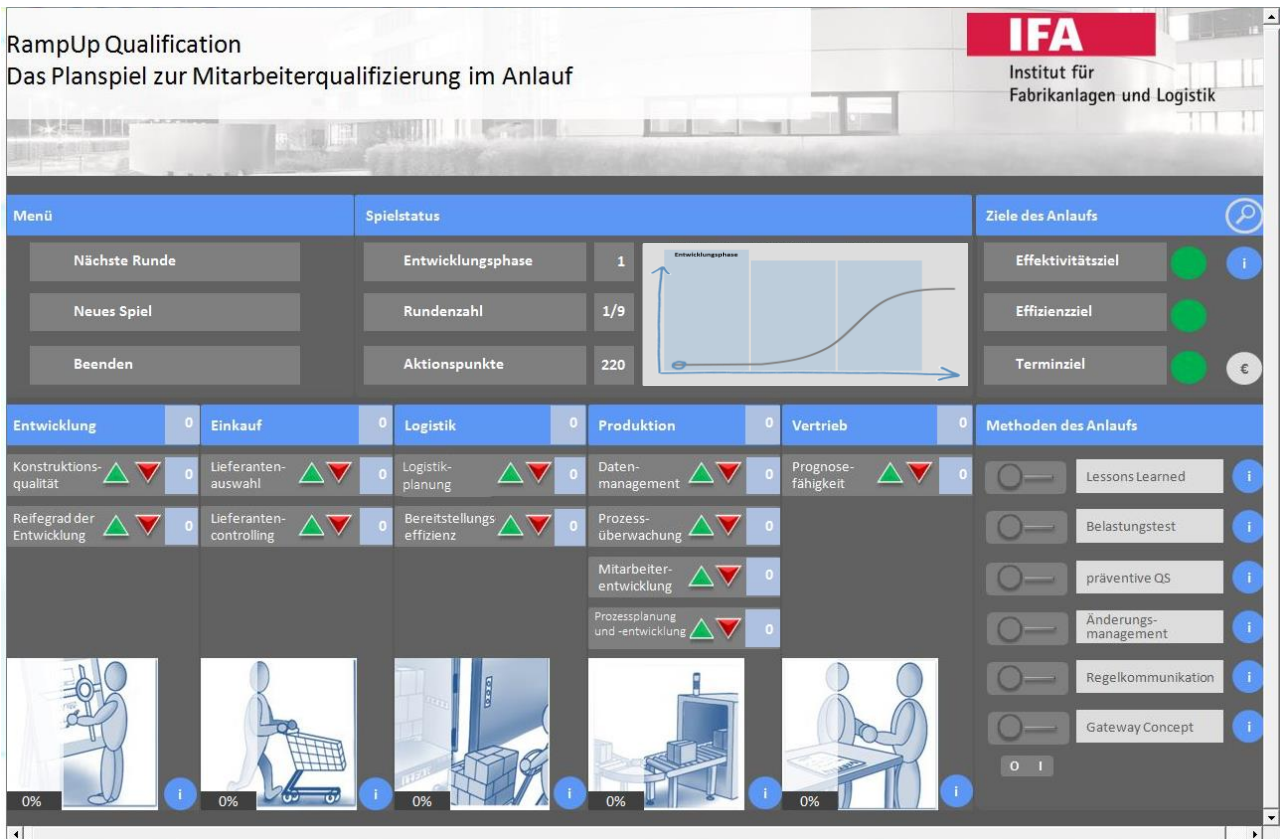
Nachdem der Spieler die Anleitung gelesen hat, folgt die Auswahl des Schwierigkeitsgrads sowie des zu spielenden Szenarios. Beim Schwierigkeitsgrad kann zwischen „Anfänger“ und „Fortgeschrittener“ unterschieden werden. Wesentlicher Unterschied in den beiden Varianten besteht in der Darstellung der Wirkbeziehungen. Während der Spieler bei der Version „Fortgeschrittener“ zunächst die Punktevergabe vornimmt und erst anschließend ein Feedback („Zwischenergebnis“) erhält, erfolgt dieses Feedback in der Variante „Anfänger“ unmittelbar auf die Punktevergabe. Dies vereinfacht deutlich das Verständnis für die vorhandenen Wechselwirkungen und erlaubt eine iterative Annäherung an die optimale Lösung. Aufgrund dieser iterativen Lösungsfindung existieren in dieser Spielvariante lediglich drei Spielrunden. Jede Spielrunde steht hierbei stellvertretend für eine Phase des Produktionsanlaufs. Neben dieser Entscheidung zum Schwierigkeitsgrad muss der Spieler ein Anlaufszenario auswählen. Hierbei wurde auf die Klassifizierung nach LAICK zurückgegriffen (siehe Kapitel 3.1). Dementsprechend werden drei mögliche Spielszenarien voneinander unterschieden: Produkthanlauf, Serienanlauf und Modellerweiterung. All diese Szenarien werden inhaltlich erläutert und die wesentlichen Herausforderungen dargestellt. Im Anschluss an diese Auswahl wird der Spieler zur Eingabemaske weitergeleitet.

### **Eingabemaske (Spielfeld)**

Die „Eingabemaske“ gliedert sich in die Menüpunkte „Menü“, den „Spielstatus“, die „Ziele des Anlaufs“, die am Anlauf beteiligten Abteilungen sowie „Methoden des Anlaufs“. Es kann im Allgemeinen zwischen passiven und aktiven Bereichen unterschieden werden. Aktiv sind hierbei diejenigen Spielbereiche, bei denen der Spieler das Spielergebnis konkret beeinflussen kann. Passive Berei-

che dienen lediglich Informationszwecken oder der allgemeinen Navigation. Zunächst sollen die passiven Bereiche vorgestellt werden (Abbildung 25).

Im Unterpunkt „Menü“ kann ein neues Spiel gestartet werden, das Spiel beendet werden oder man kann in die nächste Spielrunde wechseln. Der „Spielstatus“ gibt einen permanenten Überblick über die momentane Phase des Anlaufs, die aktuelle Rundenzahl und die verfügbaren Aktionspunkte. Die Phase und die Spielrunde werden ebenfalls in einer Grafik dargestellt. Unter „Ziele des Anlaufs“ findet sich schließlich ein Überblick über die drei Ziele des Produktionsanlaufs mit ihrem momentanen Status. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Zielerreichungsgrad der zuletzt gespielten Runden abzurufen sowie ein zusätzliches Budget in Form von Aktionspunkten zu beantragen.



**Abbildung 25: Eingabemaske**

Neben diesen weitestgehend passiven Spielbereichen finden sich auf dieser Oberfläche ebenfalls die am Anlauf beteiligten Abteilungen des Unternehmens sowie eine Auswahl von Methoden des Anlaufs. Die im Rahmen von AP 2 identifizierten Abteilungen werden mitsamt ihrer Stellgrößen abgebildet. Durch die grünen Pfeile können Aktionspunkte auf die Stellgröße verteilt werden, sollen wieder Punkte abgezogen werden (nur möglich in der Runde in der diese verteilt wurden), so können die roten Pfeile dafür verwendet werden. Die Gesamtzahl an verwendeten Aktionspunkten kumuliert über alle Spielrunden findet sich direkt im Feld der jeweiligen Abteilungen. Weiterhin wird der Erfüllungsgrad der jeweiligen Abteilung permanent im Bereich der Abbildung angezeigt und gibt dem Spieler auf diese Weise Hilfestellung für die weitere Punktevergabe. Neben der Punkteverteilung kann der Spieler über den integrierten Informations-Button detaillierten Einblick in die Aufgaben und Ziele der jeweiligen Abteilungen nehmen. Die angezeigten Informationen sind hierbei jeweils abhängig von der jeweiligen Spielphase (Entwicklungsphase, Präparationsphase,

Hochlauf). Unter dem Bereich „Methoden des Anlaufs“ können verschiedene Management Tools zur Steigerung der Effizienz des Anlaufs über Schieberegler aktiviert und deaktiviert werden.

### Zwischenergebnis

Wird die Spielrunde durch den Spieler beendet, erscheint die Oberfläche „Zwischenergebnis“ (Abbildung 26). In dieser Übersicht werden die Erfüllungsgrade der Abteilungen hinsichtlich deren jeweiliger Zielstellung dargestellt. Die einzelnen Beiträge der wechselwirkenden Abteilungen sind ebenfalls abgebildet. Neben diesen abteilungsspezifischen Messgrößen werden weiterhin die Zielerreichungsgrade der Anlaufziele in Form einer Ampellogik dargestellt. Die Ausprägung „Rot“ zeigt an, dass das jeweilige Anlaufziel akut gefährdet ist. „Gelb“ hat die Bedeutung, dass das Anlaufziel gefährdet ist und „Grün“ gibt an, dass das Ziel nicht gefährdet ist. Das Effektivitätsziel wird über die einfache Ampel-Logik hinaus auch in einem Graphen visualisiert. Die aktuelle Ausprägung wird durch einen Punkt wiedergegeben. Der Sollwert der entsprechenden Runde wird als Gerade dargestellt.

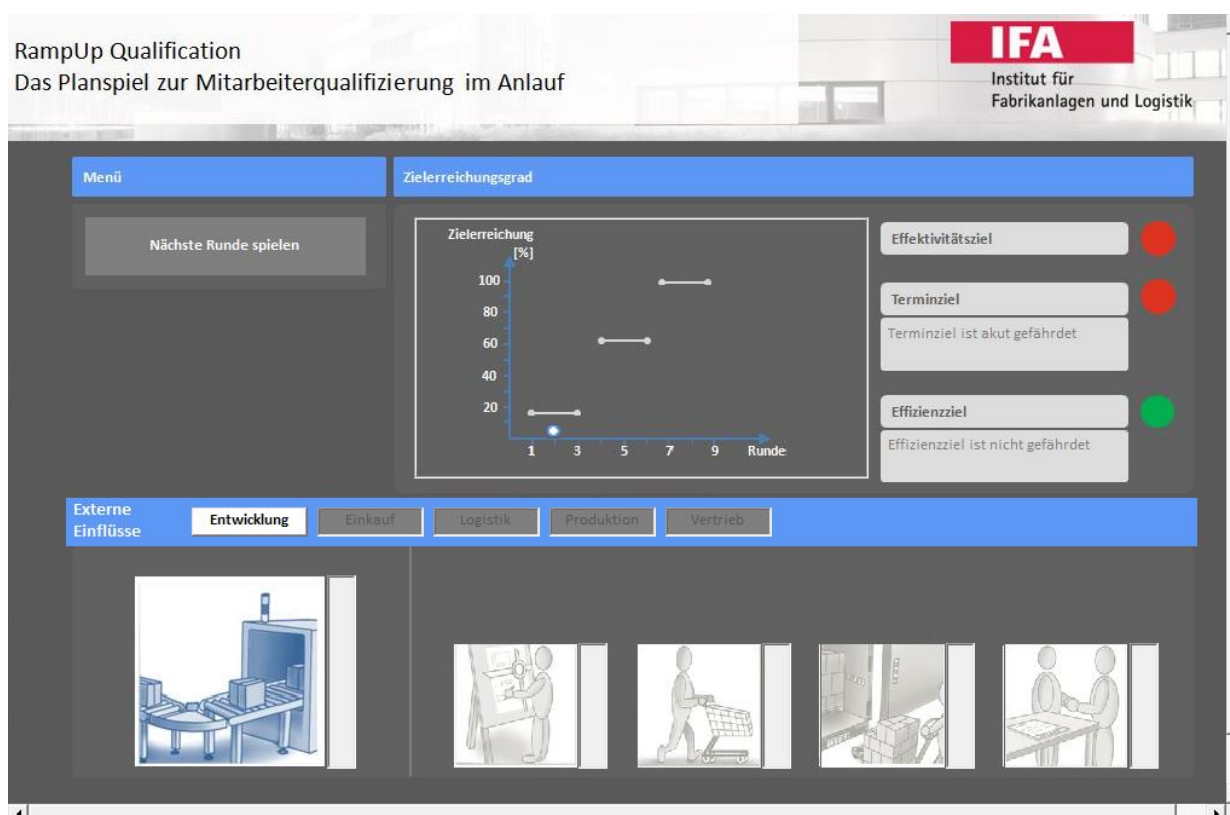


Abbildung 26: Zwischenergebnis

Durch Klicken auf den Button „Nächste Runde spielen“ wird die nächste Runde gestartet und der Spieler wird wieder zur „Eingabemaske“ weitergeleitet.

### Abschlussoberfläche

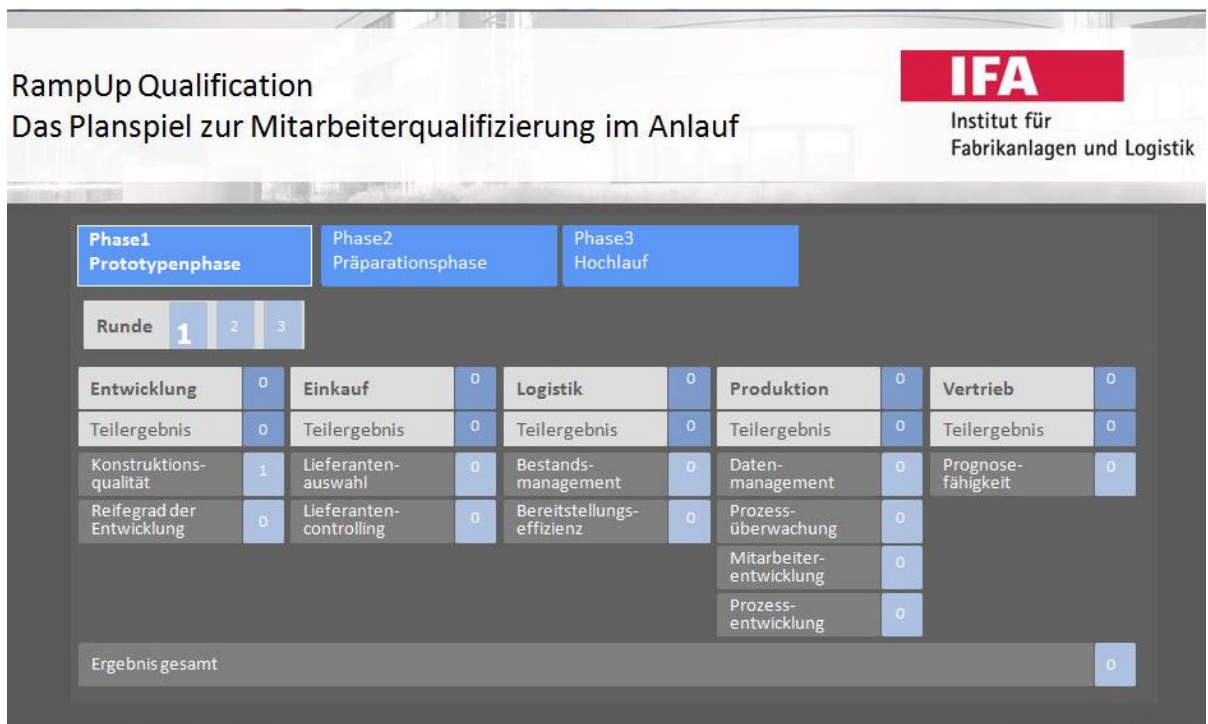
Mit dem Beenden der letzten bzw. neunten Periode und nach der Anzeige der Zwischenergebnisse erscheint die Abschlussoberfläche (Abbildung 27). Auf dieser kann der Nutzer zwischen vier Optionen wählen. Zum einen kann der Nutzer seine Spielrundenübersicht aufrufen und so nachverfolgen, in welcher Periode er in welcher Abteilung und für welche Stellgrößen Aktionspunkte verteilt hat (Abbildung 28). Dieser Funktion kommt eine besondere Rolle im Rahmen des didaktischen Konzepts zu. Sie ermöglicht es dem Spieler, seine Entscheidungen mit Hilfe einer übersichtlichen Tabelle problembezogen zu reflektieren.



**Abbildung 27: Abschlussoberfläche**

Zum anderen bietet die Abschlussoberfläche einen Überblick über sämtliche Wirkzusammenhänge, die im Spiel berücksichtigt wurden. Durch die Auseinandersetzung mit diesen Beziehungen zwischen den Abteilungen soll es dem Spieler gelingen, ein besseres Verständnis für die Komplexität des Anlaufs zu entwickeln und auf diese Weise das Spielergebnis der nächsten Spielrunden zu verbessern.

Zuletzt besteht die Möglichkeit, das Spiel direkt von vorne zu beginnen oder das Spiel zu beenden.



**Abbildung 28: Spielrundenübersicht**

### Individualisierbarkeit des Spiels

Da sich der Produktanlauf sehr unternehmensindividuell gestaltet und ggf. auch unterschiedliche Lerneffekte mit Hilfe des Spiels erreicht werden sollen, wurde die Software durchgehend kommentiert und besonders anwenderfreundlich gestaltet. So besteht eine Vielzahl von Anpassungsmöglichkeiten, um das Spiel den unternehmensspezifischen Interessen anzupassen und an geeigneter Stelle zu einer höheren Identifikation der Anwender beizutragen. Tabelle 16 gibt einen Überblick über anpassbare Elemente:

**Tabelle 16: Anpassungsmöglichkeiten**

Anpassungsmöglichkeiten innerhalb der Software
Grafische Darstellung der Spieloberfläche (inkl. Logo)
Anpassung aller Textbausteine <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreibungen der Methoden</li> <li>Aufgaben im Anlauf</li> </ul>
Bezeichnungen der beteiligten Abteilungen
Methodenauswahl (Katalog hinterlegt)
Wirkverläufe <ul style="list-style-type: none"> <li>Interne Beziehungen</li> <li>Abteilungsübergreifende Beziehungen</li> <li>Wirkung der Methoden</li> </ul>
Korridore für die Bemessung der unterschiedlichen Zielerreichungsgrade

### Evaluation des Planspiels

Neben der softwareseitigen Umsetzung des Planspiels wurde weiterhin eine Validierung des selbigen gemeinsam mit den Partnern des PA sowie im Rahmen der Softwareprogrammierung durchgeführt. Hierzu wurden verschiedene Bewertungskriterien festgelegt und durch die jeweiligen Anwender bewertet:

Kriterium	Bedeutung
<b>Funktionalität</b>	Konzentration auf wesentliche Bestandteile
<b>Verlässlichkeit</b>	Gewährleistung der Zuverlässigkeit (Stabilität) des Simulationsspiels
<b>Anwenderfreundlichkeit</b>	Erscheinungsbild wird sowohl optisch als auch funktional der Bedienung der Simulation gerecht und unterstützt den Spieler bei dessen Aufgabenerfüllung
<b>Erlernbarkeit</b>	Benutzerfreundliche Oberfläche, die das Erlernen von komplexen Funktionen erleichtert

#### **Funktionalität**

Zur Gewährleistung der Funktionalität wurde das komplexe Wirknetz (AP 3) auf die wesentlichen Elemente reduziert, um eine funktionale und nachvollziehbare Umsetzung zu realisieren. Dabei wurden Abteilungen, Funktionsbereiche sowie Kenn- und Stellgrößen sinnvoll zusammengelegt. Dies beruht auf detaillierten Literaturrecherchen und praktischen Erfahrungen der Projektpartner. Auf der gleichen Grundlage beruht die Identifikation genannter Wirkbeziehungen und Wirkverläufe.

Durch stetige Tests des Planspiels und diverse Projekttreffen wurden die endgültigen Begrifflichkeiten, Wirkbeziehungen und Wirkverläufe, welche sich im Spiel wiederfinden, optimiert.

Das zuvor beschriebene Planspiel genügt aufgrund der genannten Argumente den Anforderungen bezüglich der Grundregel „Funktionalität“.

### ***Verlässlichkeit***

Das Planspiel wurde in VBA programmiert. Dabei wurde besonderer Wert auf eine ressourcenschonende und nachvollziehbare Programmierung gelegt. Darüber hinaus wurde die Funktionsweise in mehreren Testrunden erprobt und ein stabiler Betrieb nachgewiesen. Sollte es zu Fehlern im Planspiel kommen, können diese mit Hilfe des Debuggers identifiziert und entsprechende Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden.

Aus diesen Gründen wird die Zuverlässigkeit des Spiels gewährleistet und die Grundregel „Verlässlichkeit“ somit erfüllt.

### ***Anwenderfreundlichkeit***

Beim Design des Simulationsspiels wurde auf eine anwenderorientierte Benutzeroberfläche großer Wert gelegt. Das Spiel wurde zugänglich für den Nutzer gestaltet und ist auf eine intuitive Bedienung ausgelegt. Das Spielfeld ist klar definiert, selbsterklärend und auf ein Minimum reduziert, um den Nutzer nicht bereits vor Spielbeginn zu überfordern und zu demotivieren. Ebenfalls ist jeder Menüpunkt mit einem Info-Button versehen, dadurch kann der Spieler zu jeder Zeit gewünschte Informationen abfragen. Die Handlungen der Spieler werden durchgehend dokumentiert, sodass keine eigenen Notizen angefertigt werden müssen. Die Berechnung aller Größen und Einbeziehung aller Wirkbeziehungen erfolgen automatisch. Dem Spieler werden sämtliche Aufgaben, bis auf die Verteilung der Aktionspunkte, abgenommen.

Die Grundregel „Anwenderfreundlichkeit“ gilt durch die eben genannten Gründe als erfüllt. Der Spieler kann sich auf die Verteilung der Aktionspunkte auf die einzelnen Stellgrößen konzentrieren.

### ***Erlernbarkeit***

Durch die Spielanleitung sowie die zahlreichen Info-Buttons ist das Spiel so gestaltet, dass ein selbständiges Erlernen der Spiellogik möglich ist. Weiterhin tragen klare und teilweise wiederkehrende Strukturen zum Verständnis bei den Spielern bei.

Die Grundregel „Erlernbarkeit“ gilt daher ebenfalls als erfüllt.

## **3.7. Arbeitspaket 7: Dokumentation der Ergebnisse**

Ziel des Arbeitspakets war die Sicherstellung der Verbreitung der wissenschaftlichen und technischen Ergebnisse.

### Vorgehen

Um das entwickelte Simulationsspiel unabhängig vom begleitenden Seminar anwenden und spielen zu können wurde im Rahmen des siebten Arbeitspakets ein Handbuch zum Planspiel erstellt, die das Spiel in seinen Details vorstellt. Dabei werden neben dem Spielablauf insbesondere die Steuerelemente erklärt und eine Anleitung zur Individualisierung der Wirkverläufe im VBA-Code vorgestellt.

Parallel zur Projektbearbeitung wurden Teilergebnisse in internationalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Ebenso wurden Beiträge und Vorträge auf nationalen und internationalen Konferenzen genutzt, um die Ergebnisse des Forschungsprojekts zu verbreiten. Weitere Veröffentlichungen sind nach Erscheinen des Abschlussberichts geplant.

In Kapitel 8 werden die diversen Maßnahmen zum Transfer der Ergebnisse detailliert aufgeführt.

## Ergebnis

### **Handlungsleitfaden**

Das Handbuch (Abbildung 29) enthält eine detaillierte Anleitung zum Spielablauf und aller relevanter Schalt- bzw. Spielflächen.



### **Abbildung 29: Handbuch**

Das Handbuch steht zusammen mit dem Simulationsspiel auf der Projekt-Homepage (<http://www.ifa.uni-hannover.de/rampupqualification.html>) kostenlos zum Download zur Verfügung.

### **Veröffentlichungen in Fachzeitschriften**

s. Maßnahmen zum Transfer der Ergebnisse in Kapitel 8

### **Konferenzbeiträge**

s. Maßnahmen zum Transfer der Ergebnisse in Kapitel 8

### **Dokumentation der Projektergebnisse entsprechend den Auflagen des Förderers**

Die Dokumentation der Projektergebnisse entsprechend den Auflagen des Förderers erfolgt mit diesem Schlussbericht.



#### **4. Innovativer Beitrag und wirtschaftlicher Nutzen**

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, schon während des Produktionsanlaufs eine hohe logistische Leistungsfähigkeit zu erreichen. Aufgrund des wirtschaftlichen Drucks müssen Unternehmen die Prozesse im Verlauf des Produktionsanlaufs effizient gestalten, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen [Kersten 2005], [Voigt 2005].

Speziell bei KMU nimmt die Bedeutung von Anläufen zu, da diese meist in Kleinserien produzieren. Aufgrund sinkender Produktlebenszyklen und steigendem Variantenreichtum erhöht sich zudem die Anzahl an Produktionsanläufen [Grauper 2006], [Wiendahl 2007].

Anläufe werden bei KMU durch die Mitarbeiter der beteiligten Unternehmensbereiche durchgeführt. Anders als bei Großunternehmen werden hierfür keine Anlaufmanager eingesetzt oder Abteilungen gebildet, die eigens auf Anläufe spezialisiert sind. Aus Kostengründen bewerkstelligen die Mitarbeiter der beteiligten Unternehmensbereiche den Anlauf meist neben ihrem Tagesgeschäft. Von deren Kompetenz ist abhängig, wie leistungsfähig dieser gestaltet werden kann. Die Mitarbeiter müssen auf Problemstellungen reagieren können, die speziell im Anlauf auftreten. Um eine hohe gesamtlogistische Leistungsfähigkeit im Anlauf zu erreichen, ist es dabei von Bedeutung, nicht entsprechend der anlaufspezifischen Ziele eines Funktionsbereichs zu handeln, sondern im Sinne der gesamtlogistischen Leistungsfähigkeit. Das funktionsorientierte Handeln ohne Berücksichtigung der Aufgaben und Ziele der anderen am Anlauf beteiligten Unternehmensbereiche kann zu einer Verschlechterung der Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems führen. Erst das interdisziplinäre Verständnis für die eigenen Handlungen und deren Auswirkungen auf andere Abteilungen und deren Zielerreichung schaffen die Basis für einen erfolgreichen und zielorientierten Anlauf. Zur Schaffung dieses Verständnisses ist es notwendig, die vorhandenen Wirkbeziehungen während des Anlaufs aufzuzeigen und deren Wirkungen erlebbar zu machen. Darüber hinaus gilt es bei den Mitarbeitern, die Methodenkompetenz im Anlauf zu steigern. Hierzu müssen die verschiedenen Methoden, die im Anlauf Verwendung finden, sowohl inhaltlich als auch in ihrer Wirkung beschrieben werden. Das entwickelte Planspiel schafft hierzu die Grundlagen und kann zur Qualifizierung der am Anlauf beteiligten Mitarbeiter eingesetzt werden.

Auch wenn viele Autoren die zentrale Rolle des Mitarbeiters im Anlauf betonen [Huosein 2002], [Romberg 2005], stellt die spielerische und gleichzeitig praxisorientierte Bewältigung von Anlaufsituationen zur Vermittlung der Wirkbeziehungen und Herausforderungen im Anlauf ein absolutes Novum dar.

Das Simulationsspiel sensibilisiert eine breite Masse an Mitarbeitern für Konflikte speziell im Produktanlauf. Durch die Auslegung des Simulationsspiels ist eine leichte und kostengünstige Verbreitung möglich. Folglich kann ein breites Publikum erreicht und qualifiziert werden.

## 5. Voraussichtlicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der KMU

Anläufe zu beherrschen ist aufgrund deren vielschichtiger Komplexität schwierig. Gerade KMU fällt dies nicht leicht, da Anlauferfahrungen und -kompetenzen oft nicht im benötigten Maß vorhanden sind.

Grund für die Komplexität ist u. a. die notwendige Integration unterschiedlicher Anlaufbeteiligter, wie beispielsweise Mitarbeiter aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen [Winkler 2007]. Da insbesondere KMU in der Regel nicht über einen Anlaufmanager verfügen, kommt den beteiligten Mitarbeitern eine bedeutende Rolle zu, die sie neben ihrem Tagesgeschäft wahrnehmen müssen. Daher ist es in starkem Maße von deren Kompetenzen abhängig, wie effizient ein Anlauf gestaltet werden kann.

Durch das im Forschungsvorhaben entwickelte Tool werden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern die Auswirkungen ihres Handelns auf die logistische Leistungsfähigkeit von KMU im Anlauf verdeutlicht. Darüber hinaus werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer befähigt, die Motivation anderer Beteiligter für deren Handlungen zu verstehen und Anläufe gemeinsam zu gestalten.

Durch das bessere Verständnis der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für die komplexen Zusammenhänge im Anlauf, welches von einem Bereichsdenken hin zu einem Prozessdenken führt, lassen sich Anläufe wie folgt erfolgreicher gestalten:

- Das interdisziplinäre Verständnis für die Aufgaben der einzelnen Abteilungen wird gesteigert und die gemeinsame Zielverfolgung unterstützt.
- Durch die gewonnene Methodenkompetenz kann die Effizienz und Effektivität von Anläufen gesteigert werden.
- Der Abstimmungsaufwand zwischen den Beteiligten im Anlauf wird signifikant reduziert, wodurch Verschwendungen von Ressourcen vermieden werden.
- Dies wirkt sich wiederum positiv auf die logistische Leistungsfähigkeit (z.B. das Erreichen der geplanten Anlaufkurve) und die Reduktion der im Anlauf verursachten Kosten aus. So wird ein signifikanter Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von KMU geleistet.

Das kybernetische Simulationsspiel ist auf der eingerichteten Projekt-Homepage frei verfügbar und somit für alle interessierten Unternehmen langfristig frei zugänglich.

Der finanzielle Aufwand zur industriellen Umsetzung kann als gering eingestuft werden, da KMU zur Nutzung keine wesentlichen Ressourcen benötigen. Die zu qualifizierenden Mitarbeiter müssen lediglich für die Dauer des Spiels freigestellt werden. Dieser Zeitaufwand kann im Vergleich zu der benötigten Zeit für die Behebung von Problemen als gering eingeschätzt werden.

Die Durchführung des kybernetischen Simulationsspiels kann entweder im Unternehmen selbst oder in einem institutseigenen Seminar des IFA erfolgen. Im besten Fall erfolgt die Durchführung des Spiels vor einem stattfindenden Produktanlauf, um die gewonnenen Erkenntnisse direkt in der Praxis anwenden zu können.

## **6. Verwendung der Zuwendung**

Die Bearbeitung des Forschungsprojekts erfolgte über den Zeitraum vom 01.03.2013 bis 31.05.2015 durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter (TV-L 13) des Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover.

Während der Projektlaufzeit wurde der wissenschaftliche Mitarbeiter bei der Literaturrecherche, bei der Validierung der Systematik in den Unternehmen, bei der Vor- und Nachbereitung der Treffen des Projektbegleitenden Ausschusses und bei der Dokumentation der Ergebnisse durch studentische Hilfskräfte unterstützt.

Des Weiteren wurden durch Studierende der Leibniz Universität Hannover folgende studentische Arbeiten zu diesem Thema bearbeitet und durch das IFA betreut:

- vier Master-/Diplomarbeiten
- drei Bachelorarbeiten
- zwei Projektarbeiten

## **7. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit**

Während des Projektverlaufs und auch nach Projektende bestätigte sich, dass die geleistete Arbeit in vollem Umfang dem begutachteten und bewilligten Antrag entsprach. Der im Antrag kalkulierte Aufwand war somit für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen.

## 8. Ergebnistransfer in die Wirtschaft

Das hohe Interesse von KMU an den Ergebnissen des Forschungsprojekts erforderte einen stetigen Austausch mit der Wirtschaft. Eine Übersicht der Maßnahmen, die im Rahmen der Antragserstellung geplant wurden, ist in Tabelle 17 dargestellt.

**Tabelle 17: Überblick der Maßnahmen zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft**

Maßnahmen	Zeitraum und Häufigkeit
Umsetzung einer Projekthomepage, auf der das kybernetische Simulationsspiel, ein beschreibendes Video sowie alle Publikationen verfügbar sind.	gesamte Projektlaufzeit
Gründung des projektbegleitenden Ausschusses	drei Treffen während der Projektlaufzeit
Weiterführung des Industriearbeitskreises Anlaufmanagement	zwei Treffen während der Projektlaufzeit
Präsentation und Diskussion der Ergebnisse auf nationalen und internationalen Konferenzen, Messen (z.B. Hannover Messe, Didacta, etc.)	ca. zwei pro Jahr
Publikationen in zielgruppenspezifischen Fachzeitschriften (Der Betriebsleiter, Personal, Personalmagazin, wt Online)	zwei Publikationen pro Jahr
Erweiterung des institutseigenen Seminarangebots durch die Inhalte des Projekts	nach Projektabschluss
Integration der Ergebnisse in die universitäre Lehre (Universität Hannover)	nach Projektabschluss

Nachfolgend wird auf die Umsetzung der im Antrag genannten Maßnahmen zum Ergebnistransfer im Detail eingegangen und weiterhin erläutert, wie die Ergebnisse des beantragten Forschungsvorhabens in die Wirtschaft transferiert wurden bzw. werden. Außerdem wird dargestellt, inwiefern die mit den jeweiligen Maßnahmen verfolgten Ziele erreicht wurden.

### **Einrichtung einer Projekt-Homepage**

Eine Projekt-Homepage wurde unter <http://www.ifa.uni-hannover.de/rampupqualification.html> eingerichtet. Hier finden sich Informationen zum Projekt, das entwickelte Planspiel, der Leitfaden zur Nutzung des Spiels sowie das vollständige Kausaldiagramm.

Das Ziel der Maßnahme wurde erreicht.

### **Gründung des Projektbegleitenden Ausschusses**

Bereits zu Beginn des Forschungsprojekts wurde ein projektbegleitender Ausschuss eingerichtet, Ziel dieser Maßnahme war, den Ergebnistransfer sicherzustellen.

Insgesamt fanden vier Treffen des projektbegleitenden Ausschusses statt. Im Rahmen der Treffen wurde der Arbeitsfortschritt sowie Ergebnisse diskutiert, bewertet und mit den Praxisanforderungen der Unternehmen abgestimmt. Die Treffen fanden an folgenden Terminen statt:

- 21.06.2013, Gastgeber: Institut für Fabrikanlagen und Logistik, Garbsen
- 22.11.2013, Gastgeber: Fa. b+d Laserworking, Garbsen
- 22.01.2015, Gastgeber: Fa. Brand, Wertheim
- 20.07.2015, Gastgeber: Fa. Sartorius, Göttingen

Der Projektbegleitender Ausschuss wurde durch folgende Unternehmen gebildet (Tabelle 18):

**Tabelle 18: Projektbegleitender Ausschuss**

Unternehmen	KMU	Ansprechpartner	Telefonnummer
Sartorius Weighing Tech. GmbH		Christoph RÜling	+ 49.551.308.1107
SOLVIS GmbH & Co. KG	x	Claas Rühling	+ 49.531.289.04.637
b+d Laserworking GmbH	x	Udo Parbs	+ 49.5131.4923.54
Grean GmbH	x	Tobias Heinen	+ 49.511.762.18290
LP-Montagetechnik GmbH	x	Edwin Lotter	+ 49.9131.9992.285
A. Schlüter Maschinenbau GmbH	x	Andreas Schlüter	+ 49.5021.6000.600
Brand GmbH & Co. KG		Dirk Swiniartzki	+ 49.9342.808.1360
Schub's Antriebstechnik GmbH	x	Axel Schulz	+ 49.5151.95.700
Alcoa Inc.		Dr. Arne Rosberg	+ 49.511.42075.492

Die Linde Ladenbau GmbH & Co. KG, die ursprünglich als Mitglied des Projektbegleitenden Ausschusses eingeplant war, konnte leider nicht an dem Vorhaben teilhaben. Stattdessen beteiligte sich die Fa. Alcoa Inc. phasenweise am Projekt. Aufgrund interner Kapazitätsengpässe musste das Unternehmen A. Schlüter Maschinenbau GmbH die Teilnahme am Projekt leider ebenfalls vorzeitig beenden. Auch Alcoa und SOLVIS beteiligten sich mit geringerem Umfang als ursprünglich geplant.

Insgesamt ist festzustellen, dass das Ziel der Maßnahme erreicht wurde.

### **Weiterführung des Industriearbeitskreises Anlaufmanagement**

Neben dem PA wurde versucht, den ehemaligen Industriearbeitskreis zum Anlaufmanagement zu reaktivieren. Ziel dieser Maßnahme war, den Kreis der beteiligten Unternehmen zu vergrößern, um zum einen fundiertere Ergebnisse durch Diskussion der Zwischenergebnisse mit mehreren Unternehmen zu erhalten und zum anderen eine breitere Basis für den Erkenntnistransfer zu schaffen. Dies ist leider nicht gelungen. Stattdessen wurden gezielt potenziell interessierte Unternehmen angesprochen, um deren Erfahrungen und Kenntnisse mit in das Forschungsprojekt zu integrieren.

Im Rahmen des Projektes erfolgten folgende Aktivitäten zu dieser Maßnahme:

- Gespräch zum Thema Anlaufmanagement bei Automobilisten sowie Diskussion typischer Probleme im Anlauf mit Herrn Müller bei der Audi AG (18.11.2013)
- Gespräch zum Thema Anlaufmanagement sowie der Mitarbeiterqualifikation mit Herrn Pautsch bei der VW AG (05.06.2014)
- Im August startete im Rahmen einer Diplomarbeit eine Kooperation zwischen dem IFA und der Daimler AG mit dem Ziel der Konzeption und Erstellung eines Planspiels zur Vermittlung der Rollen und Aufgaben im Anlaufmanagement der Daimler Werke. Hier sollen die Ergebnisse des Forschungsprojekts aktiv miteingebracht werden

Das Ziel der Maßnahme wurde weitestgehend erreicht.

### **Präsentation und Diskussion der Ergebnisse auf Konferenzen, Messen, etc.**

Die Zielstellungen und Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden auf folgenden fachbezogenen, industrienahen Konferenzen präsentiert und diskutiert:

- 15th International Conference on Agile Manufacturing, Prag, Tschechische Republik
- 16th International Conference on Industrial Engineering, Kapstadt, Südafrika
- Geplant 2016: 28<sup>th</sup> B&ESI, Queenstown, Neuseeland (Abstract bereits akzeptiert)

Ziel dieser Maßnahmen war eine Intensivierung des Austausches mit der Wissenschaft und Wirtschaft über den Projektbegleitenden Ausschuss hinaus und die Vermittlung der Projektinhalte und -ergebnisse an eine breite Öffentlichkeit.

Das Ziel der Maßnahme wurde erreicht.

### **Publikationen in Fachzeitschriften**

Die erarbeiteten Forschungsergebnisse wurden zur weiteren Verbreitung in anerkannten und der Zielgruppe entsprechenden Zeitschriften publiziert. Folgende Publikationen erfolgten im Rahmen des Projekts:

- Ramp-Up Qualification: Simulation Game for Qualifying SMEs for Ramp-Ups of New Products, WASET 2013 – Proceedings of the World Academy of Science, Engineering and Technology, Prague, July 2013, Proceedings Vol. 79 pp. 385-387
- The Harada Method – A Method for Employee Development during Production Ramp-Up. In: waset.org (eds.): International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering 8 (11), Riverside, CT: International Scientific Committee, pp. 3294-3299

### **Geplant**

- Entwicklung eines didaktischen Konzepts zur Steigerung der Anlaufeffizienz, In: Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 110 (6), 2015
- RampUp Qualification – kybernetisches Planspiel zur Qualifizierung von Mitarbeitern im Anlauf, In: wt Werkstattstechnik 106 (4), 2016
- Development of a didactical concept for a cybernetic simulation game to increase ramp-up efficiency, in: Proceedings of "2016 Global Business & Economics Anthology", Conference of the Business & Economics Society International, Part I. Worcester, MA, USA: Business & Economics Society International

Der aktuelle Status der Veröffentlichungen entspricht nicht dem, der im Rahmen des Antrags zugesagt wurde. Wesentliche Ursache hierfür ist in der Tatsache zu sehen, dass erst das fertige Planspiel die Grundlage für wissenschaftlich anspruchsvolle Veröffentlichungen darstellt. Daher kommt es erst in den nächsten Monaten zu der Publikation der Ergebnisse (siehe oben). Mit diesen Maßnahmen kann das Ziel als erreicht betrachtet werden.

### **Integration der Ergebnisse in das institutseigene Seminarangebot**

Die Ergebnisse des Projekts werden aktuell in die Schulung „Montagesystemplanung“ integriert. Weiterhin wird eine halbtägige Schulung zum Thema „Anlaufmanagement“ angeboten. Um das Schulungskonzept weiter zu erproben, sind zunächst kostenfreie bzw. -günstige Veranstaltungstermine vorgesehen

Das Ziel der Maßnahme wurde erreicht.

### **Einarbeitung der Ergebnisse in die universitäre Lehre**

Das entwickelte Planspiel wird ein zentraler Bestandteil der Vorlesung „Produktionssystemgestaltung“. Ziel der Vorlesung „Produktionssystemgestaltung“ ist es, ein umfassendes Verständnis für die Planung und den Betrieb von Produktionssystemen zu schaffen. Die Vorlesung behandelt den

kompletten Lebenszyklus eines Produktionssystems vom Anlauf über den Betrieb bis hin zum Auslauf. Das Planspiel soll dabei insbesondere im Rahmen einer Übung Anwendung finden und so ein tiefergehendes Verständnis zum Thema Anlaufmanagement bei den Studierenden schaffen.

Das Ziel der Maßnahme wurde erreicht.



## **9. Durchführende Forschungsstelle**

Das Forschungsprojekt „RampUp Qualification – Simulationsspiel zur Qualifizierung von KMU für den Anlauf neuer Produkte“ wurde über die gesamte Laufzeit von der Forschungsstelle Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Universität Hannover bearbeitet. Verantwortlich für die Projektbearbeitung bei der Forschungsstelle war die Fachgruppe Produktionsgestaltung.

### **Forschungsstelle**

Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover  
Produktionstechnisches Zentrum Hannover (PZH)

An der Universität 2

D-30823 Garbsen

Tel.: +49 (0)511-762-2440

Fax: +49 (0)511-762-3814

E-Mail: [office@ifa.uni-hannover.de](mailto:office@ifa.uni-hannover.de)

<http://www.ifa.uni-hannover.de>

### **Leiter der Forschungsstelle**

Univ. Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

Geschäftsführender Leiter des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik

E-Mail: [nyhuis@ifa.uni-hannover.de](mailto:nyhuis@ifa.uni-hannover.de)

### **Projektbearbeiter**

Matthias Görke, M.Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Tel.: +49 (0)511-762-18181

E-Mail: [goerke@ifa.uni-hannover.de](mailto:goerke@ifa.uni-hannover.de)

## **10. Förderhinweis**

Das IGF-Vorhaben 17697 N der Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik e.V. – BVL, Schlachte 31, 28195 Bremen wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Für die Förderung sei an dieser Stelle gedankt.

## 11. Literaturverzeichnis

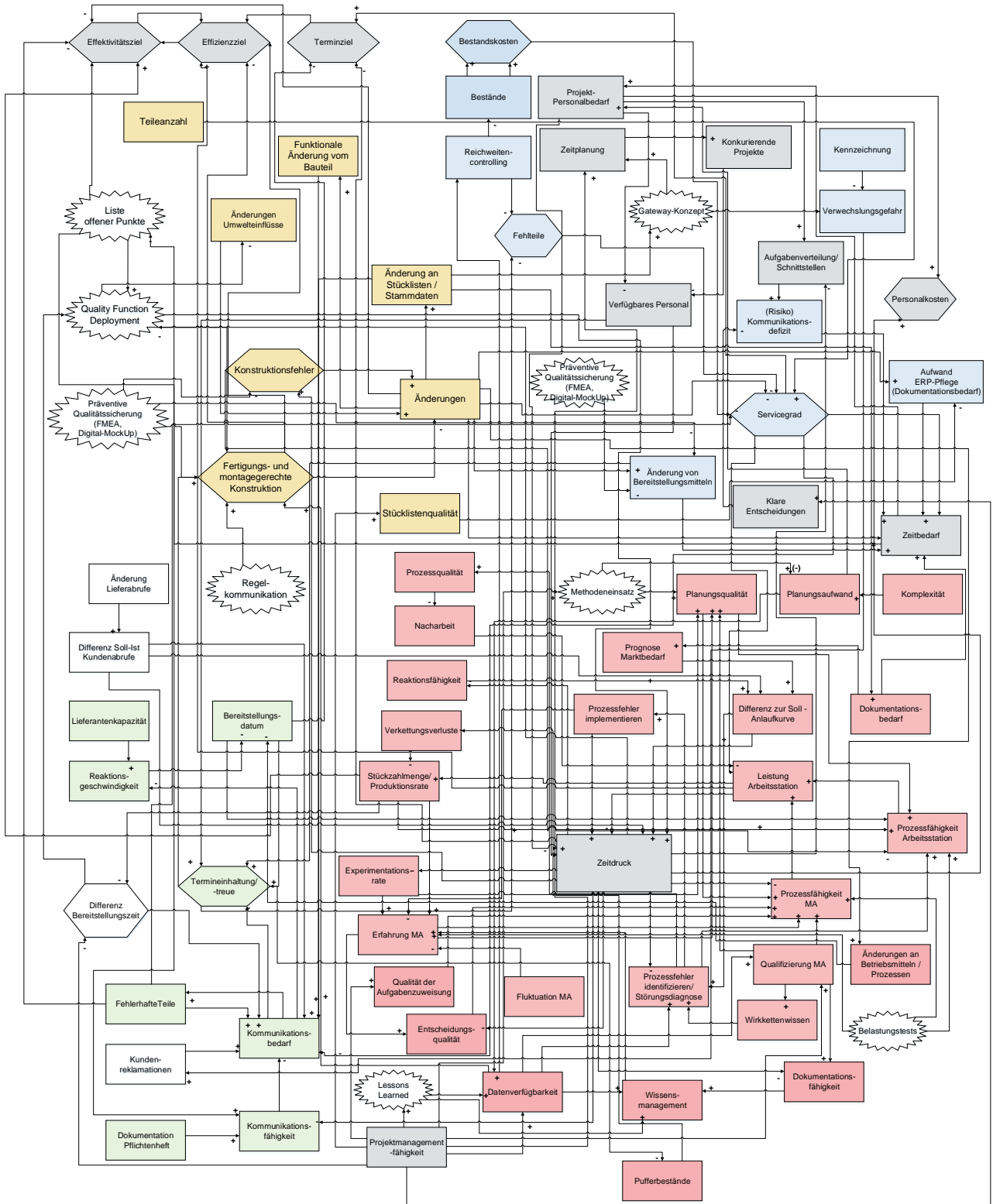
- [Ahlert 1996] Ahlert, D. (Hrsg.): Distributionspolitik: Das Management des Absatzkanals. 1. Auflage. Springer Verlag, 1996
- [Alpan 2010] Alpan, G.: Modelling and Analysis Methods to Improve Industrial Performance. Institut polytechnique de Grenoble, Grenoble, 2010. Online verfügbar unter <http://pagesperso.g-scop.grenoble-inp.fr/~gaujalg/HDR.pdf>
- [Balzert 1996] Balzert, H.: Lehrbuch der Software-Technik: Software-Entwicklung. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1996
- [Bloech 2007] Bloech, J. (Hrsg.): Einführung in die Produktion. 5., überarbeitete Auflage. Springer Verlag, Heidelberg, 2007
- [Bonz 2009] Bonz, B.: Didaktik und Methodik der Berufsbildung. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 2009
- [Cube 1968] Cube, F. v.: Kybernetische Grundlagen des Lernens und Lehrens. 2., neu bearbeitete Auflage. Klett, Stuttgart, 1968
- [Dolch 1971] Dolch, J.: Grundbegriffe der pädagogischen Fachsprache. 8. Auflage. Ehrenwirth, München, 1971
- [Dyckhoff 2012] Dyckhoff, H.; Müser, M.; Renner, T.: Ansätze einer Produktionstheorie des Serienanlaufs: Übersicht und ein Basismodell. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft 82 (12), 2012, S. 1427–1456
- [Fitzek 2005] Fitzek, D.: Anlaufmanagement in interorganisationalen Netzwerken: Eine empirische Analyse von Erfolgsdeterminanten in der Automobilindustrie. Universität St. Gallen, St. Gallen, 2005
- [Fleischer 2003] Fleischer, J.; Spath, D.; Lanza, G.: Qualitätssimulation im Serienanlauf: Vorbestimmte Qualitätsfähigkeitskurven von Elementarprozessen. In: wt Werkstattstechnik online 93 (1/2), 2003, S. 50–54
- [Gentner 1994] Gentner, A.: Entwurf eines Kennzahlensystems zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung von Entwicklungsprojekten. Dissertation. Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen, 1994
- [Graupner 2006] Graupner, T.-D.: Virtuelle Inbetriebnahme mit Werkzeugen der Digitalen Fabrik. In: Tagungsband Fachtagung Ramp-Up: Anlaufmanagement in der Automobilproduktion. Leipzig, 2006
- [Gudehus 2010] Gudehus, T. (Hrsg.): Vertrieb, Logistik, Einkauf. 4. aktualisierte Auflage. Springer Verlag, Hamburg, 2010
- [Hanke 2005] Hanke, U.: Evaluieren von Weiterbildung: Theoretische Grundlagen und praktische Vorschläge. Kovač, Hamburg, 2005
- [Hasselhorn 2013] Hasselhorn, M.; Gold, A.: Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Kohlhammer, Stuttgart, 2013
- [Heins 2006] Heins, M.; Winkler, H.; Nyhuis, P.: Prognosis-Based Ramp-Up Management by Modeling Cause–Effect Relationships Integrated in the Product Life-Cycle. In: Gu, P. et al. (eds.): Proceedings of the 16th CIRP International Design Seminar, pp. 677–684

- [Heins 2010] Heins, M.: Anlauffähigkeit von Montagesystemen. Dissertation. Produktionstechnisches Zentrum Hannover, Garbsen, 2010
- [Hennig 1928] Hennig, K. W. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre der Industrie. Julius von Springer Verlag, Berlin, 1928
- [Huosein 2002] Huosein, G.; Lin, B.; Wiesinger, G.: Der Mitarbeiter im Fokus des Produktionsanlaufes. In: wt Werkstattstechnik online 92 (10), 2002, S. 509–5013
- [Jank 2002] Jank, W.; Meyer, H.: Didaktische Modelle. 5., völlig überarbeitete Auflage. Cornelsen-Scriptor, Berlin, 2002
- [Jürging 2008] Jürging, J.: Systemdynamische Analyse des Serienanlaufs in der Automobilindustrie. Dissertation. Kovač, Hamburg, 2008
- [Kern 2003] Kern, M.: Planspiele im Internet: Netzbasierte Lernarrangements zur Vermittlung betriebswirtschaftlicher Kompetenz. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2003
- [Kersten 2005] Kersten, W.; Schröder, K.; Zink, T: Wissensmanagement zur Optimierung von Produktionsanläufen. In: Wildemann, H. (Hrsg.): Synchronisation von Produktentwicklung und Produktionsprozess. TCW-Verlag, München, 2005
- [Krcmar 2005] Krcmar, H. (Hrsg.); Hauke, R.; Baume, M.: Kategorisierung von Planspielen: Entwicklung eines übergreifenden Strukturschemas zur Einordnung und Abgrenzung von Planspielen. Arbeitspapier. Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, Technische Universität München, München, 2005
- [Kuhn 2002] Kuhn, A.: Schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten: Ergebnisbericht der Untersuchung: fast ramp-up. Lehrstuhl für Fabrikorganisation, Universität Dortmund, Dortmund, 2002
- [Laick 2003] Laick, T.: Hochlaufmanagement: Sicherer Produktionshochlauf durch zielorientierte Gestaltung und Lenkung des Produktionsprozesssystems. Lehrstuhl für Fertigungstechnik und Betriebsorganisation, Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2003
- [Lanza 2005] Lanza, G.: Simulationsbasierte Anlaufunterstützung auf Basis der Qualitätsfähigkeiten von Produktionsprozessen. Dissertation. wbk Institut für Produktionstechnik, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, 2005
- [Lanza 2011] Lanza, G.; Ertel, A.: Ressourceneffizienz im Produktionsanlauf: Personalbedarfsplanung mittels einer kombiniert heuristischen und simulativen Planungsmethode. In: wt Werkstattstechnik online 101 (9), 2011, S. 606–610
- [Lühring 2012] Lühring, N.: Koordination von Innovationsprojekten. GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2012
- [Macharzina 2012] Macharzina, K.; Wolf, J.: Unternehmensführung: Das internationale Managementwissen: Konzepte - Methoden - Praxis. Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2012
- [Meir n.a.] Meir, S.: Didaktischer Hintergrund: Lerntheorien. Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen. Online verfügbar unter [http://lehrerfortbildung-bw.de/moodle-info/schule/einfuehrung/material/2\\_meir\\_9-19.pdf](http://lehrerfortbildung-bw.de/moodle-info/schule/einfuehrung/material/2_meir_9-19.pdf)












- [Müller 2000] Müller, A.: Kybernetische-informationstheoretische Didaktik. Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, 2000. Online verfügbar unter <http://www.mightymueller.de/texte/pdf/kyberdid.pdf>
- [Nagel 2011] Nagel, J.: Risikoorientiertes Anlaufmanagement. Dissertation. Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2011
- [Opitz 2006] Opitz, A.; Müller, E.; Hildebrand, T.: Die optimale Anlaufkurve in der Serienfertigung. In: Zeitschrift für Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 101 (6), 2006, S. 356–359
- [Piaget 1974] Piaget, J.; Aebli, H.: Der Aufbau der Wirklichkeit beim Kinde. 1. Auflage. Klett, Stuttgart, 1974
- [Risse 2003] Risse, J.: Time-to-Market-Management in der Automobilindustrie: Ein Gestaltungsrahmen für ein logistikorientiertes Anlaufmanagement. Dissertation. Technische Universität Berlin, Berlin, 2002
- [Renner 2012] Renner, T.: Performance-Management im Produktionsanlauf. Dissertation. Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aachen, 2012. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=urn:nbn:de:hbz:82-opus-39298>
- [Romberg 2005] Romberg, A.; Haas, M.: Der Anlaufmanager: Effizient arbeiten mit Führungssystem und Workflow. Log\_X Verlag, Stuttgart, 2005
- [Schmahls 1999] Schmahls, T.: Produktionsanlaufcontrolling. In: Produktion: Innovation durch Technik und Organisation. VDI-Verlag, Düsseldorf, 1999, S. 159–174
- [Schönmann 2012] Schönmann, S. (Hrsg.): Grundlagen der Produktentwicklung in der Automobilindustrie. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2012
- [Schuh 2004] Schuh, G.; Franzkoch, B.: Fast Ramp-Up: Anlaufstrategien, Deviationsmanagement und Wissensmanagement für den Anlauf. In: Zeit gewinnen durch flexible Strukturen. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2004, S. 69–79
- [Schuh 2005] Schuh, G.; Desoi, J.-C.; Tücks, G.: Holistic Approach for Production Ramp-Up in Automotive Industry. In: Bramley, A. et al. (eds.): Advances in Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2005, pp. 255–268
- [Schuh 2008] Schuh, G. (Hrsg.): Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen: Ein Leitfaden für die Praxis. Springer Verlag, Berlin, 2008
- [Seeck 2010] Seeck, S.: Erfolgsfaktor Logistik: Klassische Fehler erkennen und vermeiden. 1. Auflage. Gabler Verlag, Wiesbaden, 2010
- [Seel 2015] Seel, N. M.; Hanke, U.: Erziehungswissenschaft: Lehrbuch für Bachelor-, Master- und Lehramtsstudierende. Springer, Berlin Heidelberg, 2015
- [Specht 2002] Specht, G.; Beckmann, C.; Amelingmeyer, J.: F&E-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Schäffer-Poeschel, Stuttgart, 2002
- [Vester 2004] Vester, F.: Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität: ein Bericht an den Club of Rome. 4. Auflage. Dt. Taschenbuch-Verlag, München, 2004

- [Vester 2006] Vester, F.: Denken, Lernen, Vergessen: Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann lässt es uns im Stich. 31. Auflage. Dt. Taschenbuch-Verlag, München, 2006
- [Vogt 2007] Vogt, K.; Hechenleitner, A.: Theorien des Lernens: Folgerungen für das Lehren. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München, München, 2007
- [Voigt 2005] Voigt, K.-I.; Thiel, M.: Fast Ramp-Up: Handlungs- und Forschungsfeld für Innovations- und Produktionsmanagement. In: Wildemann, H. (Hrsg.): Synchronisation von Produktentwicklung und Produktionsprozess: Produktreife - Produktneuanläufe - Produktionsauslauf. München, 2005, S. 9–39
- [Wangenheim 1998] Wangenheim, S. v.: Planung und Steuerung des Serienanlaufs komplexer Produkte: Dargestellt am Beispiel der Automobilindustrie. Peter Lang, Frankfurt am Main, 1998
- [Wiendahl 2007] Wiendahl, H.-P.; ElMaraghy, H.; Nyhuis, P.; Zäh, M. F. et al.: Changeable Manufacturing: Classification, Design and Operation. Annals of the CIRP 56 (2), 2007, S. 783–809
- [Wildemann 2004] Wildemann, H.: Präventive Handlungsstrategien für den Produktionsanlauf. In: Industrie Management 20 (4), 2004, S. 17–20
- [Wildemann 2013] Wildemann, H.: Anlaufmanagement: Leitfaden zur Optimierung der Anlaufphase von Produkten, Anlagen und Dienstleistungen. 12. Auflage. TCW Transfer-Centrum, München, 2013
- [Winkler 2007] Winkler, H.: Modellierung vernetzter Wirkbeziehungen im Produktionsanlauf. Dissertation. Produktionstechnisches Zentrum Hannover, Garbsen, 2007
- [Wojanowski 2008] Wojanowski, R.; Schenk, M.: Das maßgeschneiderte Planspiel: The tailored business game. In: Blötz, U.: Planspiele in der beruflichen Bildung: Auswahl, Konzepte, Lernarrangements, Erfahrungen. 4. Auflage. W. Bertelsmann, Bonn, 2008
- [Zeugträger 1998] Zeugträger, K.: Anlaufmanagement für Großanlagen. Dissertation. VDI Verlag, Düsseldorf, 1998

### 12. Anhang



**Legende**

- |   |                              |   |                   |   |                                  |   |             |   |                             |
|---|------------------------------|---|-------------------|---|----------------------------------|---|-------------|---|-----------------------------|
|  | Kenngröße                    |  | kausale Beziehung |  | Produktion / Arbeitsvorbereitung |  | Einkauf     |  | Vertrieb                    |
|  | Anlaufunterstützende Methode |  | Wirkrichtung      |  | Logistik                         |  | Entwicklung |  | Allgemein gültige Kenngröße |
|  | Anlaufzielgröße              |   |                   |   |                                  |   |             |   |                             |