

Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V.

---

AiF-Forschungsvereinigung (FV)

15523N

---

Aktenzeichen der FV

IGF-Vorhaben-Nr:

IGF-Antrags-Nr.: /

Blatt-Nr./BA-Nr.: /

(wird von der AiF eingesetzt)

## **SCHLUSSBERICHT**

**Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung**

**- Normalverfahren -**

**Kurztitel:   Geregelte Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien (GOAL)**

**Thema:       Entwicklung eines internetbasierten Leitfadens zur Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien und -zielen**

Forschungsstelle: *IPH* – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH

Hollerithallee 6

30419 Hannover

Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens,

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

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer,

Dr.-Ing. Dipl.-Oec. Rouven Nickel

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Zusammenfassung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung.....</b>	<b>3</b>
2.1 Anlass für den Forschungsantrag .....	3
<b>3 Gegenüberstellung angestrebter Teilziele und erzielter Ergebnisse .....</b>	<b>5</b>
3.1 Forschungsziel.....	5
<b>4 Darstellung der erzielten Ergebnisse .....</b>	<b>8</b>
4.1 Arbeitspaket 1: Analyse von Logistikstrategien und Identifizierung von Logistikzielen .....	8
4.2 Arbeitspaket 2: Zuordnung und Korrelationsanalyse für Logistikziele und Kennzahlen.....	15
4.3 Arbeitspaket 3: Zuordnung und Korrelationsanalyse für Kennzahlen und Fabrikelemente .....	22
4.4 Arbeitspaket 4: Zuordnung von Werkzeugen und Methoden zu Fabrikelementen sowie Erstellung eines KMU-gerechten Werkzeugkastens	25
4.5 Arbeitspaket 5: Entwicklung eines kennzahlenbasierten Logistik-Controllings (Regelkreis) .....	29
4.6 Arbeitspaket 6: Erstellung eines softwarebasierten Leitfadens.....	32
4.7 Arbeitspaket 7: Verifizierung, Dokumentation und Publikation der Ergebnisse .....	39
<b>5 Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (KMU).....</b>	<b>42</b>
5.1 Innovativer Beitrag der angestrebten Forschungsergebnisse.....	42
5.2 Voraussichtliche Nutzung der angestrebten Forschungsergebnisse .....	43
5.3 Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit klein- und mittelständischer Unternehmen.....	44
<b>6 Umsetzung der Forschungsergebnisse .....</b>	<b>45</b>
<b>7 Durchführende Forschungsstelle.....</b>	<b>51</b>
7.1 Leiter der Forschungsstelle.....	51
7.2 Projektleiter .....	52
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>

---

**Abbildungsverzeichnis ..... IX**

**Tabellenverzeichnis ..... X**

**Symbolverzeichnis ..... XI**

## 1 Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „GOAL“ (Geregelte Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien) wurde ein in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) anwendbarer Leitfaden zur Verfolgung und Einhaltung von Logistikstrategien entwickelt. Durch den Einsatz des Leitfadens werden Unternehmen in die Lage versetzt, ihre strategischen logistischen Vorgaben über anforderungsgerechte Kennzahlen zu überwachen und daraus Maßnahmen auf operativer Ebene abzuleiten. Der Leitfaden ist in jedem KMU einsetzbar, unabhängig davon, welche Logistikstrategie verfolgt wird.

Die entwickelte Methode innerhalb des Leitfadens beginnt bei der Auswahl einer Ausrichtung der Funktionalstrategie für die Produktionslogistik. Mit verschiedenen Ausrichtungsmöglichkeiten sind produktionslogistische Ziele (z. B. niedriger Bestand) verbunden. Die Ziele sind mit so genannten Spitzen- und Diagnosekennzahlen sowie Fabrikelementen verbunden, die in einem umfangreichen Kennzahlenkatalog beschrieben sind. In Verbindung mit den Kennzahlen stehen Methoden, die zur Maßnahmenableitung gegen eine Störung einer Kennzahl dienen. Diese Methoden sind in einem Methodenkatalog beschrieben. Die Kennzahlen und Methoden sind durch den Aufbau eines Ursache-Wirkungsbaums in einen methodischen Zusammenhang und Ablauf gebracht. Dieser methodische Ablauf dient im Projektergebnis, dem Leitfaden, zur Verfolgung und Einhaltung von Logistikstrategien. Der Leitfaden ist im Sinne eines Logistik-Controlling-Regelkreises in einem Software-Demonstrator umgesetzt.

Die entwickelte Methode und die dazugehörigen Bestandteile (Fabrikelemente, Kennzahlen, Methoden) sollen sicherstellen, dass Unternehmen Handlungsbedarf bei der Verfolgung einer gewählten Logistikstrategie rechtzeitig erkennen und sich der Ursache-Wirkungszusammenhänge produktionslogistischer Kennzahlen bewusst werden, die im Zusammenhang mit der Logistikstrategie stehen.

**Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.**

Das Projekt "GOAL – geregelte Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien" (IGF-Nr. N15523) wurde mit Mitteln aus dem Haushalt des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" (AiF) e. V. im Auftrag der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. für die Projektlaufzeit vom 01.02.2008 bis 30.11.2009 gefördert. Für diese Förderung und Unterstützung sei gedankt.

## 2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

### 2.1 Anlass für den Forschungsantrag

Die Logistik entwickelt sich immer mehr zu einem strategischen Instrument der Unternehmensführung. Sie stellt neben dem Produkt- und Prozess-Know-How einen gleichberechtigten Schlüsselfaktor für die Wettbewerbsfähigkeit von produzierenden Unternehmen dar. Ihre Bedeutung wird sich in Zukunft durch vermehrte Bildung von Wertschöpfungsnetzwerken noch verstärken, besonders gilt dies für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) [Cie05], die immer selbstverständlicher global agieren müssen.

KMU richten ihre Unternehmensaktivitäten im Gegensatz zu Großunternehmen eher kurz- bis mittelfristig aus [Fel91]. Das bedeutet, dass keine ausgeprägte, langfristige Unternehmensplanung durchgeführt wird und kaum Logistikstrategien entwickelt werden. Nach PFOHL [Pfo06] existiert zwar in der Regel eine klare Vorstellung über die Ziele der Logistik, die Umsetzung in einer ganzheitlichen Logistikstrategie erfolgt aber nur selten. Weiterhin wird der strategischen Planung häufig der Vorwurf gemacht, sie erzeuge lediglich „strategische Wolken“, ohne konsequent die entwickelten Strategien umzusetzen [Arn08].

Der Hauptgrund für die zögerliche Planung im Bereich der Logistik und die bisher noch mangelhafte Gestaltung der Logistiksysteme liegt in der relativ geringen Logistikkompetenz in KMU [Dür01]. Verstärkt wird dieser Effekt durch die geringe Nutzung von Weiterbildungsmaßnahmen zu Themen der Logistik. Aus diesen Gründen sind die Erfahrungen im Umgang mit Hilfsmitteln für die Unterstützung von Prozessverbesserungen zur Ausschöpfung logistischer Potenziale oder zur Unterstützung des Logistik-Controllings sehr gering [Vog04].

Außerdem existieren in KMU selten eigenständige Organisationseinheiten, die sich mit der strategischen Logistikplanung und -gestaltung befassen, sodass eine hohe Aufgabenintegration bei den Mitarbeitern entsteht [Fel91]. Die Folge ist eine Priorisierung der Tätigkeiten, die sich mit dem unmittelbaren Produktionsprozess beschäftigen, und eine Vernachlässigung der als sekundär eingestufteten Aufgaben der Logistik [Dür01]. Die Potenziale logistischer Prozessverbesserungen können so, trotz vorhandener Logistikkonzepte, oftmals nicht realisiert werden. Dabei besteht in der

Literatur keine Einigkeit darüber, ob der Aufbau einer Logistikabteilung Voraussetzung zur Realisierung eines erfolgreichen Logistikkonzepts ist [Dür01, Fel91]. Der trotz guter Angebote - z. B. durch die BVL-Logistikakademie - geringe Wissenstransfer in KMU, z. B. hinsichtlich der Herangehensweisen, der angewandten Methoden und Vorgehensweisen in Richtung von „Train the Trainer“-Maßnahmen, verhindert, dass KMU entsprechende Kompetenzen aufbauen.

Aufgrund des beschriebenen Mangels an eigenen Kompetenzen und Kapazitäten im Bereich der Logistik sind KMU auf die Hilfe von externer Unterstützung (Berater) angewiesen. Der Einsatz von Beratern ist jedoch meist sehr kostenintensiv, so dass viele KMU der externen Unterstützung eher misstrauisch gegenüber stehen. Die Folge ist, dass KMU bei weiteren Problemstellungen oder zusätzlichen Prozessverbesserungen nicht selbstständig die notwendigen Methoden auswählen und anwenden können und letztlich doch von der Nutzung externer Kompetenzen abhängig bleiben. Ziel dieses Projektes war deshalb die Entwicklung eines Leitfadens, der KMU befähigt, eigenständig Logistikstrategien zu definieren, daraus umsetzbare Ziele abzuleiten und Methoden und Werkzeuge zur Umsetzung empfohlen zu bekommen. Auf dieser Grundlage können KMU abwägen, ob sie die Maßnahmen intern oder mit externer Unterstützung umsetzen wollen. Sie gewinnen gegenüber Beratern die Sicherheit, von einem unabhängigen System Maßnahmenvorschläge erhalten zu haben.

### **3 Gegenüberstellung angestrebter Teilziele und erzielter Ergebnisse**

#### **3.1 Forschungsziel**

Das Ziel des Forschungsprojektes war die Entwicklung eines internetbasierten Leitfadens zur Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien und -zielen. Die Methode wurde in einem softwaretechnischen Demonstrator umgesetzt und dokumentiert. Durch den Einsatz dieser Methode sollen Unternehmen in die Lage versetzt werden, ihre Logistikstrategie in der Produktionslogistik einfach und kontinuierlich entsprechend wechselnder unternehmensexterner und -interner Einflüsse zu verfolgen. Die Methode soll in jedem KMU einsetzbar sein, unabhängig davon, was das Unternehmen produziert.

Die entwickelte Methode und die dazugehörigen Bestandteile (Fabrikelemente, Kennzahlen, Methoden) sollen sicherstellen, dass Unternehmen Handlungsbedarf bei der Verfolgung einer gewählten Logistikstrategie rechtzeitig erkennen und sich der Ursache-Wirkungszusammenhänge produktionslogistischer Kennzahlen bewusst werden, die im Zusammenhang mit der Logistikstrategie stehen.

Das angestrebte Gesamtziel gliedert sich in 6 Teilziele (Abbildung 1), die nachfolgend erläutert werden.

Das erste Teilziel war ausgehend von Logistikstrategien die Identifizierung von Logistikzielen. Durch die Verbindung des Zielsystems der Produktionslogistik nach WIENDAHL und NYHUIS mit der Theorie von PORTER konnten drei Strategien (z. B. Differenzierung nach der Durchlaufzeit), die in der Produktionslogistik verfolgt werden können, und vier Logistikziele (z. B. niedriger Bestand) identifiziert werden (siehe Arbeitspaket 1).

Das zweite Teilziel, die Identifizierung von Kennzahlen und deren Zuordnung zu den Logistikzielen, wurde durch die Entwicklung eines Ursache-Wirkungsbaums erreicht. Die identifizierten Kennzahlen wurden in Spitzen- und Diagnosekennzahlen unterteilt. Die Spitzenkennzahlen (Durchlaufzeit, Bestand, Auslastung, Termintreue) sind den Logistikzielen zugeordnet. Durch die baumartige Verknüpfung der Diagnosekennzahlen unterhalb der Spitzenkennzahlen ist der Einfluss der Diagnosekennzahlen auf die Logistikziele ersichtlich (siehe Arbeitspaket 2).

Ergebnis des dritten Teilziels ist der Kennzahlenkatalog, in dem den Kennzahlen die in Arbeitspaket 3 identifizierten Fabrikelemente zugeordnet sind. Die Fabrikelemente geben dem Nutzer des Leitfadens die Möglichkeit eine auf Bereiche bezogene Perspektive einzunehmen. So können z. B. die Kennzahlen aller Fertigungseinrichtungen oder der Qualitätssicherung unabhängig vom Produkt überwacht und analysiert werden. Die Lokalisierung von Veränderungen in diesen Bereichen ist die Hauptaufgabe der Fabrikelemente.

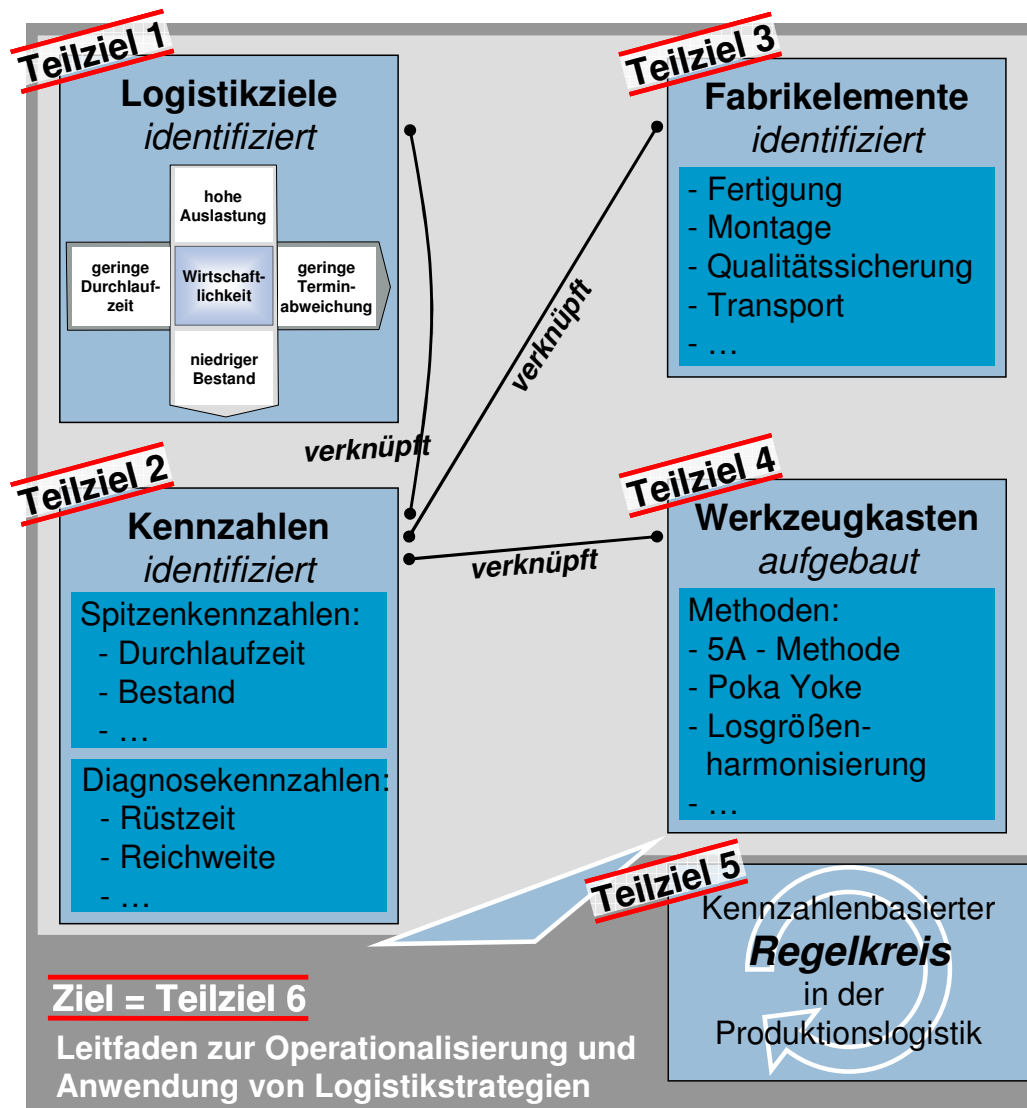


Abbildung 1: Teilziele des Projektes

Der Aufbau eines so genannten Werkzeugkastens, der bei der Einleitung eines Verbesserungsprozesses unterstützt, war das vierte Teilziel. Dieser Werkzeugkasten stellt eine systematische Sammlung für KMU bewerteter Methoden (z. B. 5A-Methode, Losgrößenoptimierung) dar. Damit Unternehmen fundiert entscheiden können, wie sie einem identifizierten Änderungsbedarf nachkommen wollen, sind die

Methoden bezüglich KMU-relevanter Kriterien (Qualifikation, Planungsaufwand, Durchführungsaufwand, Wirkung) bewertet. Die Methoden sind im Ursache-Wirkungsbaum und im Software-Demonstrator über logistische Kennzahlen verknüpft. Diese Vorgehensweise wurde anstelle der im Antrag vorgesehenen Verknüpfung mit Fabrikelementen gewählt (siehe Arbeitspaket 4).

Teilziel fünf war der Aufbau eines kennzahlenbasierten Logistik-Controllings. Durch die Festlegung von Soll-Werten für die Spitzenkennzahlen kann die Zielerreichung stetig kontrolliert werden. Über den im Projekt erstellten Ursache-Wirkungsbaum mit Kennzahlen und die mit dem Baum verknüpften Methoden wird der Nutzer durch den Leitfaden geführt. Der gewählte regelkreisbasierte Methodenansatz gewährleistet, dass durch Maßnahmeneinleitung regelmäßig auf Veränderungen reagiert wird. Geeignete Maßnahmen werden auf Grundlage von im Leitfaden vorgeschlagenen Methoden eingeleitet (siehe Arbeitspaket 5).

Das in der Entstehung eines Leitfadens bestehende Teilziel 6 wurde in seiner Ausgestaltung auf Anregung des Projektbegleitenden Ausschuss angepasst. Aufgrund der Anforderung unternehmensinterne Daten eingeben und speichern zu können, hat sich die direkte Nutzung im öffentlich zugänglichen Internet nicht bewährt. Dennoch sind alle Bestandteile des Leitfadens (Software-Demonstrator, Anleitung, Kataloge) auf dem Internet-Portal des Projekts zu beziehen und können mit kostenloser Software (Java, MySQL) betrieben werden. Der Software-Demonstrator kann durch den Anwender mit grafischer Benutzeroberfläche angepasst und erweitert werden.

Im dynamischen Leitfaden (Software-Demonstrator) werden der Methoden- und Kennzahlenkatalog in den regelkreisbasierten Methodenansatz integriert. Die regelkreisbasierte Methode führt zur geregelten Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien.

## 4 Darstellung der erzielten Ergebnisse

### 4.1 Arbeitspaket 1: Analyse von Logistikstrategien und Identifizierung von Logistikzielen

***Anforderungen an den zu entwickelnden Leitfaden bzgl. seines Einsatzes in der Praxis in Zusammenarbeit mit Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses identifizieren und analysieren:***

Bei der Befragung des Projektbegleitenden Ausschusses (PA) wurde der Einsatz in der Praxis in mehreren Arbeitstreffen diskutiert und analysiert. Dabei wurden die Anforderungen an den Leitfaden anhand von Literaturrecherchen (z. B. [Web01]: Logistikcontrolling; Balanced Scorecard) und mit Hilfe der Unternehmensbefragung identifiziert. Die Unternehmensbefragung half bei der Detaillierung von Schwerpunkten des Leitfadens (z. B. Logistikleistung, Erklärungskomponente im Leitfaden). Mit der festgelegten Orientierung des Leitfadens an der Vorgehensweise der Balanced Scorecard (BSC) und den Chancen und Risiken der Anwendung der BSC in KMU konnten Randbedingungen und Anforderungen an das Ergebnis des Forschungsprojekts, den Leitfaden, konkretisiert werden:

- Der Leitfaden soll einfach bedienbar und übersichtlich gestaltet sein.
- Der Software-Demonstrator, in dem der Leitfaden umgesetzt wird, soll so konzipiert werden, dass er direkt im Unternehmen und nicht auf einem Webserver betrieben wird.
- Der Software-Demonstrator soll keine betriebsinternen Daten auf einer internetbasierten Anwendung speichern.
- Die Bestandteile der Methode (z. B. Kennzahlen, Logistikziele, Fabrikelemente) sind ausführlich im Leitfaden zu beschreiben und zu erklären.
- KMU sollen in der Lage sein, ohne ständige Hilfe eines externen Beraters Kennzahlen und Fabrikelemente zu erstellen, zu messen und zu steuern.

Der bedeutendste Unterschied zur BSC ist, dass GOAL für die Produktionslogistik konzipiert und vorkonfiguriert wird. Damit ersparen sich KMU aufwändige Schritte, die bei der Nutzung einer BSC notwendig wären. Im Folgenden wurde die BSC näher untersucht, um Anforderungen an das Ergebnis des Forschungsprojekts ableiten zu können.

## **Voraussetzungen für die Einführung einer BSC**

In Großunternehmen ist eine Dauer von 18 Monaten bis zur Entstehung einer BSC eher die Regel als die Ausnahme [Töp02]. Bei KMU sind Ursache-Wirkungs-Ketten einfacher zu erkennen, da das Tätigkeitsfeld schmäler als bei Großunternehmen ist. Des Weiteren sind diese zu ermittelnden Ketten kürzer, da weniger Organisationsteile/-hierarchien vorhanden sind. Deshalb wäre bei KMU zumindest theoretisch von einer weitaus schnelleren Umsetzung als in Großunternehmen auszugehen, soweit sich die Balanced Scorecard auf wenige Steuerungsgrößen beschränkt [Bac01]. Die Ursache-Wirkungs-Ketten und Steuergrößen sind in diesem Projekt bereits allgemein gültig vorkonfiguriert und sofort bei KMU einzusetzen.

In Großunternehmen sind oft 70 % der für die Balanced Scorecard erforderlichen Kennzahlen bei erstmaliger Entwicklung der Balanced Scorecard vorhanden. Die laufende Datenerhebung ist somit bereits im Controllingssystem vor der Umsetzung der Balanced Scorecard vorhanden [Pwc01]. Eine solche Quote kann bei KMU nicht vorausgesetzt werden, insbesondere wenn eine strategische Planung bisher weitgehend fehlt. Kennzahlen für die Prozessperspektive und die Mitarbeiter- sowie Steuerungsperspektive dürften oftmals fehlen. Je schlanker das bisherige Planungs- und Steuerungssystem ist, desto mehr Kennzahlen müssen definiert und anschließend kontinuierlich gepflegt werden [Töp02]. Z. T. soll die Erhebung von Kennzahlen durch Fragen zur qualitativen Beantwortung ersetzt werden.

### ***Für KMU relevante Logistikstrategien, ausgehend von der Unternehmensstrategie, ableiten:***

Nach PORTER lassen sich drei Unternehmensstrategien feststellen [Por80] (siehe Abbildung 2):

- **„Kostenführerschaft.** Ein Unternehmen, das die Strategie Kostenführerschaft wählt, versucht der Anbieter mit den niedrigsten Kosten der Leistungserbringung zu werden.“ [Por80]
- **„Differenzierung.** Wählt ein Unternehmen die Strategie Differenzierung, so versucht es in einer oder mehreren wichtigen Eigenschaften eine einzigartige Position zu erlangen.“ [Por80]

- **„Fokussierung“**. Bei der Strategie Fokussierung konzentriert sich das Unternehmen auf Schwerpunkte. Zum Beispiel kann ein begrenztes Wettbewerbsfeld innerhalb einer Branche gewählt werden. Das Unternehmen richtet sich optimal auf ein Segment oder eine Gruppe von Segmenten aus und kann sich hierdurch einen Wettbewerbsvorteil verschaffen.“ [Por80]

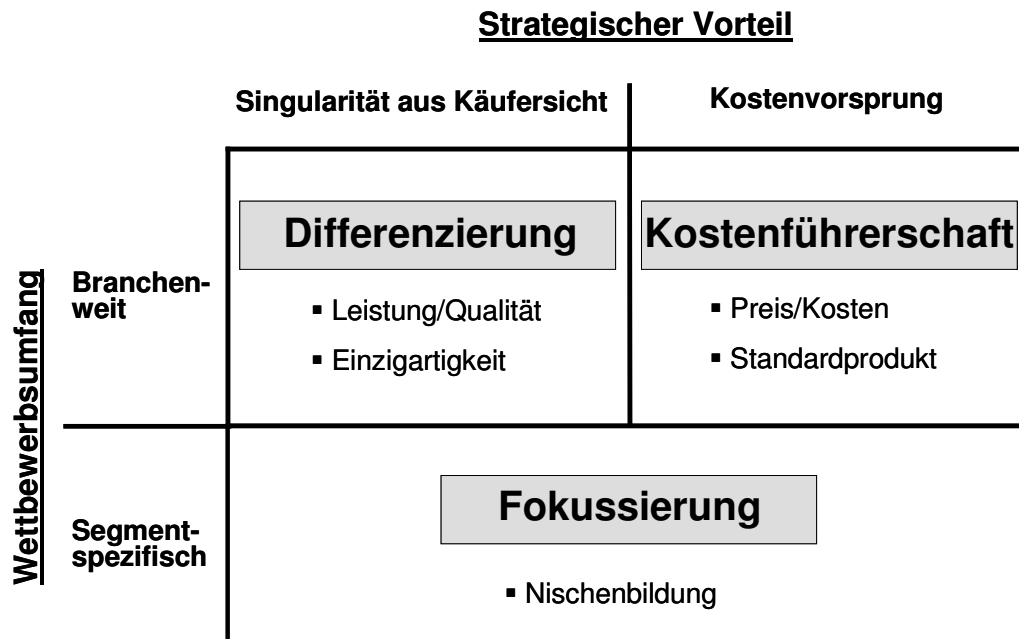
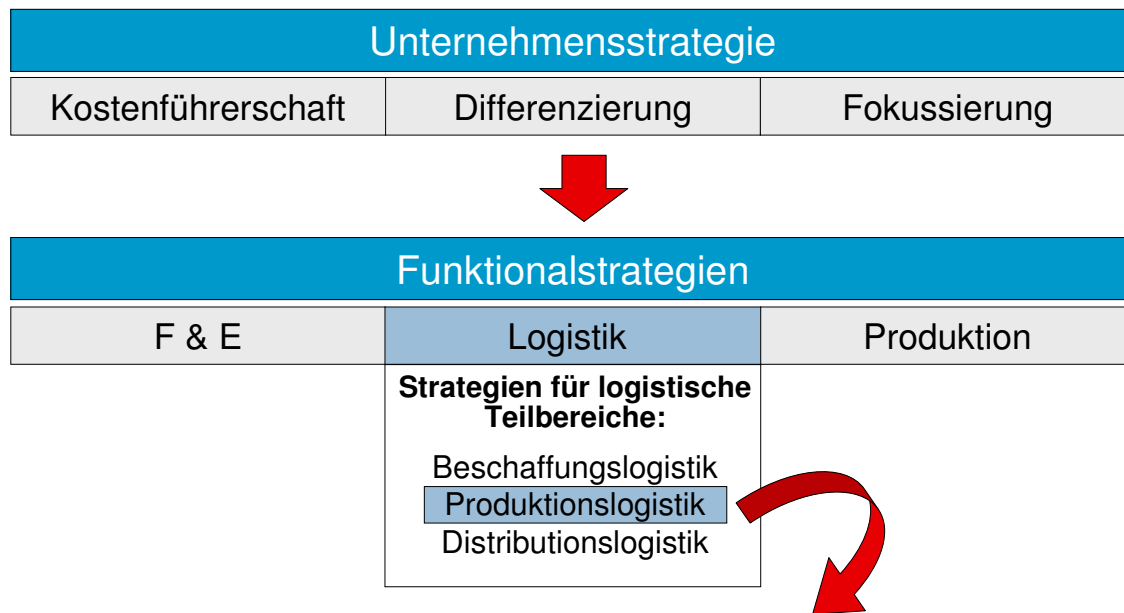


Abbildung 2: Wettbewerbsmatrix nach PORTER

Logistikstrategien sind Funktionalstrategien [Mül05]. Sie dienen vor allem der Umsetzung der Strategien des Gesamtunternehmens und der Geschäftsbereiche [Göt99] (siehe Abbildung 3).



### Logistikstrategie unterstützt die Gesamtstrategie

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Logistikstrategie und Unternehmensstrategie

Von der Logistikebene können aber auch Anregungen für die Gestaltung der Unternehmensstrategie ausgehen, wenn z. B. eine hohe Logistikkompetenz vorhanden ist und daraufhin erwogen wird, diese in einem neuen Geschäftsfeld mit entsprechenden Anforderungen zu nutzen [Web98].

PORTERS Strategie der Fokussierung kann der Logistik nicht zugeordnet werden. Bei einer Fokussierung der Logistik konzentriert sich ein Unternehmen auf Schwerpunkte wie zum Beispiel ein begrenztes Wettbewerbsfeld innerhalb einer Branche. Ein Beispiel ist die Konzentration auf logistische Anforderungen des Ersatzteilgeschäfts [Kum08]. Bei einer derartigen Strategie ist die Logistik jedoch eher als eigenständiges Geschäftsfeld und nicht als Funktionsbereich eines Unternehmens aufzufassen. Eine Differenzierung der Logistikstrategie nach den Grundprinzipien von PORTER ist also grundsätzlich möglich und wird auch von vielen Unternehmen, die eine Logistikstrategie formuliert haben, durchgeführt [Str05].

Aus den drei vorgestellten Unternehmensstrategien von PORTER wurden Logistikstrategien abgeleitet und mit Unternehmensvertretern diskutiert, um die Praxisrelevanz

abzusichern. Das Ergebnis ist eine Strategie der Kostenführerschaft in der Logistik sowie zwei Differenzierungsstrategien (Tabelle 1).

Tabelle 1: Logistikstrategie/Merkmal

Logistikstrategie	Merkmal
Kostenführerschaft	Kostenführer in der Logistik
Differenzierung 1	Hohe Termintreue
Differenzierung 2	Kurze Durchlaufzeit

**Logistikziele aus der einschlägigen Literatur sowie aus Befragungsergebnissen bei Unternehmen ableiten und Logistikstrategien zuordnen:**

Die Logistikziele orientieren sich an der Logistikstrategie und sollen dabei helfen, das strategische Unternehmensziel zu unterstützen [Web01].

Abbildung 4 zeigt einen von WIENDAHL im Forschungsprojekt „Logistik-Benchmarking für Produktionsunternehmen“ (IGF-Nr. 14902N) entwickelten Ansatz zur Einteilung der Logistikziele. Die *Logistikeffizienz* als Verhältnis von *Logistikleistung* und *Logistikkosten* kann als oberstes Ziel der Logistik angesehen werden [Arn08].

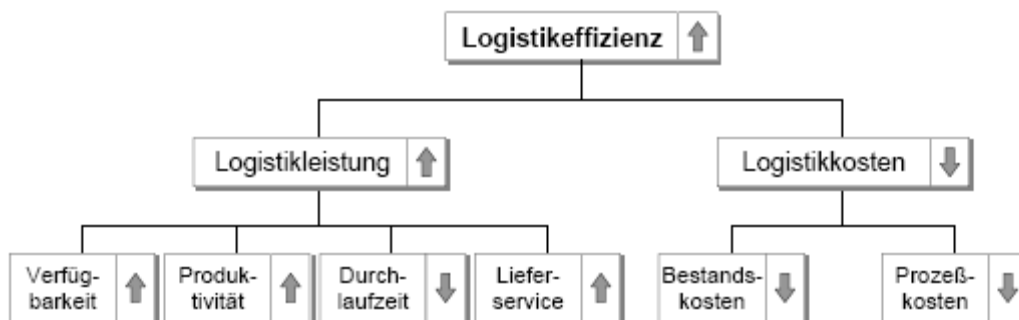


Abbildung 4: Logistikziele (in Anlehnung an [Luc04])

Ausgehend von den Modellen, die durch Abbildung 4 und Abbildung 5 repräsentiert werden, wurden die relevanten Logistikziele für das Projekt GOAL ausgewählt, die in Tabelle 2 zusammengefasst und priorisiert wurden. Anstelle der Verfügbarkeit und der Produktivität wurde das Ziel der hohen Auslastung gewählt.

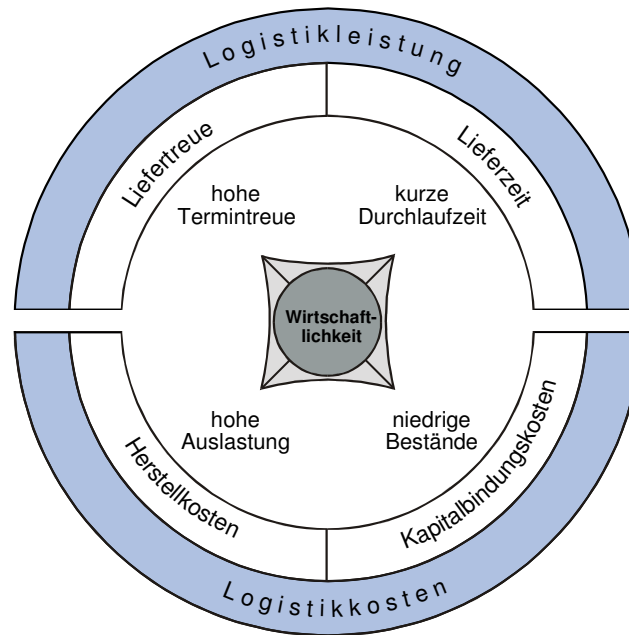


Abbildung 5: Zielsystem der Produktionslogistik

Die Priorisierung der Logistikziele zur Logistikstrategie erfolgte in einer mit dem Projektbegleitenden Ausschuss abgestimmten Matrix (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Zuordnung der Logistikstrategie zu den Zielen der Produktionslogistik

Logistikziele \ Logistikstrategie	hohe Auslastung	kurze Durchlaufzeit	geringe Bestände	geringe Prozesskosten	hohe Termintreue
Kostenführerschaft	X <sub>(1.)</sub>		X <sub>(2.)</sub>	X <sub>(3.)</sub>	
Differenzierung 1					X <sub>(1.)</sub>
Differenzierung 2		X <sub>(1.)</sub>			

**Legende:** (1.-3.) Priorisierung der Ziele durch die vier KMU des PA - 1. hoch 2. mittel 3. niedrig

Im Anschluss an diese Priorisierung entschied der PA, eine Fokussierung dieses Projektes lediglich auf die höher priorisierten, in Abbildung 5 genannten vier Ziele der Produktionslogistik vorzunehmen. Somit wurde das Ziel „Geringe Prozesskosten“ trotz Nennung aus den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen.

Bei der ersten Differenzierungsstrategie (**Differenzierung 1**) als Logistikstrategie wurde hohe Termintreue als Logistikziel für die Produktion ausgewählt. Als weitere Logistikstrategie wurde eine zweite Differenzierungsstrategie (**Differenzierung 2**) gewählt, welche das Ziel „kurze Durchlaufzeit“ gegenüber den Wettbewerbern hat. Die Strategie der **Kostenführerschaft** hat das Ziel durch eine hohe Auslastung (geringe Maschinenstillstände) und niedrige Bestände (niedrige Kapitalbindungskosten) für geringe Produktionskosten zu sorgen (siehe Abbildung 6).

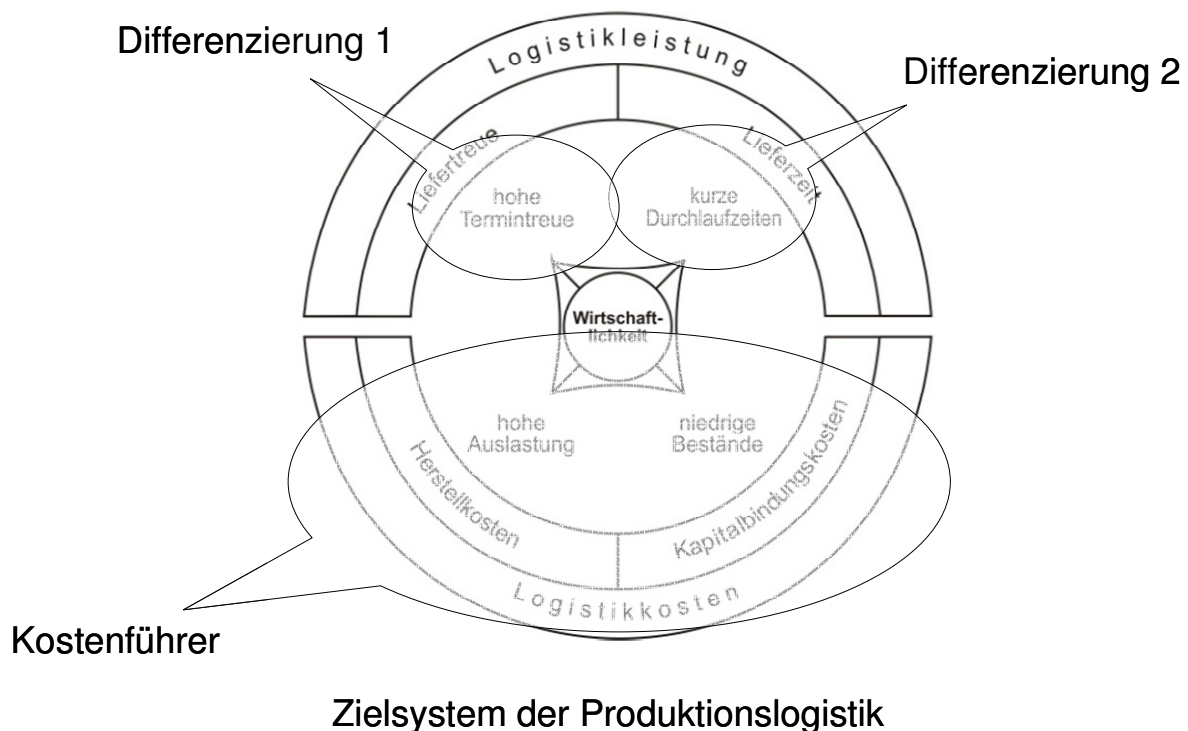


Abbildung 6: Logistikstrategien der Produktionslogistik

#### Ergebnisse:

- Anforderungen an den Leitfaden ✓
- Katalog mit relevanten Logistikstrategien und Logistikzielen ✓
- Zuordnung von Logistikzielen zu Logistikstrategien ✓
- EDV-technische Vorbereitung der Ergebnisse für die Programmierung des Leitfadens ✓

## **4.2 Arbeitspaket 2: Zuordnung und Korrelationsanalyse für Logistikziele und Kennzahlen**

### ***Die zu betrachtenden Kennzahlen systematisch auswählen:***

Die Auswahl und Konkretisierung der zu betrachtenden Kennzahlen besteht aus folgenden Prüfschritten, die alle erfüllt sein müssen:

1. Vorliegen einer eindeutigen (z. T. mathematischen) Beschreibung an definierten Messpunkten zur Erfassung,
2. Einfluss auf mindestens ein Logistikziel,
3. Anwendbarkeit in KMU.

Die Prüfschritte wurden aus den Anforderungen an den Leitfaden abgeleitet und vom Projektbegleitenden Ausschuss bestätigt. Der erste und zweite Prüfschritt wurden durch das IPH anhand von Literatur durchgeführt. Der dritte Prüfschritt wurde mit dem Projektbegleitenden Ausschuss vollzogen. Das Ergebnis daraus ist der Kennzahlenkatalog.

### ***Kennzahlenkatalog erstellen:***

Die Kennzahlen dienen dem Unternehmen als Messinstrument für den Erfüllungsgrad der Strategie. Der richtigen Auswahl der Kennzahlen ist dabei besondere Beachtung zu schenken. Zur Findung von projektrelevanten Kennzahlen wurden mehrere Richtlinien (z. B. VDI 4400) über Kennzahlen und weitere Literatur (z. B. [Web01] nach logistischen Kennzahlen und Kennzahlensystemen durchsucht. Die nach einer Expertenbefragung abschließend als relevant ermittelten Kennzahlen (Vier Spitzen- und 58 Diagnosekennzahlen) sind in einem Kennzahlenkatalog beschrieben, dessen Gliederung Abbildung 7 auszugsweise darstellt.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>VI</b>
<b>1 Allgemeine Hinweise und Definitionen</b>	<b>1</b>
1.1 Aufbau der Diagnoseelemente und Spitzenkennzahlen	1
1.2 Ursache-Wirkungsbaum	1
1.3 Aufbau der Darstellung einzelner Diagnoseelemente	3
1.4 Qualitätsregelkarten	3
<b>2 Spitzenkennzahlen</b>	<b>7</b>
2.1 Durchlaufzeit	9
2.2 Termintreue	11
2.3 Auslastung	12
2.4 Bestand	13
<b>3 Diagnoseelemente (Kennzahlen/Fragen)</b>	<b>15</b>
3.1 Durchführungszeitanteil	17
3.2 Relative Terminabweichung	19
3.3 Zugangsmaterial	20
3.4 Durchführungszeit	21
3.5 Technische Verfügbarkeit	23
3.6 Verfügbarkeit Fertigungshilfsmittel	24
3.7 Krankenstand	25
3.8 Verfügbarkeitsgrad Transporteinrichtungen	26
3.9 Ausschussquote Zukaufteile	27
3.10 Störungen (keine Kurzstillstände)	28
3.11 Störungen (Kurzstillstände)	29
3.12 Reichweite	30
3.13 Bestand Wareneingang	32
3.14 Übergangszeit	33
3.15 Rüstzeit	35
3.16 Losgröße	36
3.17 Planrüstzeiten	37
3.18 Bearbeitungszeit	38
3.19 Verteilzeit	39
3.20 Zykluszeit	
3.21 Ausschuss	81
3.22 Richtmodell	82
3.58 Urlaub	83
<b>4 Literaturverzeichnis</b>	<b>84</b>

Abbildung 7: Ausschnitt Inhaltsverzeichnis Kennzahlenkatalog

Die so genannten Spitzenkennzahlen stehen in direkter Verbindung mit den logistischen Zielen. Die Diagnosekennzahlen dienen der Diagnose von Störungen, die in der Veränderung der Spitzenkennzahlen zu erkennen sind. Alle 62 Kennzahlen wurden im Kennzahlenkatalog mit den nachfolgenden Rubriken anforderungsgerecht für KMU beschrieben. Eine beispielhafte Kennzahlenbeschreibung liefert Abbildung 8.

1. Überschrift Spitzen- oder Diagnosekennzahl: Name der Kennzahl in den Ursache-Wirkungsbäumen
2. Diagnoseelement-Nr.: zugeordnete Diagnoseelementnummern
3. Fabrikelement(e): Zuordnung des Diagnoseelements zum Fabrikelement
4. Zweck: Wozu dient die Kennzahl?
5. Beschreibung und Berechnung: Formel zur Berechnung der Kennzahl und Erläuterung der Bestandteile
6. Quelle: Literaturangaben für ausführlichere Informationen
7. Qualitätsregelkarte: Welche Qualitätsregelkarte soll zur Erfassung benutzt werden?
8. Ressourcen-/ Produktspezifisch: Die Kennzahl stellt einen Wert einer Ressource und / oder eines Produktes dar. (In der Auswertung der produktspezifischen Kennzahlen werden alle Aufträge eines Produktes dargestellt.) Damit werden die Kunden- (z. B. Liefertreue und Lieferzeit eines Auftrags) und die Unternehmensperspektive (z. B. Bestand und Auslastung an Ressourcen) herausgestellt.
9. Diagnosefrage(n): Angabe der Diagnosefrage zur qualitativen Erfassung des Zustandes eines Diagnoseelements.

## 2.1 Durchlaufzeit

**Diagnoseelement-Nr.:** D

**Fabrikelement(e):** -

### Zweck:

Eine kurze *Durchlaufzeit* ist Voraussetzung für eine kurze Lieferzeit. Die *Durchlaufzeit* wird vom Kunden als Logistikleistung wahrgenommen.

### Beschreibung und Berechnung:

Die *Durchlaufzeit* ist die Zeit in Betriebskalendertagen für einen Arbeitsvorgang, die ein Auftrag von der Beendigung des vorhergehenden Arbeitsvorganges bzw. vom Einstoßzeitpunkt des Auftrages (beim ersten Arbeitsvorgang) bis zum Bearbeitungsende des betrachteten Arbeitsvorganges selbst benötigt. Die Durchlaufzeit setzt sich aus Übergangszeiten (Transportzeiten, Liegen vor und nach der Bearbeitung) und Durchführungszeiten (Rüstzeiten und Bearbeitungszeiten) zusammen. Da eine mögliche Abweichung einer der Bestandteile der Kennzahl Hinweise auf die Ursache geben kann, werden diese als Diagnosekennzahlen angesehen.

	$ZDL = TBE - TBEV = ZDF + ZUE = (ZR + ZBA) + (ZTR + ZL)$	(2.1)
--	--	-------

ZDL	-	Durchlaufzeit [BKT]
TBE	-	Termin Bearbeitungsende eines Arbeitsvorganges [BKT]
TBEV	-	Termin Bearbeitungsende des Vorgänger- Arbeitsvorganges [BKT]
ZDF	-	Durchführungszeit [BKT]
ZUE	-	Übergangszeit [BKT]
ZR	-	Rüstzeit [BKT]
ZBA	-	Bearbeitungszeit [BKT]
ZTR	-	Transportzeit [BKT]
ZL	-	Liegezeit [BKT]

### Mittlere Durchlaufzeit:

Anzahl zurückgemeldeten Arbeitsvorgänge sind alle im Betrachtungszeitraum zurückgemeldeten Arbeitsvorgänge.

	$ZDL_{\text{m}} = \frac{\sum_{i=1}^n ZDL_i}{n}$	(2.2)
--	---	-------

$ZDL_{\text{m}}$	-	Mittlere Durchlaufzeit [BKT]
$ZDL_i$	-	Durchlaufzeit des Arbeitsvorganges i [BKT]
n	-	Anzahl der zurückgemeldeten Arbeitsvorgänge i

Abbildung 8: Struktur der Kennzahlenbeschreibung am Beispiel

## ***Einflussmatrix für Logistikziele und zugeordnete Kennzahlen der Produktionslogistik erstellen:***

Nachdem die Auswahl der Logistikziele aus der Logistikstrategie erfolgt ist, wurden Kennzahlen mit den Logistikzielen direkt verknüpft. In der VDI Richtlinie 4400 ist festgelegt, welche Kennzahlen welchem Logistikziel zuzuordnen sind. Die Wirkung einer Kennzahl auf ein Logistikziel nach bekanntem mathematischen Wirkzusam-

menhang wurde durch eine quantitative Bewertung (von null bis zwei) in KMU-typischen Betriebssituationen vereinfacht vergleichbar gemacht.

Die konkrete Vergabe der Punkte und Pfeile erfolgte in mehreren Arbeitstreffen mit den Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses, sowie mit Hilfe der VDI Richtlinie 4400. Diese Matrix ersetzt die im Antrag vorgesehene Korrelationsmatrix. Das Ergebnis der Einflussmatrix ist der Zusammenhang und dessen Stärke zwischen Logistikzielen und Kennzahlen (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Einflussmatrix zwischen Zielen und Kennzahlen der Produktionslogistik

Logistikziele Kennzahl	hohe Auslastung	kurze Durchlaufzeit	niedrige Bestände	hohe Termintreue
Anzahl fertiger Produktionsaufträge pro BKT	2	0	0	1
Durchführungszeitanteil an der Durchlaufzeit	2	2	1	1
Kosten für die Produktionsplanung	0	0	0	0
Kosten pro Produktionsauftrag	0	0	0	0
Kosten pro Transportauftrag	0	0	0	0
Liefermengentreue	0	0	0	2
Liefertermintreue	0	2	2	2
Umschlaghäufigkeit	0	1	2	0
Verfügbarkeit zum Planstarttermin	2	2	2	1

**Legende:**

0: Kennzahl hat keinen direkten Einfluss

1: Kennzahl hat einen geringen Einfluss

2: Kennzahl hat einen großen Einfluss

Da diese Bewertung sich im weiteren Verlauf des Projektes nicht als ausreichend valide und allgemein gültig herausgestellt hat, wurden die Kennzahlen verworfen und auf Basis der Kennlinientheorie und weiterer Literatur neue Kennzahlen, die nachweisbare Zusammenhänge aufweisen, ausgewählt. Im weiteren Verlauf des Forschungsprojektes wurden die Kennzahlen in einem Ursache-Wirkungsbaum (siehe Anhang) verknüpft. Auf der hierarchisch obersten Ebene des Ursache-Wirkungsbaumes wurden so genannten Spitzenkennzahlen angeordnet, welche die Ziele der Produktionslogistik (vgl. Abbildung 6) bewerten und in mathematischen und/oder empirischen Zusammenhängen mit so genannten Diagnosekennzahlen der untergeordneten Ebenen stehen. Diese Diagnosekennzahlen sind zum einen Ursache der Entwicklungen der Spitzenkennzahlen. Zum anderen drücken sie die Wirkung aus, die untergeordnete Elemente auf sie haben. Jede Kennzahl, die zur Diagnose beitragen kann, wird als Diagnosekennzahl (z. B. Reichweite, Durchführungszeit) bezeichnet. Die Diagnosekennzahlen wurden in so genannte Diagnoseelemente überführt. Ein Diagnoseelement besteht neben der Diagnosekennzahl aus einer Ordnungszahl im Ursache-Wirkungsbaum und einer alternativen Diagnosefrage (z. B. „Ist die Anlagenverfügbarkeit gesunken?“). Abschließend ist das Diagnoseelement einem Fabrikelement (vgl. Arbeitspaket 3) zugeordnet (vgl. Abbildung 9).

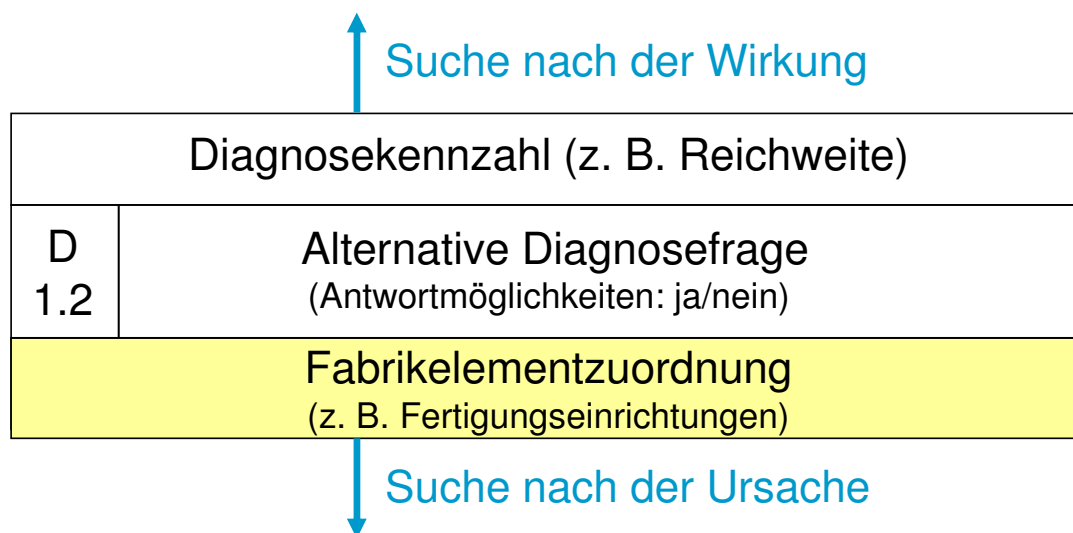


Abbildung 9: Aufbau eines Diagnoseelementes

Um negativen Auswirkungen auf einzelne Elemente des Baumes entgegenzuwirken, werden auf unterster Ebene Lösungen in Form von Methoden angeführt. Am Beispiel der Spitzenkennzahl „Durchlaufzeit“ soll dies verdeutlicht werden. Die Durchlaufzeit (ZDL) steht in mathematischem Zusammenhang mit der Übergangszeit (ZUE) und

der Durchführungszeit (ZDF). Die Übergangszeit wiederum steht in einem mathematischen Zusammenhang mit der Transport- (ZTR) und der Liegezeit (ZL)[Nyh02]:

$$ZDL = ZDF + ZUE = ZDF + (ZTR + ZL)$$

Für jede Spitzekennzahl existiert aus Gründen der Visualisierung ein eigener Baum (hier Termintreue, siehe Abbildung 10). Die Bäume sind untereinander verknüpft (siehe Abbildung 10). Die Diagnoseelemente werden im Ursache-Wirkungsbaum unter den Spitzenkennzahlen angeordnet. Die Liegezeit (Diagnoseelement/-kennzahl) bspw. ist von den Diagnoseelementen „Abfertigungsregel“ und „Störungen (Kurzstillstände)“ abhängig. Mit Diagnoseelementen können Methoden verknüpft sein (vgl. Arbeitspaket 4). Hinsichtlich des Diagnoseelementes „Störungen (Kurzstillstände)“ bspw. wird als eine Methode zur Maßnahmenableitung die Total Productive Maintenance vorgeschlagen.

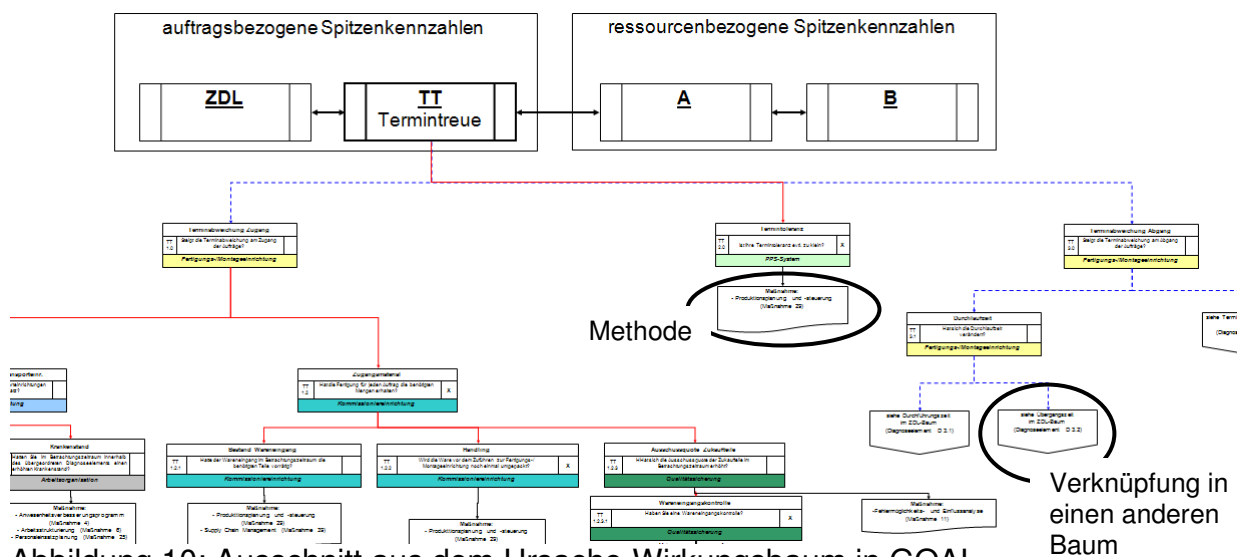


Abbildung 10: Ausschnitt aus dem Ursache-Wirkungsbaum in GOAL

**Die Ergebnisse für die Programmierung des Leitfadens EDV-technisch vorbereiten:**

Der Leitfaden wurde auf Grund der Entwicklungen im Arbeitspaket 2 so programmiert, dass die Verknüpfungen zwischen den Diagnoseelementen über eine grafische Benutzeroberfläche leicht konfiguriert werden können. Dies ermöglicht die einfache Anpassung des Ursache-Wirkungsbaums bis zum Abschluss der Forschungsaktivitäten, ohne die Inanspruchnahme eines Programmierers. Die zusammengetragenen Verknüpfungen wurden zusätzlich zur Abbildung im Ursache-

Wirkungsbaum als Vorbereitung auf die EDV-technische Konfiguration des software-basierten Leitfadens tabellarisch festgehalten.

#### Ergebnisse:

- Systematik zur Auswahl der zu betrachtenden Kennzahlen ✓
- Katalog mit relevanten Kennzahlen ✓
- Einflussmatrix für Logistikziele und zugeordnete Kennzahlen ✓
- EDV-technische Vorbereitung der Ergebnisse für die Programmierung des softwarebasierten Leitfadens ✓

### **4.3 Arbeitspaket 3: Zuordnung und Korrelationsanalyse für Kennzahlen und Fabrikelemente**

#### ***Empirische Studie über die Nutzung von Logistikstrategien in KMU erstellen, durchführen und auswerten:***

Über das vorgesehene Arbeitsprogramm hinaus wurden mit einer empirischen Studie bei KMU Fragestellungen zur Nutzung von Logistikstrategien und deren Verfolgung bei Unternehmen abgefragt. Die Studie wurde im November/Dezember 2008 mit 38 Teilnehmern (Unternehmen aus der Industrie), die jeweils 30 Fragen zu beantworten hatten, abgeschlossen. Anschließend wurden die statistisch und grafisch ausgewerteten Ergebnisse dem PA vorgestellt. Die Ergebnisse (z. B. Umsetzung von Vorgehensweisen der BSC, Aufgaben des Logistik-Controllings) flossen stetig in das vorliegende Forschungsprojekt ein, da auch Fragen, die sich auf spätere Arbeitspakete beziehen, in der Studie gestellt wurden.

#### ***Kriterien zur Unterstützung bei der Auswahl von Fabrikelementen ermitteln:***

Basierend auf den Ergebnissen des vom IPH durchgeführten Forschungsprojektes „Wandlungsfähigkeit durch modulare Fabrikstrukturen (WdmF)“ (BMBF-Fördernummer: 02PD2100) wurden KMU-relevante Fabrikelemente ermittelt. Die Ermittlung gründet sich auf einer im vorliegenden Projekt entwickelten dreistufigen Vorgehensweise, die qualitativ mit den KMU des PA durchgeführt wurde:

1. Analyse der Fabrikelemente nach WdmF bezüglich ihrer Beeinflussungsmöglichkeit der logistischen Zielgrößen,
2. Eingrenzung nach KMU-spezifischen Anforderungen (z. B. Fertigungsart, Anlieferungskonzept),
3. Ermittlung und Zuordnung von Kennzahlen zur Überwachung der zuvor identifizierten Fabrikelemente.

***Katalog mit KMU-gerechten Fabrikelementen erarbeiten und Zuordnungsmatrix von Kennzahlen und Fabrikelementen der Produktionslogistik erstellen:***

Die Untersuchung der Fabrikelemente wurde durch aktuelle Literaturstudien ergänzt. Im Ergebnis wurde ein Katalog mit KMU-relevanten Fabrikelementen erarbeitet (vgl. Spalten der Tabelle 4). Die Fabrikelemente der Kategorie Betriebsmittel sind für die Verwendung innerhalb des Leitfadens geeignet, da die Einflussnahme auf diese Fabrikelemente in Expertengesprächen als tendenziell einfacher eingeschätzt wurde als bei den Fabrikelementen der Kategorie Organisation.

Den Fabrikelementen wurden in diesem Arbeitspaket auf Basis der Bereiche Beschaffung, Produktion, Distribution der VDI 4400 und weiterer Gliederungen aus den Expertengesprächen die identifizierten Kennzahlen (z. B. Kommissionierfehler, Auslastung, Lieferterminabweichung) zugeordnet. Damit werden die Abhängigkeiten und Wirkzusammenhänge zwischen Kennzahlen und Fabrikelementen als qualitative Korrelation aufgezeigt (siehe Tabelle 4). Zur Beschreibung aller als relevant ermittelte Fabrikelemente wurden Kennzahlen hinzugefügt, die über die VDI 4400 hinaus gehen. Die Kennzahl „Verfügbarkeit zum Planstarttermin“ ist den Fabrikelementen Fertigungs- und Montageinrichtung zugeordnet, da sie zur Diagnose von Störungen an diesen Fabrikelementen geeignet ist. Die Zuordnung zur PPS basiert auf der Annahme, dass z. B. falsche Soll-Werte in der PPS zu Fehlplanungen führen können, die sich in einer geringen Verfügbarkeit zum Planstarttermin zeigen.

Tabelle 4: Zuordnungsmatrix zwischen Kennzahlen (Zeilen) und Fabrikelementen (Spalten) der Produktionslogistik

Kennzahl \ Fabrikelement	Betriebsmittel					Organisation				
	Fertigungseinrichtung	Montageeinrichtung	Logistikeinrichtungen			Qualitätssicherung	Arbeitsorganisation		Logistikkonzept	
			Kommissionierungseinrichtung	Lager-einrichtung	Transport-einrichtung		Arbeits-system-gestaltung	Arbeits-zeit-modell	Be-schaffung	PPS
Verfügbarkeit zum Planstarttermin	x	x			x				x	x
Einhaltung Mindestbestand Zugangsmaterial									x	x
Mittlere Durchführungszeitanteil	x	x					x			
Liefertreue	x	x	x	x	x			x	x	x
Liefertermintreue	x	x	x	x	x			x	x	x
Liefermengentreue	x	x	x	x	x			x	x	x
Mittlere Liefertermin-abweichung	x	x	x	x	x			x	x	x
Standardabweichung Lieferterminabweichung	x	x	x	x	x			x	x	x
Einhaltung Lagerbandbreite				x						
Mittlere Kosten der Produktions-logistik pro Produktionsauftrag	x	x			x		x			x
Mittlere Kosten des Transports pro Produktionsauftrag					x					
Mittlere Kosten der Produktions-planung pro Produktionsauftrag							x			x
Bewertete Umschlagshäufigkeit Gesamtbestand				x					x	x
Bewertete Umschlagshäufigkeit Zugangsmaterial				x					x	x
Bewertete Umschlagshäufigkeit Halbfertigerzeugnisse				x					x	x
Anzahl Zugangsmaterialien						x				
Anzahl Erzeugnisse	x	x								
Mittlere Durchführungszeit	x	x				x	x			
Rüstzeitanteil	x	x					x			
Logistikflächenanteil				x						
Mittlere Anzahl fertiggemeldeter Produktionsaufträge	x	x			x				x	
Technische Verfügbarkeit	x	x								
Verfügbarkeit Fertigungshilfsmittel	x	x								
Krankenstand							x			
Verfügbarkeitsgrad Transporteinrichtungen					x					

Legende: x - Zuordnung einer Kennzahl zu einem Fabrikelement

### Ergebnisse:

- Ausgewertete empirische Studie ✓
- Kriterien zur Unterstützung bei der Auswahl von Fabrikelementen ✓
- Katalog mit KMU-relevanten Fabrikelementen ✓
- Zuordnungsmatrix von Kennzahlen und Fabrikelementen ✓
- EDV-technische Vorbereitung der Ergebnisse für die Programmierung des softwarebasierten Leitfadens ✓

#### **4.4 Arbeitspaket 4: Zuordnung von Werkzeugen und Methoden zu Fabrikelementen sowie Erstellung eines KMU-gerechten Werkzeugkastens**

##### ***Werkzeugkasten mit KMU-gerechten Methoden und Werkzeugen erstellen:***

Um logistische Verbesserungsmaßnahmen abzuleiten und umzusetzen, wurden KMU-gerechte Werkzeuge und Methoden identifiziert. Dabei wurden der Methoden-katalog des Forschungsprojektes „Genesys“ (IGF-Nr. 15292N) sowie im Rahmen von Expertengesprächen und einer Literaturrecherche (z. B. [Bas03]) zusammengetragene Methoden herangezogen. Diese wurden im Forschungsprojekt GOAL hinsichtlich eines Einsatzes bei KMU beurteilt. Kriterien zur Beurteilung wurden in Expertengesprächen ermittelt. Auf Grund der speziellen Charakteristika von KMU (z. B. begrenzte finanzielle und personelle Ressourcen, eher operative Ausrichtung) sind

- Kosten der Methode,
- benötigte Mitarbeiterzahl (mit Methodenwissen),
- Zeitaufwand bei der Durchführung,
- Informationsbedarf,
- Zeitaufwand bei der Planung und
- Zeitpunkt des Wirkungseinsatzes einer Maßnahme

zu nennen. Eine zusätzlich durchgeführte Literaturrecherche konnte diese Beurteilungskriterien bestätigen. Ergebnis ist ein auf KMU-Bedürfnisse abgestimmter Methoden-katalog mit integrierter Kurzübersicht der Methoden. Diese erläutert jeweils Ziel, Vorteile/Chancen, Nachteile/Risiken sowie Durchführung und gibt Hinweise zu gängiger Literatur (vgl. Abbildung 11). In dem im Forschungsprojekt GOAL entwickelten Software-Demonstrator sind die Kurzübersichten der vorgeschlagenen Methoden hinterlegt. Die gesammelten, ausgewählten und einheitlich zusammengeführten Methoden sind Inhalt des KMU-gerechten Werkzeugkastens.

Auf Grund der Allgemeingültigkeit des Kataloges und der Heterogenität der KMU – beispielsweise hinsichtlich Organisation, Ressourcen und Erfassung der Prozesse – wurden die einzelnen Methoden in Anlehnung an die Auswahlkriterien von den KMU quantitativ bewertet (vgl. Abbildung 11).

<b>IPH</b>	Methodenkurzübersicht		Methodennummer	
<b>Methodenname</b>				
<b>Ziel:</b>				
<b>Vorteile/ Chancen:</b>			<b>Nachteile/ Risiken:</b>	
• • • •			• • • •	
<b>Bewertung:</b>	Qualifikation:	gering	mittel	hoch
	Planungsaufwand:	gering	mittel	hoch
	Durchführungsaufwand:	gering	mittel	hoch
	Wirkung:	kurzfristig	mittelfristig	langfristig
<b>Durchführung:</b>				
<b>Beispiel:</b>				
<b>Literatur/ Quelle:</b>				

Abbildung 11: Aufbau Methodenkurzübersicht

Diese im Verlauf des Projektes erstellte Bewertung liefert den einzelnen KMU eine Basis, um unternehmensindividuell die bestmögliche/n Methode/n zur Einleitung von Maßnahmen auszuwählen. Zur Gewährleistung der Übersichtlichkeit wurden vier Kriterien festgelegt:

- **Qualifikation:** Umfasst u. a. das Methodenwissen, das bereichsbezogene und bereichsübergreifende Fachwissen, soziale Kompetenzen sowie Führungskompetenzen.
- **Planungsaufwand:** Beinhaltet die benötigten personellen Ressourcen, die Kosten und den Informationsbedarf in Bezug auf die Planung der Methode.
- **Durchführungsaufwand:** Berücksichtigt die unter Planungsaufwand genannten Größen in Bezug auf die Durchführung.
- **Wirkung:** Entspricht dem zeitlichen Horizont der Wirkungsdauer.

Die Zeitspanne bis zum Einsetzen der Wirkung kann implizit aus dem Planungs- und Durchführungsaufwand abgeleitet werden.

Im Ergebnis stehen hinsichtlich der Anwendbarkeit in KMU bewertete Methoden zur Verfügung. Diese sind im Software-Demonstrator implementiert und in einem Methodenkatalog zusammengestellt. Die Bewertung bietet einzelnen KMU eine

Basis, um unternehmensindividuell die bestmögliche/n Methode/n zur Einleitung von Maßnahmen auszuwählen.

### ***Methode zur Ableitung und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen für Fabrikelemente generieren:***

Zur Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen für Fabrikelemente wurde im Projekt ein Ursache-Wirkungsbaum (vgl. Abbildung 10) aufgestellt. Treten Abweichungen hinsichtlich eines Diagnoseelementes auf, ist zunächst die Ursache zu ermitteln, indem der Pfad im Baum verfolgt wird. Endpunkte dieser Pfade sind Methoden. Bei Anwendung der Methoden können, unter Verwendung des Wissens über Veränderungen der Kennzahlen sowie die Position im Ursache-Wirkungsbaum, Maßnahmen abgeleitet und in einem nächsten Schritt umgesetzt werden. Eine Methode, die mit dem Diagnoseelement „Rüstzeit“ verknüpft ist, ist das Ishikawa-Diagramm. Mit dieser Methode kann als Maßnahme die Ursachenfindung für zu hohe Rüstzeiten abgeleitet werden. Die Methoden wurden mit Hilfe der KMU des Projektbegleitenden Ausschusses den Diagnoseelementen zugeordnet.

Die Verbesserungsmaßnahmen wurden insofern für Fabrikelemente abgeleitet, als dass die Diagnoseelemente, denen Maßnahmen im Baum zugeordnet sind, einzelnen Fabrikelementen zugeordnet werden können. Die Fabrikelemente ermöglichen eine weitere Perspektive und zeigen die Wirkung von Maßnahmen im Umfeld der Fabrikelemente auf.

### ***Standardzielsetzungen für Fabrikelemente definieren:***

Eine im Antrag vorgesehene Standardzielsetzung für Fabrikelemente zu liefern, stellte sich als nicht möglich heraus. Dies liegt einerseits in der Individualität von Unternehmen und ihren Zielen. Die Ziele werden durch Sollwerte für die auftragsbezogenen und ressourcenbezogenen Spitzenkennzahlen festgelegt. Die Spitzenkennzahlen sind mit Diagnoseelementen im Ursache-Wirkungsbaum verknüpft (vgl. Arbeitspaket 2). Andererseits sind die Fabrikelemente nur Perspektiven auf ein Unternehmen. Ein Fabrikelement setzt sich aus mehreren Diagnoseelementen zusammen (Abbildung 12). Ein Diagnoseelement kann mehreren unterschiedlichen Fabrikelementen zugeordnet sein.

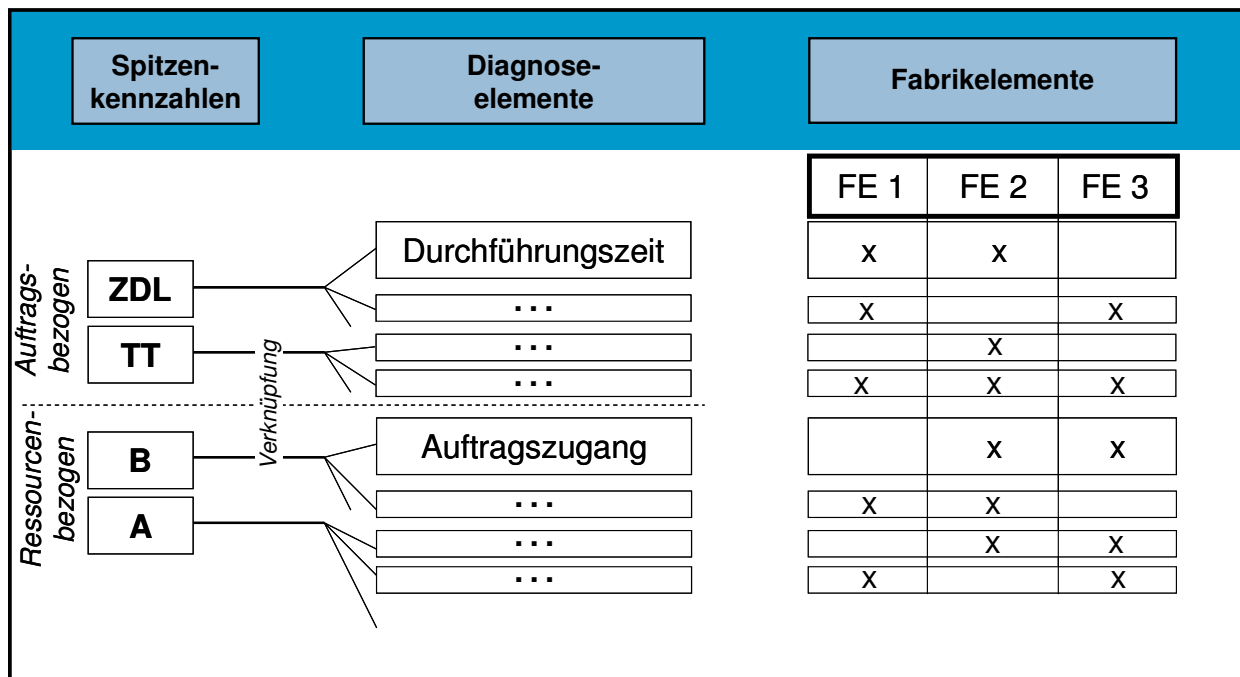


Abbildung 12: Zusammensetzung der Fabrikelemente aus mehreren Diagnoseelementen

### **Die Ergebnisse für die Programmierung des Leitfadens EDV-technisch vorbereiten:**

Der Methodenkatalog (Werkzeugkasten) wurde für den Software-Demonstrator zusätzlich in einzelne PDF-Dokumente zerlegt, so dass für jede Methode ein Dokument vorliegt. Dies ermöglicht die Verknüpfung mit dem Software-Demonstrator und das Öffnen der einzelnen Dokumente direkt aus diesem heraus. Die Zuordnung der Diagnoseelemente zu den Fabrikelementen ist tabellarisch aufbereitet und kann über eine visuelle Konfiguration im Software-Demonstrator eingegeben und angepasst werden.

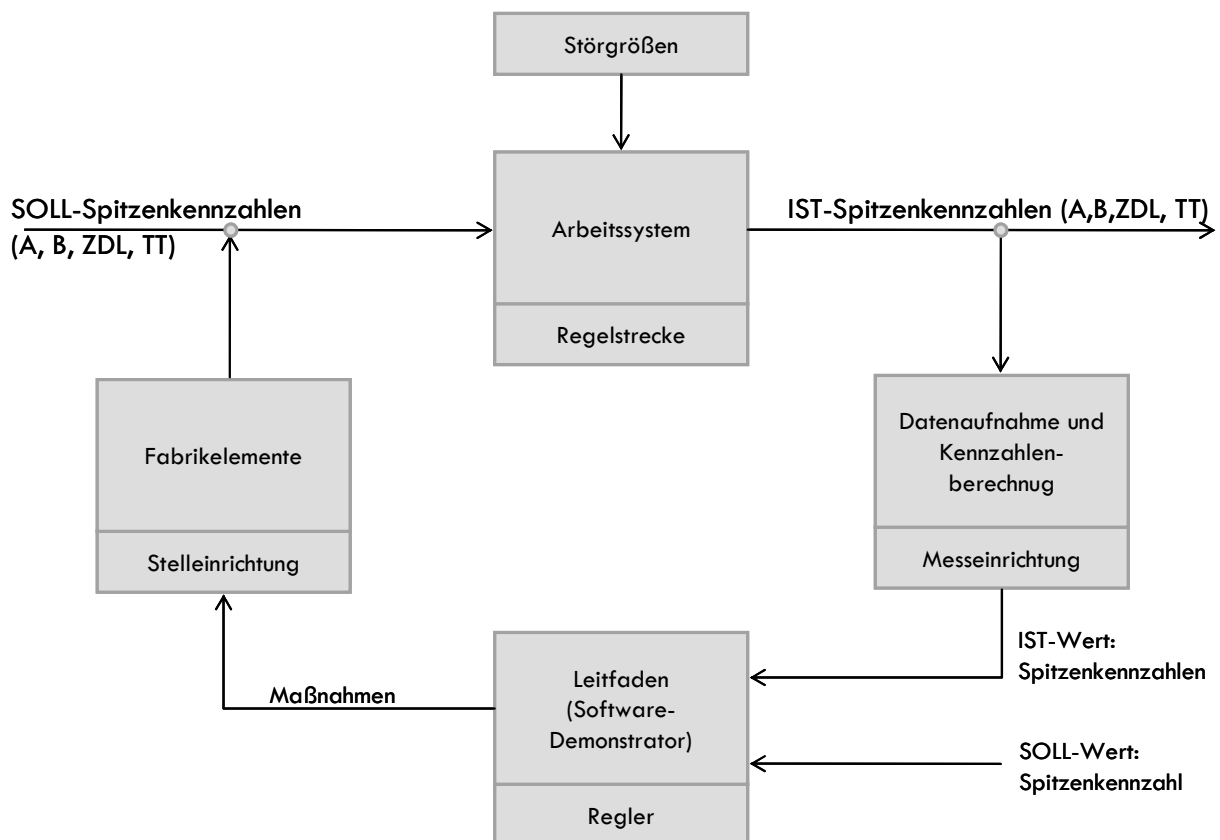
### Ergebnisse:

- Werkzeugkasten mit KMU-gerechten Methoden und Werkzeugen ✓
- Methode zur Ableitung und Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen für Fabrikelemente ✓
- Definition von Standardzielsetzungen für Fabrikelemente ✗
- EDV-technische Vorbereitung der Ergebnisse für die Programmierung des softwarebasierten Leitfadens ✓

#### 4.5 Arbeitspaket 5: Entwicklung eines kennzahlenbasierten Logistik-Controllings (Regelkreis)

##### ***Kennzahlenbasiertes Logistik-Controlling für den Zielerreichungsgrad der Logistikziele entwickeln:***

Die vom Leitfaden vorgeschlagenen und vom Menschen umgesetzten Verbesserungsmaßnahmen werden regelkreisbasiert überwacht. Anhand der festgelegten Soll- und der gemessenen Ist-Werte (Messeinrichtung) der Spitzenkennzahlen wird der Zielerreichungsgrad der Logistikziele im Leitfaden (Regler) dargestellt. Die Darstellung ist im Software-Demonstrator (Leitfaden) mit Qualitätsregelkarten umgesetzt (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Einleitung von Maßnahmen (Stelleinrichtung) und die Störungen führen zu einer Veränderung der Ist-Werte des betrachteten produktionslogistischen Systems (z. B. Arbeitssystem) (Regelstrecke).



Legende: A - Auslastung; B - Bestand; ZDL - Durchlaufzeit; TT - Termintreue

Abbildung 13: Regelkreis im Forschungsprojekt GOAL

Der Software-Demonstrator übernimmt die Zielvorgaben, die für die Produktionslogistik aus einer Logistikstrategie abgeleitet wurden. Die Zielvorgaben sind Sollwerte

für die logistischen Spitzenkennzahlen Bestand, Auslastung, Termintreue und Durchlaufzeit (siehe Abbildung 14).

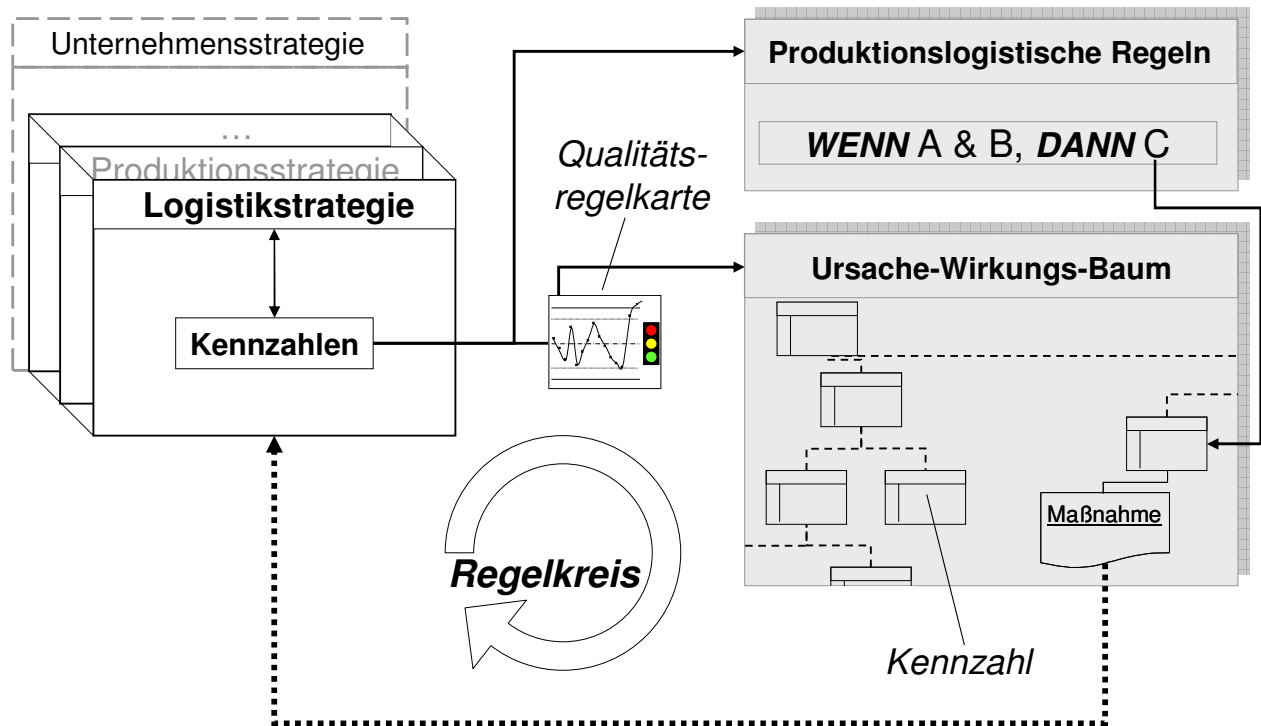


Abbildung 14: Regelkreis des Software-Demonstrators

Durch die von Kennzahlen ausgehende Regelung des produktionslogistischen Systems wird die durch ein Unternehmen festgelegte Strategie unterstützt. Die Kennzahlen werden automatisch über die zwei Wege „produktionslogistische Regeln“ und „Ursache-Wirkungsbaum“ überwacht. Die Einhaltung produktionslogistischer Regeln wird überwacht. Die Regeln basieren auf allgemeingültigen Zusammenhängen der Produktionslogistik (z. B. „Wenn der Zugang an einem Arbeitssystem steigt und der Abgang sinkt, dann erhöhen sich der mittlere Bestand und die mittlere Durchlaufzeit.“). Weiteres Expertenwissen (Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Diagnoseelementen und Spitzekennzahlen) ist in einem Baum aus Ursache-Wirkungszusammenhängen abgelegt (siehe Kapitel 4.2). Die Logik von Qualitätsregelkarten überwacht das Verhalten der Kennzahlen im Baum und meldet Auffälligkeiten (Störungen). Die sich verändernde Kennzahl kann im Ursache-Wirkungszusammenhang analysiert werden, um eine Ursache für die Veränderung zu finden. Abschließend sollten anforderungsgerechte Maßnahmen zur Behebung der Störung eingeleitet werden. Diese wirken sich auf das produktionslogistische System, dessen Kennzahlen und damit auf die Strategieeinhaltung aus. Der Regel-

kreis wird durch das Einleiten von Maßnahmen gegen die festgestellten Auffälligkeiten geschlossen. Die Bestandteile des Software-Demonstrators (z. B. Kennzahlen, Methoden) werden im Sinne eines Leitfadens im erarbeiteten Kennzahlen- und Methodenkatalog erklärt.

Zwei Auslöser für eine Diagnose von Störungen innerhalb des Controlling-Regelkreises sind in der Methode des Leitfadens verankert. Mit Hilfe von Qualitätsregelkarten (Abbildung 15) können einzelne Diagnoseelemente überwacht und statistische Abweichungen (Wirkung) gemeldet werden. Vom gemeldeten Diagnoseelement ausgehend kann im Ursache-Wirkungsbaum der Auslöser (Ursache) für die Störung ermittelt werden. Des Weiteren wird die Einhaltung der Regeln stetig überwacht. Falls eine Regel nicht beachtet wird, informiert der Leitfaden den Nutzer über den Regelverstoß und verweist auf die mögliche Ursache, die als Diagnoseelement im Ursache-Wirkungsbaum vorhanden ist. Abschließend leitet der Nutzer im Sinne eines Regelkreises Maßnahmen ein, die das produktionslogistische System wieder stabilisieren. Im Software-Demonstrator sind die Qualitätsregelkartentechnik und der Ursache-Wirkungsbaum implementiert.

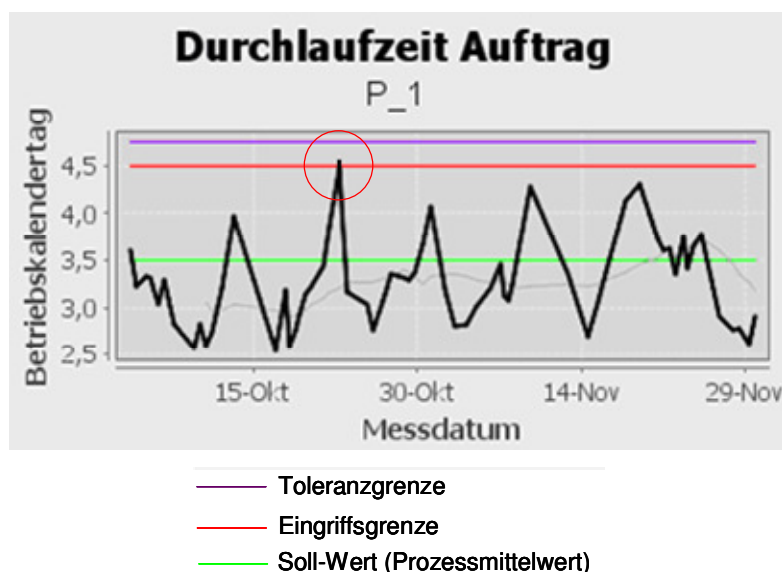


Abbildung 15: Qualitätsregelkarte aus dem Software-Demonstrator

### Ergebnisse:

- Kennzahlenbasiertes Logistik-Controlling für den Zielerreichungsgrad der Logistikziele ✓

- EDV-technische Vorbereitung der Ergebnisse für die Programmierung des softwarebasierten Leitfadens ✓

#### 4.6 Arbeitspaket 6: Erstellung eines softwarebasierten Leitfadens

##### **Softwarebasierten Leitfaden entwickeln:**

Der Software-Demonstrator (softwarebasierter Leitfaden) wurde mit der Programmiersprache Java realisiert. Die relationale Datenbank, in der die Daten für den Leitfaden gespeichert sind, wurde mit MySQL programmiert. In dem Software-Demonstrator existieren drei verschiedene Nutzerrollen mit unterschiedlichen Rechten (Abbildung 16).

Forschungsprojekt	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Konfigurator / Entwickler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unternehmensexterne Rolle</li> <li>■ Konfiguration der Logik</li> </ul> </li> <li>■ Möglichkeit der Erweiterung um Elemente (z. B. Fabrikelement, Kennzahl)</li> </ul>
Anwendung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Administrator</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unternehmensintern</li> <li>■ Qualifizierter Mitarbeiter</li> <li>■ Individuelle Anpassung an ein Unternehmen</li> </ul> </li> <li>■ <b>Mitarbeiter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Unternehmensintern</li> <li>■ Der Anwender</li> </ul> </li> </ul>

Abbildung 16: Nutzerrollen des Software-Demonstrators

Der Konfigurator erstellt die Grundstrukturen des Software-Demonstrators, indem er die Ergebnisse des Forschungsprojektes (Logistikziele, Kennzahlen, Fabrikelemente, Methoden und deren Verknüpfungen untereinander) in den Software-Demonstrator einpflegt. Durch die Verknüpfung der Kennzahlen untereinander und der Kennzahlen mit den Fabrikelementen und den Methoden wird der Ursache-Wirkungsbaum in dem Software-Demonstrator aufgebaut (siehe Kapitel 4.2). Die grünen bzw. hell grauen Kästchen (Abbildung 17) visualisieren die Verknüpfungen zwischen den Diagnoseelementen. Die Logistikziele werden durch die untere und obere Toleranzgrenze

sowie den Sollwert bei den Annahme-Qualitätsregelkarten repräsentiert, welche bei den Spitzenkennzahlen benutzt werden. Die Rolle des Konfigurators ist ausschließlich vorhanden, um die Forschungsergebnisse des vorliegenden Forschungsprojekts übersichtlich im Software-Demonstrator einzufügen. Diese Vorkonfiguration des Leitfadens erspart den KMU aufwändige Schritte, die bei einer BSC notwendig wären.

Die Aufgabe des Administrators ist die Anpassung des softwaretebasierten Leitfadens an das Unternehmen. Er hat die Möglichkeit Ressourcen und Produkte anzulegen sowie die Ziele für die Annahme-Qualitätsregelkarten als auch die Auswertungszeiträume der Kennzahlen zu ändern. Des Weiteren hat er unternehmensindividuelle Einstellmöglichkeiten (z. B. Festlegung der Mindestanzahl der Messwerte, Einstellung der Anzahl als inakzeptabel geltender fallender / steigender Werte in Folge (Run)).

Das Einpflegen von Messwerten und die Beobachtung des Prozesses übernimmt der Mitarbeiter. Bei Störungen sucht er mithilfe des Praxisleitfadens nach deren Ursachen und leitet die von der Software vorgeschlagenen Maßnahmen ein.

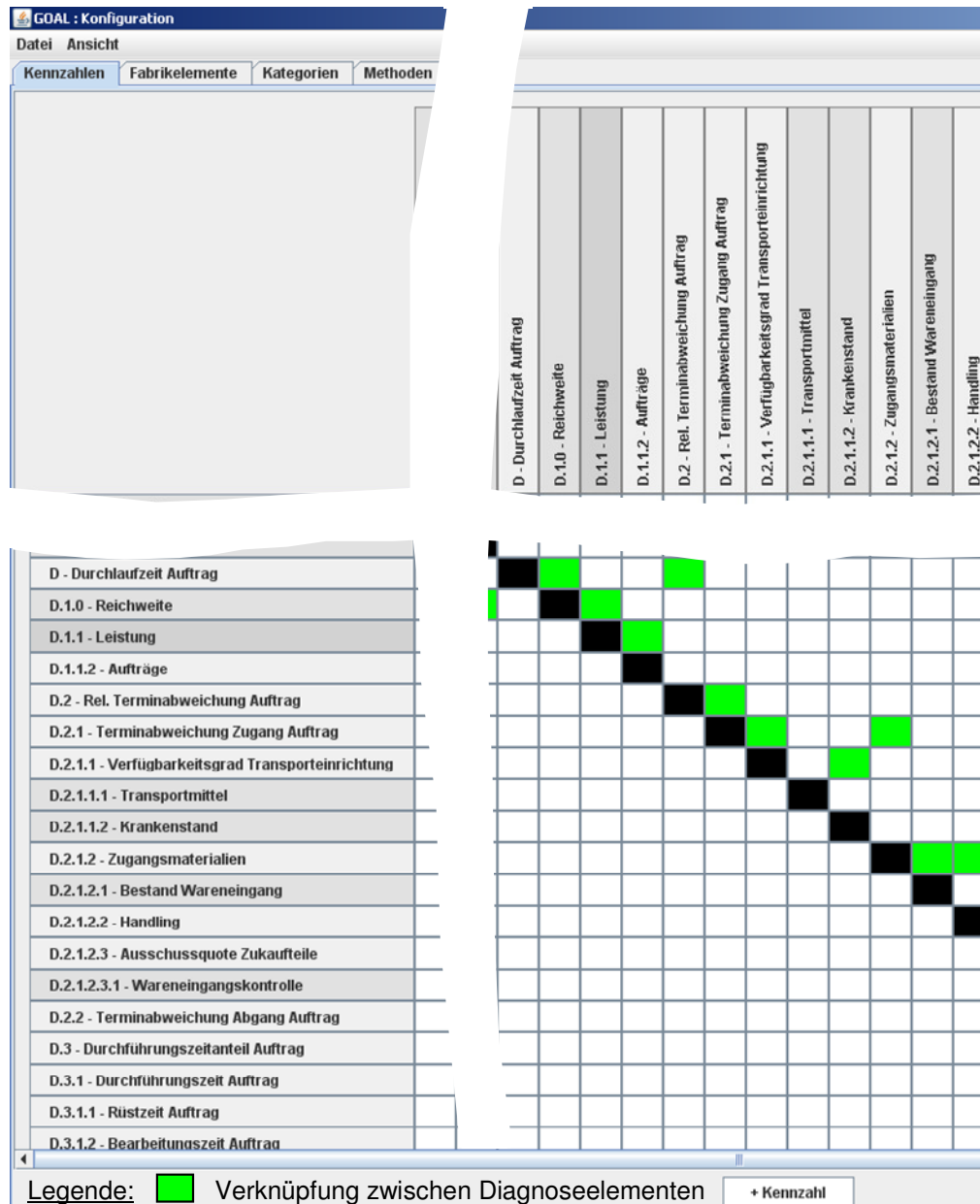


Abbildung 17: Ausschnitt des Aufbaus von Verknüpfungen im Software-Demonstrator

Die Erweiterbarkeit des Praxisleitfadens ist gegeben, da zu jedem Zeitpunkt neue Diagnoseelemente, Spitzenkennzahlen, Fabrikelemente oder Methoden durch einen Konfigurator eingepflegt werden können. Dadurch könnten KMU den Software-Demonstrator individuell um spezielle Diagnoseelemente erweitern. In Abbildung 18 ist das Anlegen einer neuen Kennzahl durch den Konfigurator visualisiert.

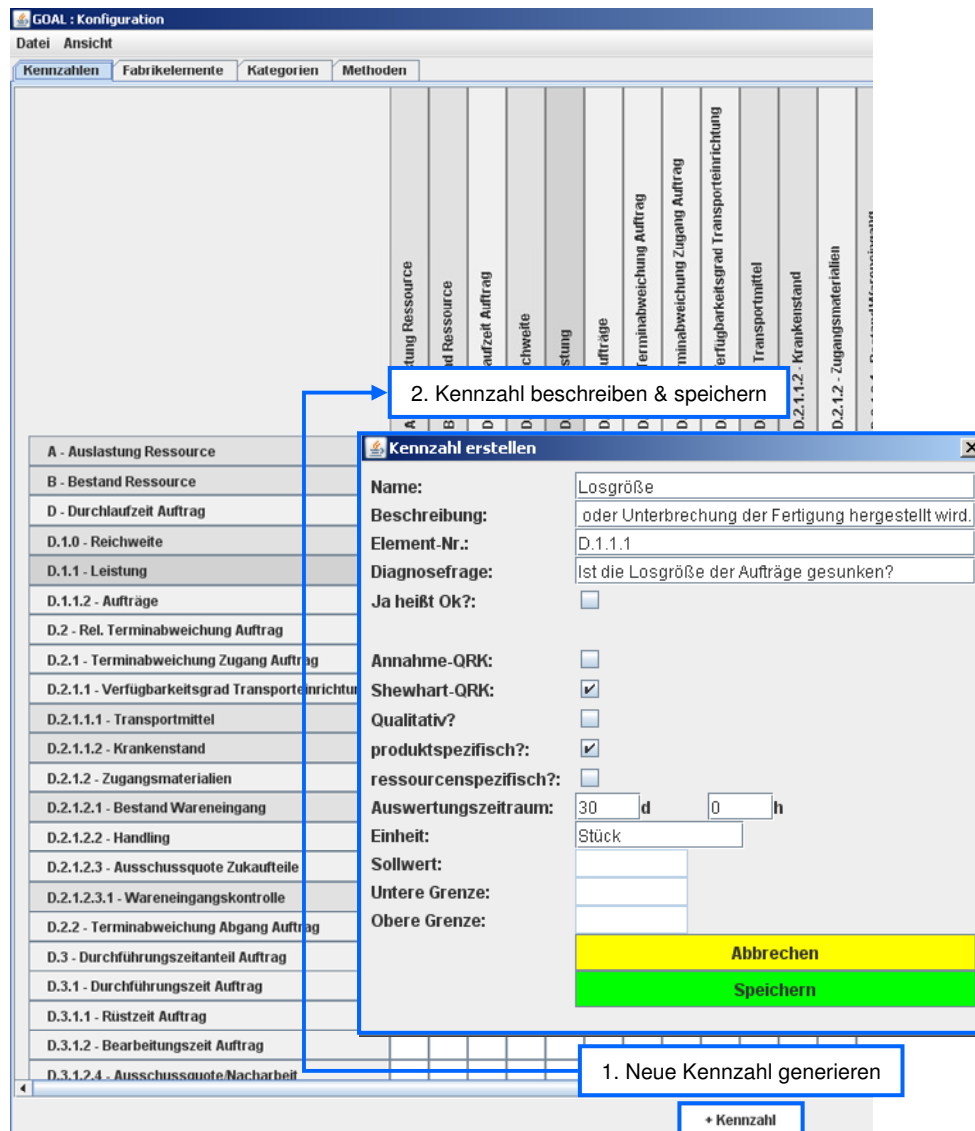


Abbildung 18: Einpflegen einer neuen Kennzahl in den Software-Demonstrator

Nach dem Einpflegen der Kennzahl erscheint diese in der Matrix, welche im Hintergrund in Abbildung 18 zu sehen ist. Der neu eingepflegten Kennzahl können im nächsten Schritt Methoden zugeordnet werden. Die Verknüpfung von Methoden mit der in Abbildung 18 eingepflegten Kennzahl demonstriert Abbildung 19. Dieses Vorgehen ist vor allem im Rahmen des Forschungsprojekts einmalig durchzuführen. Veränderungen der Konfiguration sollten, um Allgemeingültigkeit zu wahren, nur auf wissenschaftlich fundierter Basis durchgeführt werden.

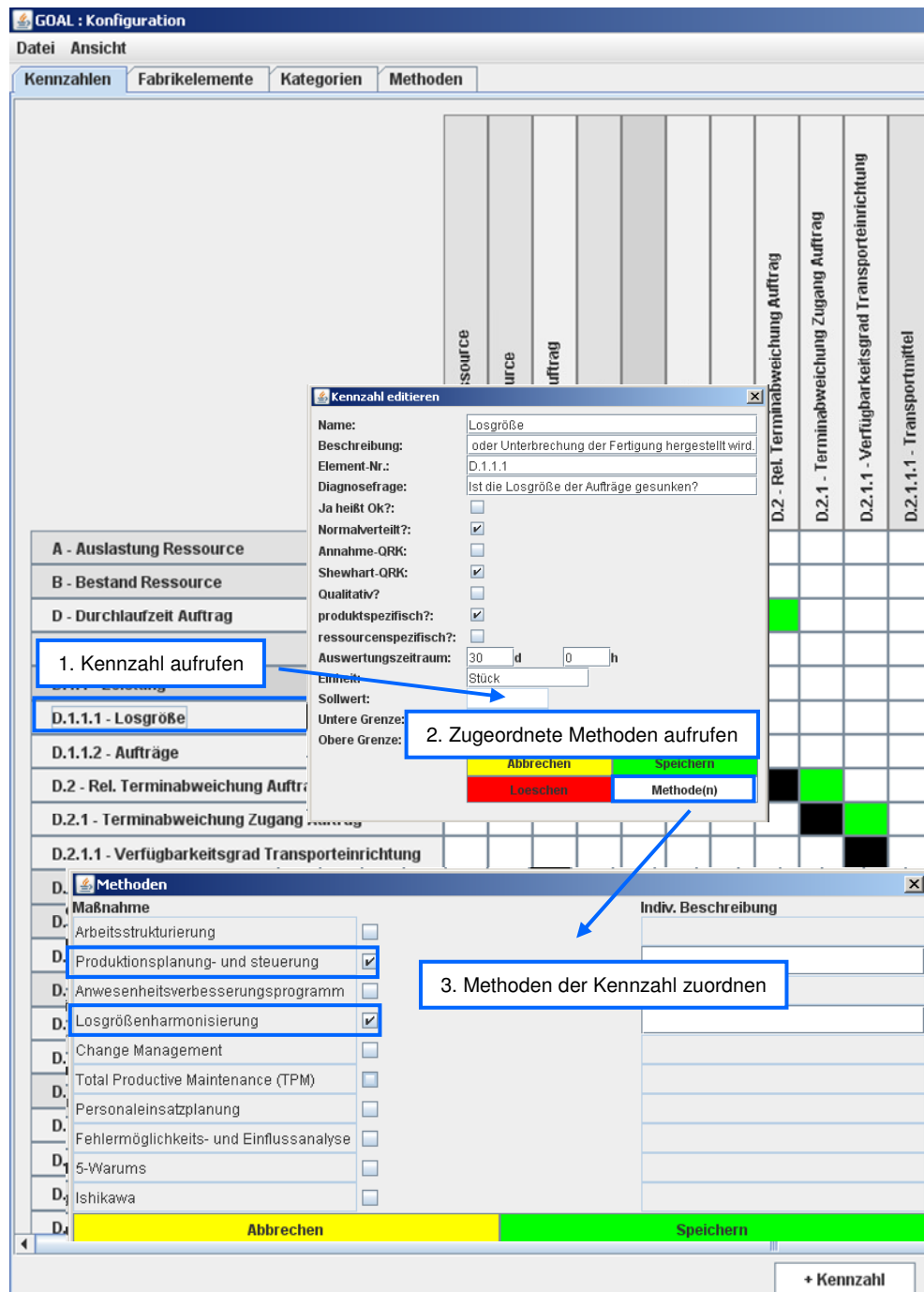


Abbildung 19: Zuordnung von Methoden zu einer Kennzahl

Die Anwendungssicht ist in Abbildung 20 dargestellt. Der Anwender hat die Möglichkeit verschiedene Fabrikelemente (siehe Kästchen 3 in Abbildung 20) oder individuelle Perspektiven (siehe Kästchen 4) auszuwählen. Fabrikelemente sind vom Forschungsprojekt vorgegeben. Die Perspektiven kann sich ein Unternehmen individuell erstellen. In der Abbildung wurde die Produktperspektive ausgewählt. Weitere Optionen für den Anwender sind die Auswahl des Startzeitpunktes des Messwertbetrachtungszeitraumes (siehe Kästchen 2) sowie die Einschränkung der Darstellung von

Diagnoseelementen auf ausgewählte Ressourcen und Produkte (siehe Kästchen 1). Alle Meldungen und anstehenden Aufgaben (To Dos) sind im Kästchen 5 zu finden. Eine Meldung, die dort abgespeichert wäre, ist die Information, dass die Qualitätsregelkarte für die Durchlaufzeit des Produktes 1 (P\_1) rot ist und welche Ursache (Eingriffsgrenzenüberschreitung, Trend oder Run) dafür verantwortlich ist. To dos können der Start eines Vorlaufs oder die Bestätigung der Vorlaufsgrenzen sein. Zusätzlich zu den Perspektiven kann der Anwender alle Diagnose- und Spitzenkennzahlen anzeigen lassen (siehe Kästchen 6). Die Methoden aus dem Methodenkatalog sind unter dem Punkt Methoden im Kästchen 7 zu finden. Die Visualisierung der Qualitätsregelkarten ist in Kästchen 8 dargestellt. Der rote Rahmen um die Qualitätsregelkarte der Durchlaufzeit symbolisiert, dass entweder eine Eingriffsgrenze überschritten wurde oder ein Trend bzw. Run aufgetreten ist. Mit dem Klick auf Details (blauer Button innerhalb der Qualitätsregelkarte) erhält der Anwender weitergehende Informationen, z. B. Verteilungsparameter des Prozesses oder die Anzahl von Messwerten im Betrachtungszeitraum. Der Ursache-Button führt den Anwender eine Stufe tiefer in den Ursache-Wirkungsbaum. Der Ursache-Button ist rot dargestellt, da der schlechteste Zustand der Elemente auf der untergeordneten Stufe angezeigt wird. Die Symbole neben dem Ursache-Button symbolisieren die fünf Elemente auf der untergeordneten Ebene (siehe Symbolverzeichnis). Die Qualitätsregelkarte, welche grün in Kästchen 8 angedeutet ist, stellt die Termintreue dar. Der grüne Rahmen drückt aus, dass die Kennzahl in der Qualitätsregelkarte innerhalb ihrer Grenzen verläuft.

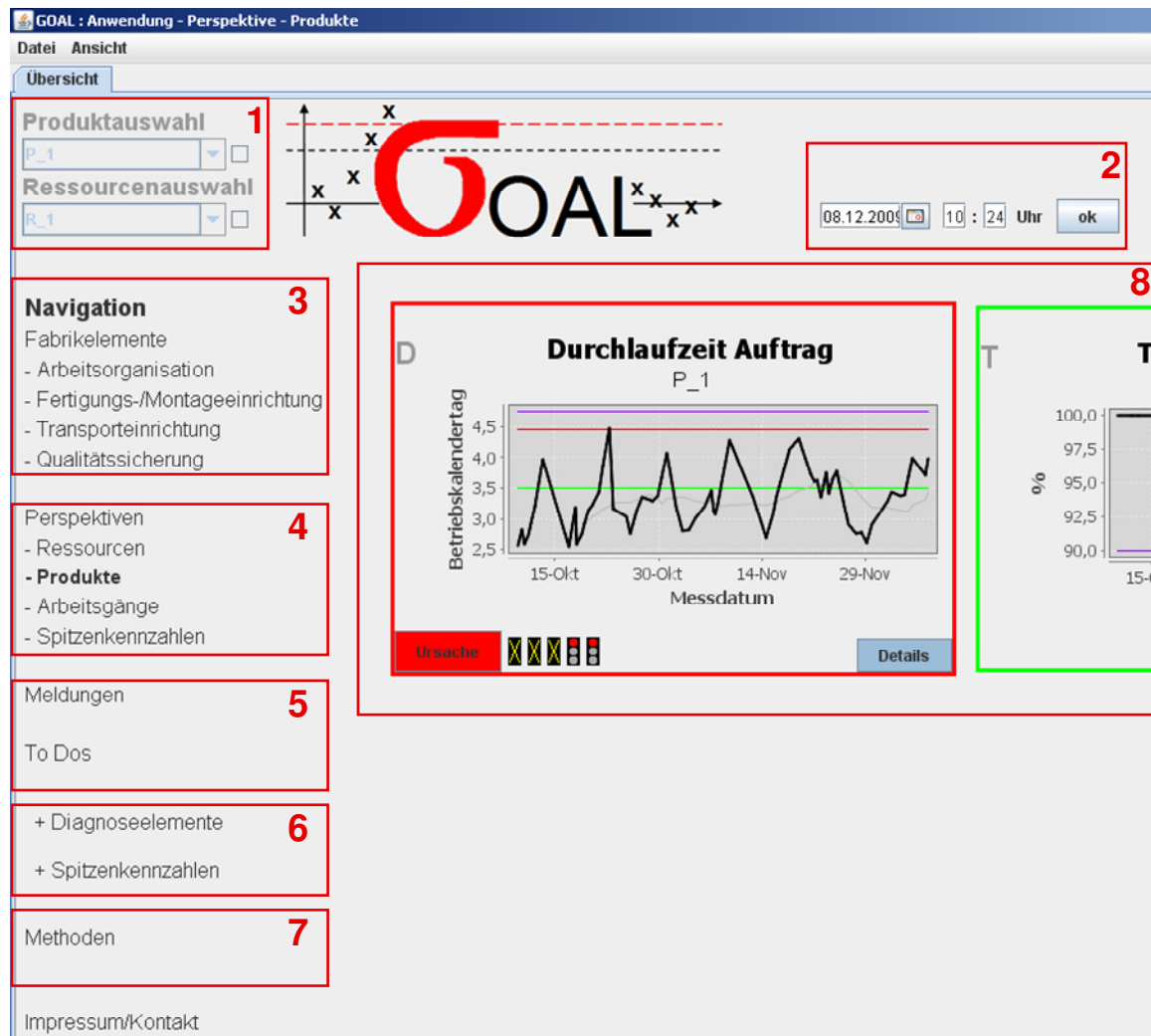


Abbildung 20: Anwendungssicht

**Internetportal einrichten:**

Das Internetportal ist unter [www.goal-projekt.iph-hannover.de](http://www.goal-projekt.iph-hannover.de) zu erreichen.

**Ergebnisse:**

- Softwarebasierter Leitfaden ✓
- Internetportal ✓

## **4.7 Arbeitspaket 7: Verifizierung, Dokumentation und Publikation der Ergebnisse**

### ***Anhand von Praxisbeispielen die Methode verifizieren:***

Projektbegleitend wurden Teilergebnisse und zum Ende des Forschungsprojektes die Gesamtmethode auf eine allgemein gültige Anwendbarkeit geprüft. Die Verifizierung schloss alle erstellten unterstützenden Werkzeuge ein und wurde in enger Zusammenarbeit mit mehreren im Projektbegleitenden Ausschuss beteiligten Produktionsunternehmen auf Basis von Praxisbeispielen durchgeführt. Hierzu wurden die allgemein gültig entwickelten Werkzeuge (softwaretechnischer Handlungsleitfaden, Kennzahlen und Methodenkatalog) von Mitarbeitern in den Unternehmen geprüft. Die durch die Verifizierung gewonnenen Erkenntnisse wurden anschließend genutzt, um die bisherigen Ergebnisse zu überarbeiten.

Um die Kennzahlen im Software-Demonstrator mit Messwerten zu testen (z. B. Test der Logik der Qualitätsregelkarten), wurde eine Simulation erstellt, die für drei Produkte und drei Ressourcen Messwerte erzeugt hat. Diese können als Datenbank in den Software-Demonstrator eingelesen werden, so dass automatisch verschiedene Graphen erstellt, angezeigt und mit der Logik der Qualitätsregelkarten analysiert werden. Der Software-Demonstrator arbeitete sowohl bei den Tests bei Unternehmen als auch bei der Nutzung großer Datenmengen aus der Simulation stabil und performant. Der Aufruf des Kennzahlen- und des Methodenkatalogs funktionierten jederzeit.

Mit den Unternehmen des Projektbegleitenden Ausschusses wurden der Arbeitsfortschritt sowie die Zwischen- und Endergebnisse regelmäßig diskutiert und mit den Praxisanforderungen abgestimmt. Dazu fanden sowohl mehrere Arbeitstreffen mit den jeweiligen Unternehmen, als auch die Sitzungen des gesamten Projektbegleitenden Ausschusses, statt.

Ein Ergebnis der Abstimmungen war die Visualisierung der Zustände der unter- und übergeordneten Diagnosekennzahlen im Ursache-Wirkungsbaum durch Ampeln (Abbildung 21, vgl. Symbolverzeichnis). Die untergeordneten Diagnoseelemente der Übergangszeit sind die Transport- und Liegezeit. Sie sind beide gelb markiert und signalisieren eine Überschreitung der Warngrenzen. In der Qualitätsregelkarte der Übergangszeit ist diese Information mithilfe der zwei Ampeln neben dem Ursache-

Button visualisiert. Bei dem Halten der Maus über eine Ampel erscheint eine Information, welche dem Benutzer die Diagnosenummer, den -namen und das dem Diagnoseelement zugeordnete Produkt oder Ressource mitteilt. Die Visualisierung durch die Ampeln ermöglicht auf einem Blick die Anzahl der unter- und übergeordneten Diagnoseelemente und deren Zustände zu erkennen.

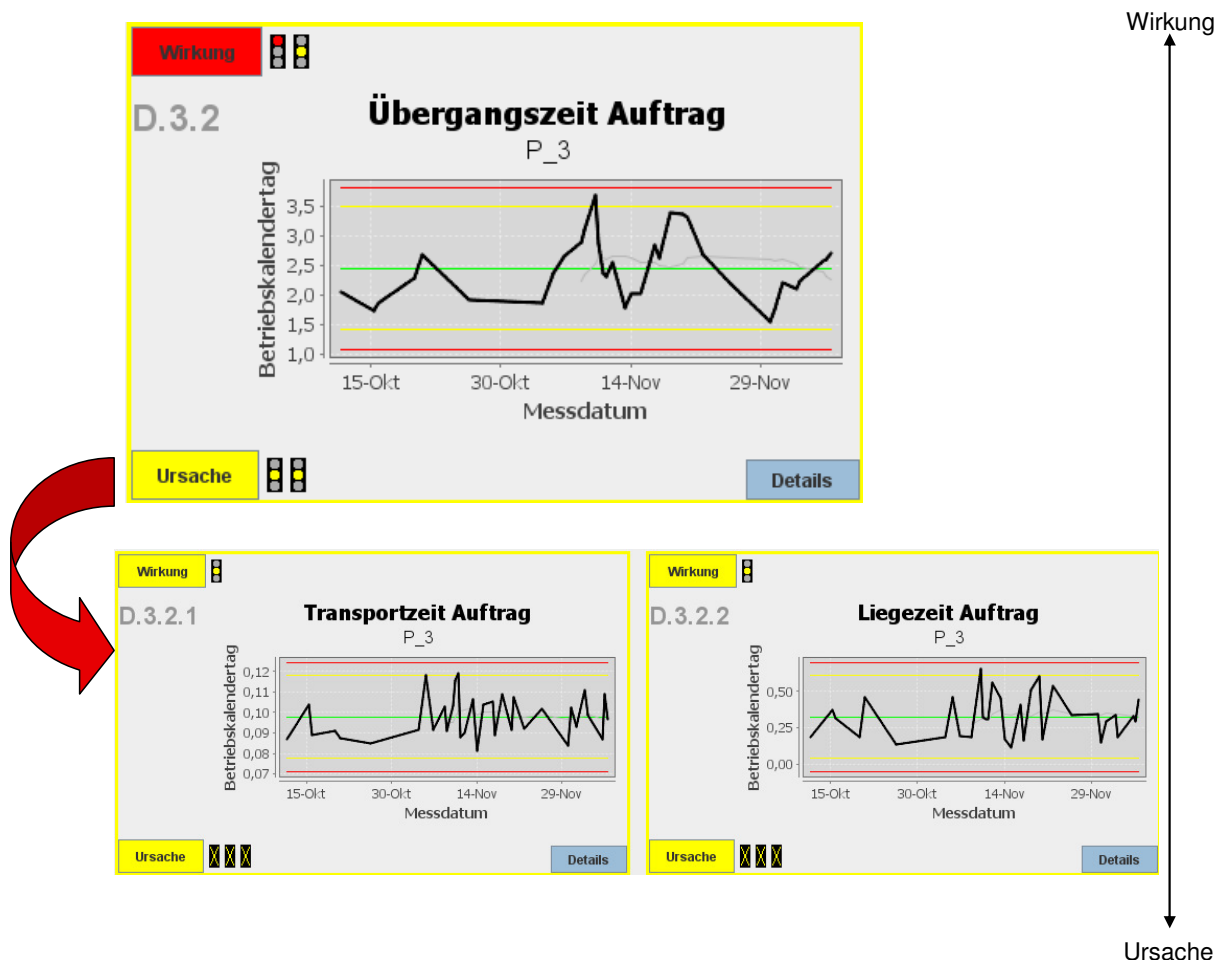


Abbildung 21: Visualisierung der Zustände der Qualitätsregelkarten durch Ampeln

Der PA befand den Software-Demonstrator als hilfreich und praktisch und würde sich eine fertige Software, die dem im Forschungsprojekt erarbeiteten Konzept entspricht, wünschen. Als wichtige aber für KMU häufig schwer zu erreichende Schwelle hat sich die automatisierte Kennzahlenerfassung herausgestellt. Durch die Verbreitung der Projektergebnisse soll der Nutzen, der aus einer Kennzahlenerfassung und automatisierten Auswertung gezogen werden, einer breiteren Fachöffentlichkeit veranschaulicht werden.

***Die Ergebnisse und die veröffentlichten Teilergebnisse in Fachzeitschriften und auf einer Internet-Projektseite dokumentieren:***

Der Abschlussbericht stellt die Dokumentation der Gesamtmethode dar, da er eine thematische Hinführung zum Thema, einen Überblick über die Gesamtmethode und die Erläuterung der einzelnen Schritte enthält. Die ausführliche Erläuterung der verwendeten Kennzahlen und Methoden sowie die Darstellung des kompletten Ursache-Wirkungsbaumes und die Ergebnisse der empirischen Studie sind beim IPH zu beziehen.

Die Veröffentlichungen der Teilergebnisse geschah über mehrere Zeitschriften sowie über das Internetportal [www.goal-projekt.iph-hannover.de](http://www.goal-projekt.iph-hannover.de). Die ausführliche Dokumentation, in welchen Zeitschriften Beiträge veröffentlicht wurden und wie die Ergebnisse des Projektes in die akademische Lehre einfließen, ist in Kapitel 6 beschrieben.

Ergebnisse:

- Anhand von Praxisbeispielen verifizierte Methode ✓
- Dokumentation der Ergebnisse ✓
- Veröffentlichte Teilergebnisse in Fachzeitschriften  
und auf einer Internet-Projektseite ✓

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

### **5.1 Innovativer Beitrag der angestrebten Forschungsergebnisse**

Die Entwicklung eines Leitfadens zur systematischen und einfachen Operationalisierung von Logistikstrategien für KMU ist in mehreren Hinsichten neuartig. Zunächst werden für KMU allgemeingültige Logistikstrategien identifiziert. Diese werden mit Logistikzielen in Verbindung gebracht, so dass eine allgemeingültige, KMU-gerechte Darstellung von Logistikstrategien und -zielen sowie deren Abhängigkeiten entsteht. Dadurch werden die KMU befähigt, ihre Logistikziele abhängig von ihren Logistikstrategien selbstständig zu bestimmen.

Eine weitere Innovation wird erzielt, indem die Abhängigkeiten zwischen den Logistikzielen und den zugeordneten Kennzahlen untersucht und bewertet werden können, so dass die Relevanz jeder Kennzahl für das zu messende Logistikziel ersichtlich wird.

Weiterhin stellen erstmals Fabrikelemente das Mittel zur Umsetzung von logistischen Verbesserungsmaßnahmen dar. Um die relevanten Fabrikelemente bei dem zu betrachtenden Unternehmen zu identifizieren, werden die Abhängigkeiten zwischen diesen und den Kennzahlen untersucht.

Ferner erfolgt die Ableitung von logistischen Verbesserungsmaßnahmen über eine Auswahl von Methoden und Werkzeugen. Dabei müssen sie KMU-gerecht, d. h. z. B. aufwandsarm, einfach und schnell umsetzbar sein. Daher wird zum einen eine Klassifizierung der Methoden und Werkzeuge auf Basis festgelegter Kriterien vorgenommen. Zum anderen werden die Methoden und Werkzeuge Fabrikelementen zugeordnet. Dadurch wird ein Werkzeugkasten als Hilfsmittel zur Umsetzung für KMU bereitgestellt.

Letztendlich wurde der Leitfaden in Form eines Software-Demonstrators umgesetzt und dadurch leicht anwendbar. Diese Umsetzung ermöglicht die Erweiterbarkeit und die einfache Verbreitung des Leitfadens

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass durch die Entwicklung des angestrebten Leitfadens zur Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien den KMU ein Hilfsmittel an die Hand gegeben wird, mit dem sie sowohl auf strategi-

scher als auch operativer Ebene Verbesserungspotenziale identifizieren, umsetzen, kontinuierlich überprüfen und bewerten können. Aufbauend auf bisherigen Forschungsarbeiten werden so entwickelte Werkzeuge und Methoden auch für KMU im Kontext schnell und einfach anwendbar ohne die übergeordneten Ziele aus dem Auge zu verlieren.

Der nachstehenden Tabelle 5 sind die Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses zu entnehmen.

Tabelle 5: Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses

<b>Unternehmen</b>	<b>Branche</b>	<b>Produkte</b>	<b>KMU</b>
<i>Bartscher GmbH</i>	Großküchenbedarf und -einrichtungen	Vertrieb von Geräten für den professionellen Gastronomiebedarf	x
<i>Dialog EDV Systementwicklung GmbH</i>	EDV	Labor-Informations- und Management-Systeme	x
<i>EcoCraft-Automotive GmbH &amp; Co. KG</i>	Nutzfahrzeuge	Kleintransporter mit Elektro- und Hybridantrieb	x
<i>p.l.i. solutions GmbH</i>	Beratung	Logistik-Beratung	x

## 5.2 Voraussichtliche Nutzung der angestrebten Forschungsergebnisse

Durch die Nutzung des beschriebenen Leitfadens werden KMU in die Lage versetzt, Logistikstrategien selbstständig, aufwandsarm und reproduzierbar im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses umzusetzen. Somit können neue Wettbewerbsvorteile erzielt und die Kundenbindung langfristig gesichert werden. Insgesamt werden die beschriebenen Maßnahmen nach und nach zu einem Paradigmenwechsel in kleinen und mittelständischen Unternehmen beitragen: Die Logistikstrategie wird nicht länger als unvermeidbares Übel, sondern als Chance zur Sicherung und zum Ausbau von Wettbewerbsvorteilen etabliert. Der Aufbau eines strategischen Logistik-Controllings wird für KMU durch die Projektergebnisse einfacher und kann mit einem geringeren Aufwand realisiert werden.

Die Verfolgung von Logistikstrategien setzt auf eine hohe Qualität der Planung sowie die Umsetzung von konkreten Maßnahmen und deren konsequente und kontinuierliche Kontrolle. Größere Unternehmen haben in der Regel durch spezialisierte Organisationseinheiten für die Logistik bessere Möglichkeiten, die Maßnahmenpläne zu erstellen, deren Umsetzung sicherzustellen und Auswirkungen auf Zielgrößen zu analysieren. Bei KMU besteht diese Möglichkeit durch die starke Einbindung aller Mitarbeiter in das Tagesgeschäft kaum. Diese Unternehmen sind auf eine praxisgerechte Unterstützung und eine einfach anwendbare Methoden zur Prozessverbesserung, welche sich an der logistischen Zielausrichtung orientiert und im Einklang mit der Logistikstrategie steht, angewiesen.

Ein leistungsfähiges Logistik-Controlling, das die Verbesserung der Logistikleistung unterstützt, ist für nahezu alle produzierenden Unternehmen sinnvoll, da Rationalisierungspotenziale der Produktion nahezu ausgeschöpft sind und die Logistikleistung zu einem wichtigen Differenzierungsmerkmal gegenüber dem Wettbewerb geworden ist [Pfo06]. Die behandelte Thematik zeigt somit Aktualität und Relevanz für KMU.

### **5.3 Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit klein- und mittelständischer Unternehmen**

Durch die Nutzung der entwickelten Methode werden Unternehmen in die Lage versetzt, ein leistungsfähiges Logistik-Controlling aufwandsarm zu implementieren, da der entwickelte Leitfaden eine sofortige, konfigurationsarme und einfache Nutzung durch KMU ermöglicht. Mit Hilfe dieses Systems werden Unternehmen in die Lage versetzt, ihre gewählte Unternehmensstrategie nachhaltig zu unterstützen, indem sie die daraus abgeleitete Logistikstrategie über anforderungsgerechte Kennzahlen überwachen und in diesem Rahmen Maßnahmen auf operativer Ebene ableiten.

Die Einführung sowie Durchführung eines Logistik-Controllings ist nicht länger als Problem, sondern als Chance zur Sicherung und zum Ausbau von logistischen Wettbewerbsvorteilen anzusehen. Durch die Anwendung der Projektergebnisse ist ein Logistik-Controlling für KMU beherrschbar.

In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass sich KMU zunehmend dem harten Wettbewerb ausländischer Konkurrenz aus Niedriglohnländern stellen müssen. Um nachhaltig dem starken Preisdruck standhalten und die Wettbewerbsfähigkeit sichern zu

können, sind diese gezwungen, ihre Reaktionsgeschwindigkeit und Flexibilität weiter auszunutzen und zu optimieren. Dies können KMU mit Hilfe des in diesem Forschungsprojekt entwickelten Leitfadens erreichen, welches ihre Logistikprozesse durch die Beherrschung der Ziele der Produktionslogistik verbessert.

KMU können überprüfen, wie die bestehenden Logistikprozesse angepasst werden müssen und werden zusätzlich bei der Ableitung anforderungsgerechter Maßnahmen unterstützt. Dieses ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn bei den Mitarbeitern nicht das Know-how vorhanden ist, die Parameter ohne Unterstützung anzupassen.

Die entwickelte Methode bietet KMU ein Verfahren, mit dem sie selbständig und ohne großen Aufwand ein kontinuierliches und leistungsstarkes Logistik-Controlling durchführen können. Somit können alle KMU, die die Methode anwenden, den Aufwand für Beratungsleistungen reduzieren. Langfristig kann Know-how im eigenen Unternehmen aufgebaut werden.

## 6 Umsetzung der Forschungsergebnisse

Durch das IPH wurde die Verbreitung der Forschungsergebnisse in Forschung und Lehre sichergestellt. Eingereichte und erschienene Veröffentlichungen über die Forschungsergebnisse ermöglichen den Eingang in Vorlesungen an anderen Hochschulen sowie die Nutzung durch die interessierte Fachöffentlichkeit (Tabelle 6).

Tabelle 6: Veröffentlichungen

	<b>Autor(en)</b>	<b>Medium</b>	<b>Titel</b>	<b>Status</b>
1	Dipl.-Wirtsch.-Ing. Matthias Elsweier	Logistics.de	Schlussbericht	erschienen
2	Dipl.-Wirtsch.-Ing. Matthias Elsweier	Logistik Heute	Logistischer Einklang - Harmonie zwischen Logistikstrategie und operativen Maßnahmen -	eingereicht, (erscheint vorauss. 4/2010)
3	Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Matthias Elsweier, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Frauke Hertrampf	Jahrbuch 2010 des Deutschen Instituts für KMU-Forschung	Von der Logistikstrategie zur operativen Maßnahme in KMU: Konzept eines Expertensystems zur Diagnose in der Produktionslogistik	eingereicht, (erscheint vorauss. 6/2010)

4	Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis, Dipl.-Wirtsch.-Ing. Matthias Elsweier, Dr.-Ing. Dipl.-Oec. Rouven Nickel	43rd CIRP International Conference on Manufacturing Systems, Wien 2010	Rule based Expert System with Quality Control Cards to support a Logistic Strategy on Operational Level	eingereicht, (erscheint vorauss. 5/2010)
---	---	--	---	--

Darüber hinaus stellt die beteiligte Forschungseinrichtung im Rahmen der Vorlesungstätigkeiten des Instituts für Fabrikanlagen und Logistik an der Leibniz Universität Hannover die Übernahme der Ergebnisse in die akademische Lehre sicher. Elf Studierende und deren Professoren deutscher Hochschulen haben durch die Erstellung ihrer Studienarbeiten die Inhalte des Forschungsprojekts kennen gelernt und in einzelnen Bereichen mit gestaltet (Tabelle 7).

Tabelle 7: Studienarbeiten

	Name	Hochschule	Studiengang	Thema
1	Sven Wenzel	Fachhochschule Braunschweig/ Wolfenbüttel	Diplom Kaufmann (FH) Logistik- und Informationsmanage- ment	Operationalisierung verschiedener Logistikstrategien und -ziele mit Hilfe der Balanced Score Card bei kleinen und mittelständischen Unternehmen
2	Jan Dinter	Technische Fachhochschule Wildau	Diplomingenieur (FH) Ingenieurwesen Maschinenbau	Entwicklung eines Logistik- Controllings der Produktionslogistik basierend auf Fabrikelementen für KMU
3	Giorgi Dolidze	Fachhochschule Hannover	Bachelor Wirtschaftsinformatik	Analyse und Formalisierung der Produktionslogistischen Grundge- setze sowie Umsetzung in Java als Überwachungswerkzeug
4	Dierk Rhoden	Fachhochschule Wilhelmshaven	Bachelor Wirtschaftsingenieur	Diagnose auf Basis der produkti- onslogistischen Spitzenkennzahlen zur Maßnahmeneinleitung bei Kennzahlenabweichung in der Qualitätsregelkarte
5	Patrick Flimm	Leibniz Universität Hannover	Diplomingenieur Maschinenbau	Inhaltliche und visuelle Erweiterung der Problemlösungsbäume auf Basis der Spitzenkennzahlen sowie deren Verifizierung im Forschungs- projekt GOAL
6	Christoph Wiens	Fachhochschule Hannover	Bachelor Informatik	Entwicklung eines Leitfadens und Analysetools zur Operationalisie- rung und Anwendung von Logistik- zielen
7	Arne Straatmann	Leibniz Universität Hannover	Diplom Wirtschaftsingenieur	Grundgesetze der Produktionslo- gistik innerhalb des Logistik- Controllings des Forschungsprojek- tes GOAL

8	Tanja Kessel	Technische Universität Chemnitz	Diplom Wirtschaftsingenieur	Vergleich des Konzeptes des Forschungsprojektes 'GOAL – Geregelte Operationalisierung und Anwendung von Logistikstrategien' mit anderen Konzepten des Logistik-Controllings
9	Andreas Weniger	Universität Magdeburg	Diplom Wirtschaftsingenieur	Integration von Regeln in einem Expertensystem auf Basis von Ursache-Wirkungszusammenhängen
10	Grace Yague	Leibniz Universität Hannover	Master Produktion und Logistik	Arbeitstitel: Aufbau von Testszenarien zur automatisierten Diagnose
11	Alexander Wagner	Leibniz Universität Hannover	Diplom Maschinenbau	Wissenschaftliche Hilfskraft
12	Katrin Beltin	Leibniz Universität Hannover	Master Produktion und Logistik	Wissenschaftliche Hilfskraft

Das IPH wird zusätzlich im Rahmen von Workshops und Orientierungsberatungen die Nutzung des Leitfadens einer großen Anzahl an kleinen und mittelständischen Unternehmen beschäftigungswirksam vermitteln. Durch die Einbindung von Unternehmen in das Projekt wurde die Praxisrelevanz und -nähe der Inhalte des Leitfadens sichergestellt und die Akzeptanz der Projektergebnisse signifikant erhöht.

Zur Durchführung des Forschungsvorhabens wurde ein Projektbegleitender Ausschuss (PA) gebildet, in dem sich die Unternehmen des PA viermal (0. - 3. Arbeitstreffen) über die gesammelten Erfahrungen sowie die Projektergebnisse beraten und das weitere Vorgehen im Projekt detaillieren konnten (Tabelle 8). Der Arbeitsfortschritt sowie die Zwischen- und Endergebnisse wurden regelmäßig diskutiert, bewertet und im Rahmen von Einzelterminen bei Unternehmensbesuchen und Arbeitstreffen des Projektbegleitenden Ausschusses mit den Praxisanforderungen abgestimmt.

Tabelle 8: Treffen zum Forschungsprojekt

	Datum	Veranstaltung
1	29. Apr. 2008	0. Sitzung des Projektbegleitenden Ausschuss
2	19. Sep. 2008	Vorstellung des Forschungsprojektes bei p.l.i. solutions
3	10. Okt. 2008	Arbeitstreffen bei p.l.i. solutions
4	14. Okt. 2008	Arbeitstreffen bei Bartscher Logistik
5	17. Okt. 2008	Arbeitstreffen bei JoRe Werkzeugbau GmbH
6	28. Okt. 2008	1. Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses
7	20. Mrz. 2009	Arbeitstreffen mit den Geschäftsführern der dialogEDV GmbH
8	16. Apr. 2009	Präsentation beim „Tag der Logistik“ (BVL) am IPH
9	19. Aug. 2009	2. Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses
10	26. Aug. 2009	Präsentation bei der ipol GmbH
11	1. Sep. 2009	Expertengespräch mit Prof. Peter Nyhuis
12	12. Okt. 2009	Arbeitstreffen Ecocraft Automotive
13	12. Okt. 2009	Abschlusspräsentation und Diskussion der Projektergebnisse mit Prof. Peter Nyhuis
14	27. Nov. 2009	3. Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses

Die Zusammenarbeit mit den Unternehmen sichert die Praxistauglichkeit der Ergebnisse. Der Kenntnistransfer zwischen den Forschungsstellen und den Unternehmen sowie die Verifizierung der Ergebnisse waren damit gewährleistet.

Bereits projektbegleitend wurde eine Projektpräsentation im Internet unter [www.goal-projekt.iph-hannover.de](http://www.goal-projekt.iph-hannover.de) aufgebaut.

Zusätzlich fließen die Ergebnisse in das jährlich vom IFA und IPH durchgeführte Seminar zum Thema Produktionsmanagement „Logistische Exzellenz in der Produktion“ ein. Weiterhin wurden die Ergebnisse im Rahmen eines Vortrages im IPH am „Tag der Logistik“ der BVL am 16.04.2009 der interessierten Fachöffentlichkeit vorgestellt.

Für die durchgeführten Recherchen und Entwicklungen wurde ein wissenschaftlicher Mitarbeiter 22 Monate in Vollzeit beschäftigt. Er wurde bei der Erstellung des Software-Demonstrators für 2 Monate von einem Programmierer unterstützt. Eine studentische Hilfskraft konnte die Forschungsarbeit 9 Monate durch Recherchen und Auswertungen unterstützen.

Die geleistete Arbeit entspricht in vollem Umfang dem begutachteten und bewilligten Antrag und war daher für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen.

## 7 Durchführende Forschungsstelle

Das *IPH* – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung, die eng mit der Universität Hannover kooperiert. Die Gesellschafter des IPH, Prof. Behrens, Prof. Overmeyer und Prof. Nyhuis, sind gleichermaßen Inhaber produktionstechnischer Lehrstühle an der Leibniz Universität Hannover. Die Gliederung des IPH in die drei Abteilungen „Prozesstechnik“, „Produktionsautomatisierung“ und „Logistik“ spiegelt die Ausrichtung dieser Lehrstühle wider.

Das IPH wurde 1988 mit Unterstützung des niedersächsischen Wirtschaftsministeriums gegründet und ist besonders der technologischen Förderung mittelständischer Industriebetriebe verpflichtet. Der Technologietransfer von der Universität in die Industrie erfolgt dabei hauptsächlich über gemeinsam mit der Industrie durchgeführte, öffentlich geförderte Verbundforschungsprojekte sowie über Fortbildungsseminare und Arbeitskreise für spezielle Zielgruppen aus Industrie und Handel. Darüber hinaus stellt das IPH laufend in einer Vielzahl ausschließlich industriefinanzierter Beratungsprojekte seine Praxisorientierung und Wettbewerbsfähigkeit unter Beweis.

### 7.1 Leiter der Forschungsstelle

#### ***IPH* – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH**

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens,

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

Prof. Dr.-Ing. Ludger Overmeyer,

Dr.-Ing. Dipl.-Oec. Rouven Nickel

Geschäftsführende Gesellschafter des *IPH* – Institut für Integrierte Produktion Hannover gemeinnützige GmbH, Hollerithallee 6, 30419 Hannover, Tel.: 0511/27976-119

## **7.2 Projektleiter**

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Matthias Elsweier

Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Logistik des IPH

Hannover, 11.03.2010

Prof. Dr.-Ing. habil.

Peter Nyhuis

Geschäftsführender Gesellschafter

Dr.-Ing. Dipl.-Oec.

Rouven Nickel

Geschäftsführer

## Literaturverzeichnis

- [Abe94] Abels, H.; Anagnostou, E.; Brockmann, K.-H.: Wie gut ist Ihre Logistik? Richtwertekatalog für Produktionsunternehmen. Verlag TÜV-Rheinland, Köln 1994.
- [Acé08] Acél, P.; Stirnemann, K.: Logistikcontrolling deckt verborgene Potentiale auf. In: Blickpunkt: KMU, Blickpunkt: KMU Verlag GmbH, (2008), H. 2.
- [Are03] Arend, T.: Maschinenexperten - Expertenmaschinen, Expertensysteme in der kommerziellen Praxis. Peter Lang GmbH - Europäischer Verlag der Wissenschaften, Frankfurt am Main 2003.
- [Arn08] Arnold, D.; Isermann, H.; Kuhn, A.: Handbuch Logistik. 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin u. a. 2008.
- [Bac01] Bachmann, M.; Jeker, C.: Balanced Scorecard im Mittelstand: Maßanzug der BSC AG. In: Management und Qualität, TÜV Media GmbH, (2001), H. 3, S. 8-11.
- [Bas03] Baszenski, N. (Hrsg.): Methodensammlung zur Unternehmensprozess-Optimierung, Wirtschaftsverlag, Bachem 2003.
- [Bau90] Baumgarten, H.: Logistik verbindet. In: 7. Deutscher Logistik-Kongreß, 90. Bundesvereinigung Logistik (BVL). Bd. 1, Berlin 1990, Seite 444-462.
- [Cie05] Cieminski, G. von; Fischer, A.: Ganzheitliches Logistik-Controlling in der innerbetrieblichen Prozesskette. In: PPS-Management, GITO-Verlag, 10. Jg. (2005), H. 4, S. 11-14.
- [Del90] Delfmann, W.: Integration von Marketing und Logistik. In: Berichtsband zum Deutschen Logistik-Kongreß '90, Huss Verlag, München 1990, S. 154-168.
- [Dür01] Dürrschmidt, S.: Planung und Betrieb wandlungsfähiger Logistiksysteme in der variantenreichen Serienproduktion. Dissertation, Technische Universität München, Herbert Utz Verlag, München 2001.

- [Fel91] Feldhahn, K.-A.: Logistikmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen. Dissertation, TU Braunschweig 1991.
- [For85] Ford Motor Company (Hrsg.): Statistische Prozessregelung. Leitfaden (Form EU 880b), Ford Motor Company, Köln 1985.
- [Fri00] Friedag, H. R.; Schmidt, W.: Balanced Scorecard. Mehr als ein Kennzahlensystem. 2. Aufl., Haufe Verlag, Freiburg 2000.
- [Gie03] Gienke, H.; Kämpf, R.: Praxishandbuch Produktion: Innovatives Produktionsmanagement: Organisation, Konzepte, Controlling. Carl Hanser Verlag, Köln 2003.
- [Gle08] Gleißner, H.; Femerling, J. C.: Logistik. Grundlagen - Übungen - Fallbeispiele. Gabler Verlag, Wiesbaden 2008.
- [Göt99] Götze, U.; Mikus, B.: Strategisches Management. GUC Verlag, Chemnitz 1999.
- [Gro08] Großklaus, R.: Neue Produkte einführen - Von der Idee zum Markterfolg. Gabler Verlag, Wiesbaden 2008.
- [Gut51] Gutenberg, E: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Band 1: Die Produktion. In: Gutenberg, E (Hrsg.): Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft. Abteilung Staatswissenschaft, Bd. 1, Springer-Verlag, Berlin u. a. 1951.
- [Ifm09] Institut für Mittelstandsforschung Bonn: KMU-Definition des IfM Bonn. <http://www.ifm-bonn.org/index.php?id=89>, 27.10.2009.
- [Jac02] Jackson, P.: Introduction to Expert Systems. 3. Aufl., Pearson Education, New Zealand 2002.
- [Jan04] Jansen, R. et al.: Integration der Transpondertechnologie zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der operativen Produktionssteuerung. In: Müller, E. et al. (Hrsg): Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, H. 38, Chemnitz 2004.

- [Kam07] Kaminske, G.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A bis Z. 6. Aufl., Carl Hanser Verlag, München 2007.
- [Kap97] Kaplan, R. S.; Norton, D. P.: Balanced Scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1997.
- [Kap04] Kaplan, R. S.; Norton, D. P.: Strategy Maps: Der Weg von immateriellen Werten zu materiellem Erfolg. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2004.
- [Ker03] Kernler, H.: Logistiknetze. Hüthig Verlag, Heidelberg 2003.
- [Kra06] Kraus, S.: Strategische Planung und Erfolg junger Unternehmen. Gabler Verlag, Wiesbaden 2006.
- [Küp05] Küpper, H.-U.: Controlling - Konzeption, Aufgaben, Instrumente. 4. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2005.
- [Kum05] Kummert, B.: Controlling in kleinen und mittleren Unternehmen. Gabler Verlag, Wiesbaden 2005.
- [Kum08] Kummer, S.; Westphal, J. R.: Logistik-Controlling, in: Arnold, D.; Kuhn, A.; Isermann, H.; Tempelmeier, H.; Furmans, K.: Handbuch Logistik, 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2008.
- [Lin02] Linß, G.: Qualitätsmanagement für Ingenieure. 2. Aufl., Carl Hanser Verlag, München Wien 2005.
- [Löd05] Lödding, H.: Verfahren der Fertigungssteuerung - Grundlagen, Beschreibung, Konfiguration. Springer-Verlag, Berlin u. a. 2005.
- [Luc04] Luczak, H.; Wiendahl, H.-P.; Weber, J.: Logistik-Benchmarking. Praxisleitfaden mit LogiBEST. 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin u. a. 2004.
- [Mül05] Müller-Stevens, G.; Lechner, C.: Strategisches Management, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2005.

- [Nof05] Nofen, D.; Klußmann, J. H.; Löllmann, F.: Komponenten und Aufbau einer wandlungsfähigen modularen Fabrik. In: Wiendahl, H.-P. et al. (Hrsg.): Planung modularer Fabriken. Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. Carl Hanser Verlag, München Wien 2005.
- [Nyh02] Nyhuis, P.; Wiendahl, H.-P.: Logistische Kennlinien - Grundlagen, Werkzeuge und Anwendungen. 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin u. a. 2002.
- [Nyh08] Nyhuis, P. et al.: Grundlagen der Produktionslogistik, in: Arnold, D./ Kuhn, A./ Isermann, H./ Tempelmeier, H./ Furmans, K.: Handbuch Logistik, 3. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 2008.
- [Pfo06] Pfohl, H.-C.: Betriebswirtschaftslehre der Mittel- und Kleinbetriebe. 4. Aufl., Erich Schmidt Verlag, Berlin 2006.
- [Por80] Porter, M. E.: Competitive Strategy. Techniques for Analyzing Industries and Competitors. Free Press, New York London 1980.
- [Por85] Porter, M. E.: Competitive Advantage. Creating and Sustaining Superior Performance. Free Press, New York 1985.
- [Pwc01] PwC Deutsche Revision: Die Balanced Scorecard im Praxistest: Wie zufrieden sind die Anwender?. PriceWaterhouseCoopers, Frankfurt am Main 2001.
- [San04] Sander, M.: Marketing-Management. Lucius Verlag, Stuttgart 2004.
- [Sch07] Schindlbeck, K.; Diring, F.: Controlling im Mittelstand 2007. Repräsentative Studie über das Controlling in mittelständischen Unternehmen in Deutschland. Haufe Akademie GmbH, Freiburg 2007.
- [Sie98] Siegart, G.: Kennzahlen für die Unternehmensführung. 5. Auflage, Paul Haupt Verlag, Wien 1998.
- [Str05] Straube, F.; Dangelmaier, W.; Günther, W.A.; Pfohl, C.: Trends und Strategien in der Logistik – Ein Blick auf die Agenda des Logistik-Managements 2010, Deutscher Verkehrs-Verlag GmbH, Bremen 2005.

- [Tin99] Tintelnot, C. ;Meißner, D.; Steinmeier, I.: Innovationsmanagement. Springer-Verlag, Berlin u. a. 1999.
- [Töp02] Töpfer, A.; Lindstädt, G.; Förster, K.: Balanced Scorecard - Hoher Nutzen trotz zu langer Einführungszeit. In: Controlling, 14. Jg. (2002), H. 2, S. 79-84.
- [VDI04] Verband deutscher Ingenieure: Logistikkennzahlen für die Produktion. VDI 4400 Blatt 2, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2004.
- [Vog04] Vogel, M.; Fischer, A.; Nyhuis, P.: Logistische Terminkennlinie - Ein Werkzeug zur Beherrschung der Terminsituation von Produktionssystemen. In: PPS-Management, GITO Verlag, 9. Jg. (2004), H. 3, S. 38-40.
- [Web98] Weber, J.: Logistikmanagement. 2. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 1998.
- [Web00] Weber, J.; Schäffer, U.: Balanced Scorecard und Controlling - Implementierung, Nutzen für Controller, Erfahrungen in deutschen Unternehmen. 3. Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden 2000.
- [Web01] Weber, J.: Logistik-Controlling. 4. überarb. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2001.
- [Web02] Weber, J.: Logistik- und Supply Chain Controlling. 5. Aufl., Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart 2002.
- [Wie05] Wiendahl, H.-P.; Nofen, J.; Klußmann, J. H.; Breitenbach, F.: Planung modularer Fabriken: Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. Carl Hanser Verlag, München, 2005.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilziele des Projektes.....	6
Abbildung 2: Wettbewerbsmatrix nach PORTER.....	10
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Logistikstrategie und Unternehmensstrategie .....	11
Abbildung 4: Logistikziele (in Anlehnung an [Luc04]) .....	12
Abbildung 5: Zielsystem der Produktionslogistik.....	13
Abbildung 6: Logistikstrategien der Produktionslogistik.....	14
Abbildung 7: Aufbau eines Diagnoseelementes .....	20
Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Ursache-Wirkungsbaum in GOAL .....	21
Abbildung 9: Aufbau Methodenkurzübersicht.....	26
Abbildung 10: Zusammensetzung der Fabrikelemente aus mehreren Diagnoseelementen.....	28
Abbildung 11: Regelkreis im Forschungsprojekt GOAL.....	29
Abbildung 12: Regelkreis des Software-Demonstrators .....	30
Abbildung 13: Qualitätsregelkarte aus dem Software-Demonstrator .....	31
Abbildung 14: Nutzerrollen des Software-Demonstrators.....	32
Abbildung 15: Ausschnitt des Aufbaus von Verknüpfungen im Software-Demonstrator .....	34
Abbildung 16: Einpflegen einer neuen Kennzahl in den Software-Demonstrator .....	35
Abbildung 17: Zuordnung von Methoden zu einer Kennzahl .....	36
Abbildung 18: Anwendungssicht.....	38
Abbildung 19: Visualisierung der Zustände der Qualitätsregelkarten durch Ampeln	40

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Logistikstrategie/Merkmal .....	12
Tabelle 2: Zuordnung der Logistikstrategie zu den Zielen der Produktionslogistik ...	13
Tabelle 3: Einflussmatrix zwischen Zielen und Kennzahlen der Produktionslogistik	19
Tabelle 4: Zuordnungsmatrix zwischen Kennzahlen (Zeilen) und Fabrikelementen (Spalten) der Produktionslogistik.....	24
Tabelle 5: Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses.....	43
Tabelle 6: Veröffentlichungen .....	45
Tabelle 7: Studienarbeiten.....	47
Tabelle 8: Treffen zum Forschungsprojekt .....	49

## Symbolverzeichnis

Symbol	Erklärung
	Diagnoseelement ist ok. (kein Trend, Run oder Grenzüberschreitung)
	Diagnoseelement näher beachten. (Warngrenze wurde überschritten)
	Diagnoseelement ist nicht ok. (Trend, Run oder Eingriffsgrenzenüberschreitung)
	Diagnoseelement befindet sich im Vorlauf und keine Grenzen von Qualitätsregelkarten werden berechnet.
	Diagnoseelement ist ok. Diagnoseelement besitzt nur eine Diagnosefrage.
	Diagnosefrage wurde noch nicht beantwortet. Diagnoseelement besitzt nur eine Diagnosefrage.
	Diagnoseelement ist nicht ok. Diagnoseelement besitzt nur eine Diagnosefrage.
	Lupe zum Öffnen eines separaten Fensters für die Darstellung des Diagramms.
	Methode, die dem Diagnoseelement zugeordnet wurde.