Wissenschaftliche Schriftenreihe

des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Egon Müller
Prof. Dr. phil. habil. Dr.-Ing. Birgit Spanner-Ulmer

Sonderheft 12, September 2006

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Egon Müller
Sprecher des Sonderforschungsbereiches 457

Vernetzt planen und produzieren VPP 2006

Tagungsband
Chemnitz
14. und 15. September 2006

Technische Universität Chemnitz
Sonderforschungsbereich 457

Technische Universität Chemnitz
Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme
09107 Chemnitz

Tagungsband „Vernetzt planen und produzieren – VPP 2006“
Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Sonderheft 12
ISSN 0947 – 2495

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall ur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetztes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich Vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbedingungen des urheberrechtsgesetztes.

Printed in Germany 2006

Herstellung:
Institut für Print- und Medientechnik (Zentrale Vervielfältigung) der TU Chemnitz

Vertrieb:
Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme

Inhalt

Vorwort ... 5
Plenar ... 9
SFB 457 – Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Sieben Jahre Netzforschung. ... 11
Ein prozessorientiertes Vorgehensmodel zur modellgestützten Fabrikplanung ... 31
Ontology-Based Flexible Supply Network Configuration ... 38
Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke ... 45
Workshop 1 ... 56
GIM: Konzept für ein prozessorientiertes Kooperationsassistenzsystem ... 58
Modellierung von Netzwerken ... 66
Antizipieren von zukünftigen Entwicklungen in vorwettbewerblichen Netzwerken zur Absicherung der Forschungsthemen von morgen ... 72
Interdisziplinäre Modellierung der Produktions- und Logistiknetzwerke ... 77
Flexible Unternehmenssoftware in kollaborativen Strukturen - Collaborative Supply Chain Management ... 81
From IMK to IMK2 – Reengineering of a Metamodel ... 84
Software-Tool zur Beschreibung von Kompetenzen der Produktentwicklung: „KoAg“ ... 89
MTM als standardisierte Prozesssprache für vernetztes Planen ... 98
Die Lösungskompetenzdatenbank–ein Beitrag zur Netzwerkbildung ... 103
Gestaltung und Bewertung regionaler Logistiknetzwerke ... 108
Autonome Transformationseinheiten zur regelbasierten Modellierung vernetzter logistischer Prozesse ... 113
Workshop 2 ... 121
Rapid-Prototyping Kompetenz in Entwicklungs- und Planungsprozessen ... 123
Erfolgreicher Serienanlauf in Produktionsnetzwerken ... 129
Distributed Workflow Management System ... 135
Qualitätsinformationssystem (QIS) für Kleinstunternehmen und KMU ... 139
Methoden und Werkzeuge für die vernetzte Fabrikplanung – Ergebnisse des Projektes netPLAN ... 145
Ansatz für eine service-basierte Fabrikplanungsumgebung ... 156
Planung von Logistikstrukturen und Produktionsstätten in kompetenzzellenbasierten Netzen ... 160
Integration der Digitalen Planung und der realen Produktion in einer Lernfabrik für aIE ... 164
Echtzeitfähiges Fabrik-Cockpit für den produzierenden Mittelstand - System zur integrierten Unternehmensplanung und –steuerung - ... 170
Vernetzt planen und produzieren - Synergieeffekte durch simultanes Planen bei der Errichtung neuer Werkstätten für kleine und mittlere Betriebe ... 175
Integration multimedialer Daten zur Arbeitsplanung und Werkerin-formation in ein wissensbasiertes CAP-System ... 178
Netzwerkorientierte Entwicklung und Inbetriebsetzung von HiPeR-Leitständen für schnelle Anlaufprozesse ... 183
Workshop 3 ... 191
Trainingskonzept zur Entwicklung von Sozialkompetenzen des Personals in Kompetenzzellennetzen auf der Basis des internetbasierten Planspiels „Unternehmensnetz“ ... 193

Mitarbeiterbefragung im Kooperationsverbund „NeLePha“ 203
Soft Facts – Hard Problems?..... 207
Lebendige Netzwerkkooperation gestalten - Das Beispiel des KMU-Unternehmensverbundes IMPRO e.V. Osterzgebirge 222
Coaching und Consulting als Dienstleistungen der Clusterinitiative Deutschland, Österreich, Schweiz D.A.CH – ein Praxisbericht..... 226
Kooperationsmanagement im Bermuda-Dreieck Über die Nebenfolgen des Einsatzes von Managementinstrumenten und Orientierungen für ihr Management 229
Workshop 4 235
SOA – Ein Management-Konzept zur Vernetzung von Partnern in kompetenzzellenbasierten Produktionsnetzen 237
Kooperationsgestaltung in Produktionsnetzen 241
Internationale KMU-Netzwerke – Chancen und Probleme 245
Kennzahlenbasiertes Controlling und Management von Lieferketten in dynamischen Produktionsnetzwerken 249
Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit nationaler Netzwerke auf internationalen Märkten ... 255
Die Evaluierung von Netzwerken und Netzwerkinitiativen – methodische Ansätze und praktische Erfahrungen..... 259
Möglichkeiten der Umsetzung einer automatisierten Gewinn- verteilung in kompetenz-zellenbasierten Produktionsnetzwerken 270
Konzepte für Kleinbetriebe zum Export industrienaher Dienstleistungen..... 274
Reengineering of a Schipyard Company Based on Core Competences..... 279

Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

vor dem Hintergrund sich immer schneller und stärker wandelnder Marktbedingungen gelten Netzwerke als die Unternehmensform des 21. Jahrhunderts. Sie erlauben insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen die Erhaltung und Erhöhung ihrer Wettbewerbsfähigkeit durch gezielte Kooperation und Bündelung ihrer Kompetenzen. Unternehmen benötigen dafür entsprechende Methoden und Instrumentarien. Diese stehen neben Theorien und Modellen im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten des Sonderforschungsbereiches (SFB) 457 „Hierarchielose regionale Produktionsnetze“ an der Technischen Universität Chemnitz.

Zum nunmehr fünften Male findet am 14. und 15. September 2006 die Fachtagung „Vernetzt planen und produzieren – VPP 2006“ statt. Es werden auch in diesem Jahr die aktuellen Ergebnisse des SFB 457, weiterer nationaler und internationaler Forschungsarbeiten und -projekte auf dem Gebiet der Netzwerkforschung sowie Erkenntnisse und Erfahrungen der praktischen Umsetzung durch die Industrie von Wissenschaftlern und Praktikern vorgestellt und diskutiert.

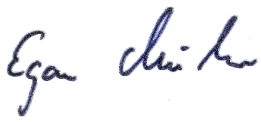
Als Referenten der Plenarveranstaltung werden Herr Prof. Kuhn von der Universität Dortmund, Herr Prof. Westkämper von der Universität Stuttgart, Herr Prof. Herzog von der Universität Bremen, Herr Prof. Nyhuis von der Universität Hannover und Herr Prof. Smirnov von der Russischen Akademie der Wissenschaften Sankt Petersburg in ihren Beiträgen verschiedene Aspekte von Netzwerken thematisieren.

Neben den schon traditionellen Workshops zu verschiedenen Themenbereichen des Bildens und Betreibens von Netzwerken wird in diesem Jahr ein zusätzlicher Workshop zum Thema „Netzwerke und Cluster in der brasilianisch-deutschen Zusammenarbeit“ stattfinden. Dieser ist Teil des Besuches einer Delegation aus Vertretern der Regierung und Wirtschaft des brasilianischen Bundesstaates Bahia, die gemeinsam mit Vertretern des Bundesministeriums für Bildung und Forschung sowie des Sächsischen Ministeriums für Wirtschaft und Arbeit an der Tagung teilnehmen werden, um neue Kontakte zu schließen und weitere Kooperationsvorhaben zu initiieren.

Die Tagung „Vernetzt planen und produzieren – VPP 2006“ ist gleichzeitig Abschlusskolloquium des SFB 457, welcher nach sieben Jahren intensiver und erfolgreicher Netzforschung dieses Jahr endet. Maßgeblichen Anteil am SFB 457 hatten die ehemaligen Sprecher Prof. Siegfried Wirth und Prof. Hartmut Enderlein.

Dank gilt der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die gewährte Förderung sowie allen am SFB 457 Beteiligten für ihr Engagement.

Ich wünsche Ihnen eine erfolgreiche Tagung und einen angenehmen Aufenthalt in Chemnitz.



Prof. Egon Müller

Sprecher des SFB 457

iPLAN

Industrieberatungsgesellschaft mbH

Organisationsprofi und Planungspartner für Unternehmen der Fertigungsindustrie

- **Fabrikplanung**

  - Technisch-funktionelle Analyse
  - Strukturierung und Dimensionierung
  - Planung, Gestaltung, Layout
  - 2-D- und 3-D-CAD, Visualisierung, Simulation

- **Betriebsorganisation**

  Erarbeitung und Einführung moderner Organisationslösungen

  - Geschäftsprozessoptimierung
  - Produktions- und Logistikmanagement
  - Gruppenarbeit, Verbesserungsprozesse
  - Qualitätsmanagement

- **IT-Technologie**

  Erarbeitung von Strategien und Konzepten zur IT-Struktur und -Entwicklung

  - Analyse von Strukturen, Prozessen, Informationsflüssen, Daten
  - Erstellen von Anforderungsprofilen und Pflichtenheften
  - Suche, Bewertung und Auswahl von Systemlösungen, Hard- und Software
  - E-Business-/E-Commerce-Technologien

iPLAN Industrieberatungsgesellschaft mbH | An der Hohen Straße 1, 08393 Meerane
Tel.: (+49)3764/4000-0 | Fax: (+49)3764/4000-40 | E-Mail: info@iplan-meerane.de

Plenar

SFB 457 – Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Sieben Jahre Netzforschung.

Prof. Dr.-Ing. Egon Müller, Sprecher des SFB 457, Technische Universität Chemnitz

1 Motivation des SFB 457 – Zukünftige Unternehmensformen

Autonome, elementare Leistungseinheiten, welche in temporären Netzen kooperieren, werden als die Unternehmensform des 21. Jahrhunderts angesehen. Kompetenzzellenbasierte (regionale) Netze, die auf einer kundenorientierten direkten Vernetzung von kleinsten Leistungseinheiten, den Kompetenzzellen (KPZ), beruhen, liefern hierzu einen wissenschaftlichen Ansatz. Zugleich zeigt dieser heutigen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) Perspektiven auf, sich den stark verändernden Wirtschaftsbedingungen zu stellen.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung von KMU ist evident. Mit ihrem hohen Bruttowertschöpfungsanteil werden sie als Arbeitgeber und Innovator auch zukünftig das Rückgrat vieler Volkswirtschaften sein. Kleine Unternehmen verfügen aber neben ihrer spezifischen Kernkompetenz nur über begrenzte Ressourcen. Aufgrund dessen können sie nur Teilsequenzen von Prozessketten realisieren. Um die Fähigkeit zur ganzheitlichen kundenorientierten Leistungserstellung innovativer komplexer Produkte bzw. Dienstleistungen beizubehalten bzw. zu erwerben, müssen entweder fehlende Kompetenzen angelagert oder durch Kooperation ergänzt werden.

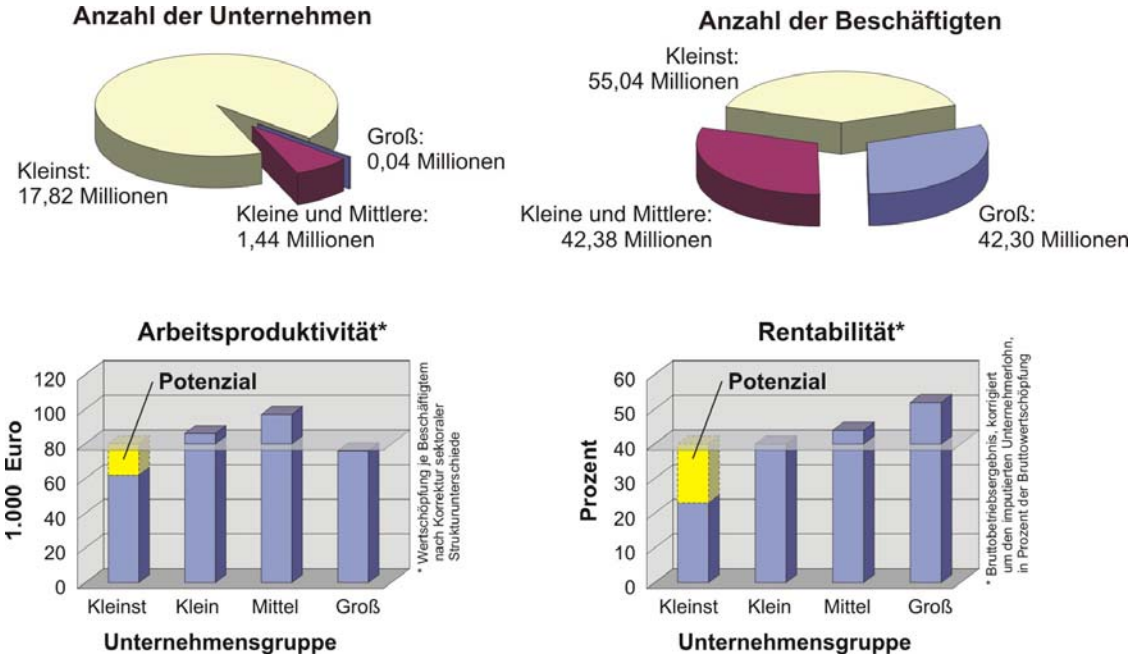


Abbildung 1: Ökonomische(s) Bedeutung und Potenzial von Kleinstunternehmen in Europa-19 [KEG02a, KEG04]

Derzeitige Kooperationsformen setzen auf hierarchische Strukturen in und zwischen Unternehmen. Diese Kooperationsbeziehungen werden nicht selten von einem einzelnen Großunternehmen sowohl technisch-organisatorisch als auch wirtschaftlich dominiert. Abhängigkeiten sind obligatorisch. Dem hierbei errungenen Vorteil relativer Stabilität steht der Nachteil der einseitigen Dominanz gegenüber. Während die Abhängigkeiten für regional bereits etablierte Unternehmen als Restriktionen wirken, entstehen insbesondere für Klein- und Kleinstunternehmen sowie für Neugründungen nicht zu unterschätzende Markteintrittsbarrieren. Im Ergebnis dessen kommt es dazu, dass regionale Kompetenzen nicht vollständig genutzt

werden und zusätzlich eine volkswirtschaftlich gewünschte Dynamik in der Gründung und Entwicklung kleiner Unternehmen behindert wird.

Insofern ist es notwendig, dass zukünftige Anstrengungen stärker auf die Gestaltung hierarchiearmer Produktions- und Organisationsstrukturen abzielen. Untermauert wird dies in Studien, die als die zukünftige Unternehmensform autonome, elementare Leistungseinheiten [LMM97], auch als „Nanocorps“ [SBa01] bezeichnet, welche in temporären Netzen [DEL98, MLa98] kooperieren, ansehen.

Darüber hinaus sind seit Beginn der Forschung im SFB 457 empirisch belegte Tendenzen zu beobachten, wodurch die wirtschaftliche Bedeutung, insbesondere von Kleinstunternehmen, die größenordnungsmäßig den Kompetenzzellen am nächsten stehen, weiter zunehmen wird. Für Europa (19 Staaten; Abbildung 1) [KEG02a, KEG02b, KEG04] gilt:

Das typische europäische Unternehmen ist ein Kleinstunternehmen.

Gegenstand dieser Vernetzung sind nicht mehr unternehmenseigene Fraktale [War92], Module [Wil94] und adaptive Segmente [WBA98, Wes00, Wil95, Wir00, WZB+00] sondern autonome Kompetenzzellen. Diese Entwicklung von hierarchisch strukturierten Unternehmensnetzen zu hierarchielosen Kompetenznetzen zeigt Abbildung 2. (vgl. [SWi04, Wir00])

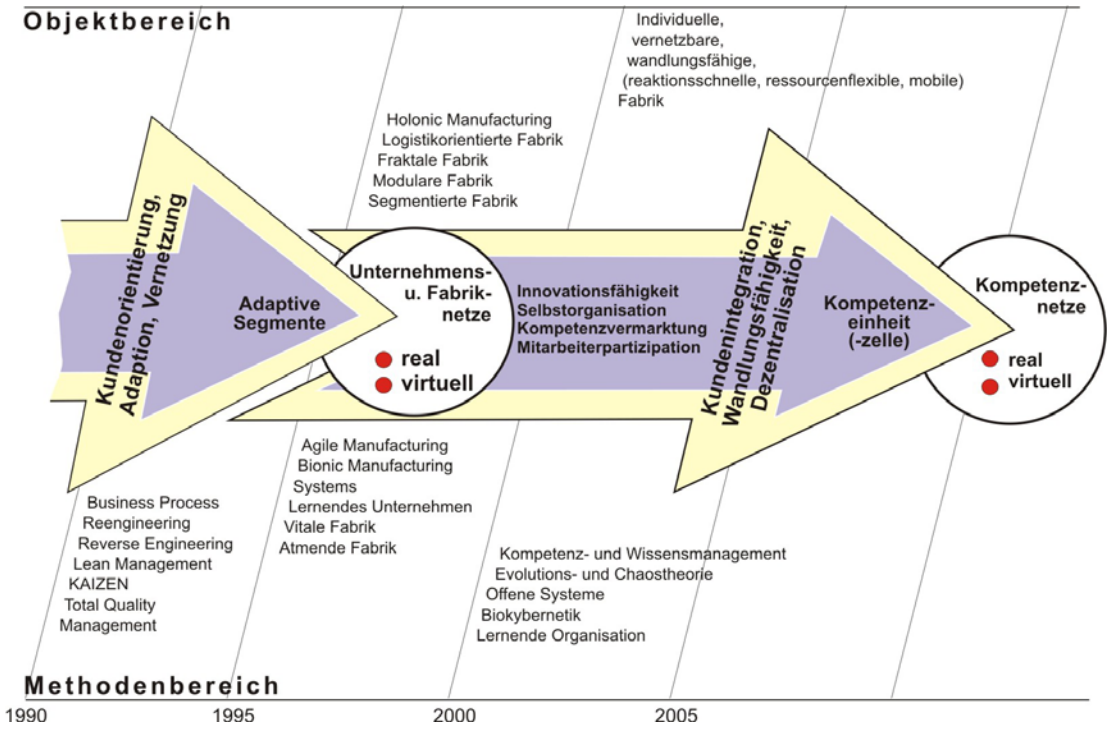


Abbildung 2: Entwicklungen von Unternehmens- zu Kompetenznetzen (vgl. [SWi04, Wir00])

Die hierarchielosen kompetenzzellenbasierten Produktionsnetze sind geprägt durch eine hohe Innovationsfähigkeit, Selbstorganisation, Kompetenzvermarktung und Mitarbeiterpartizipation. Diese Überlegungen führen zum kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatz, bei dem die Kompetenzeinheiten direkt miteinander kooperieren.

Während in der Praxis bereits eine Reihe realer Netzverbünde mit nicht selten involvierten kleinsten Unternehmen existieren und auch fortwährend erforscht werden [Bel01, SMG98, WBA98, Wie05, Wil97, ZMV05], fehlten zu Beginn der Forschung im SFB 457 wissenschaftliche Grundlagen zur gewählten exponierten Thematik. Konventionelle Netzbildungsstrategien stoßen hier vielfach an ihre Grenzen [HRi00, Kru01, Sch04, SSD+03]. (vgl. [Wir+99, End+02, Mül+05])

2 Ansatz des SFB 457 – Kompetenzzellenbasierte Netze

Hier setzt der DFG-Sonderforschungsbereich 457 „Hierarchielose regionale Produktionsnetze“ der TU Chemnitz an. Dem SFB 457 liegt folgende wissenschaftliche Vision zu Grunde:

In einer Region kooperieren Kompetenzzellen kundenorientiert in hierarchielosen Produktionsnetzen und stellen sich so dem globalen Wettbewerb.

In Zukunft werden Kompetenzen und Ressourcen in Form eigenständig lebensfähiger Kompetenzzellen bereitgestellt, welche dann die elementaren Einheiten für wertschöpfende kooperative Prozesse sind und deren Organisation sich nicht durch hierarchische Koordinationsmechanismen definiert.

Das Denkmodell eines hierarchielosen regionalen Produktionsnetzes (Abbildung 3) geht davon aus, dass in einer Region eine Vielzahl durch Erfahrung geprägte Kompetenzzellen vorhanden sind, die sich dem freien Wettbewerb stellen und dabei gleichberechtigt in den Wertschöpfungsprozess eingebunden werden können.

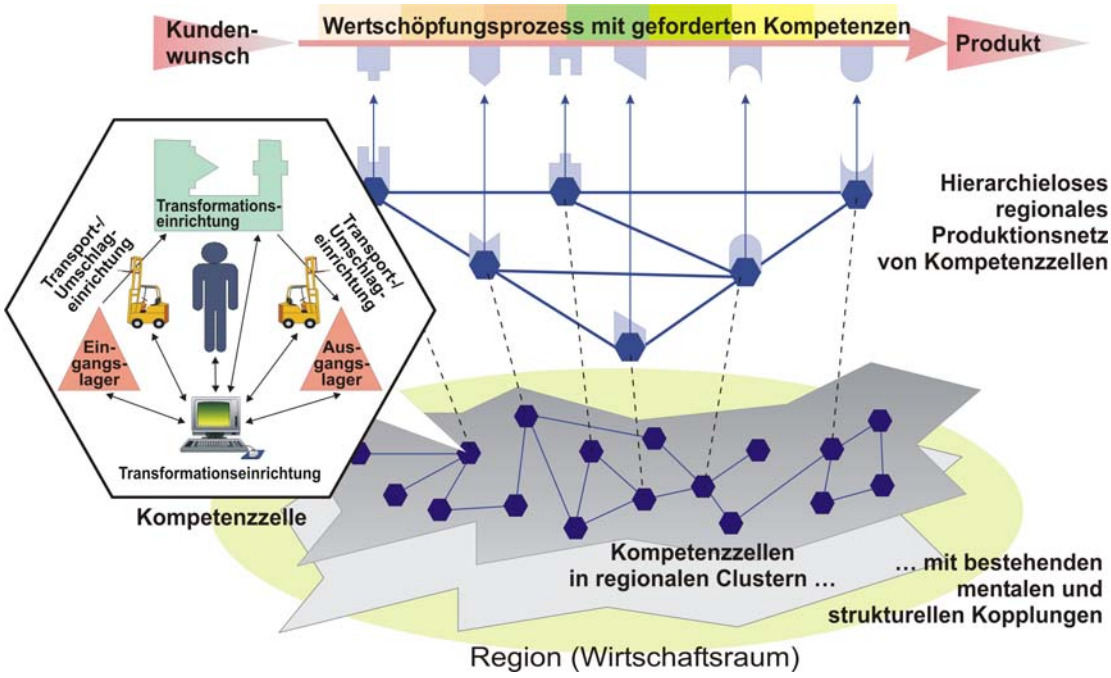


Abbildung 3: Denkmodell „Hierarchielose regionale Produktionsnetze“ [Wir+99]

Unter Region wird hier ein Wirtschaftsraum mit spezifisch entwickelter technischer, wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Struktur in der Ausprägung eines Industrie- und/oder Dienstleistungsraumes verstanden, der ganz spezifische Kompetenzen besitzt, die auch als Kompetenzcluster unterschiedlicher Ausprägung fungieren (z.B. Maschinenbau, Mikroelektronik und Mechatronik). Es ist vorstellbar, dass es innerhalb einer Region Lebensräume (ähnlich einem Biotop) gibt, in denen agglomerierte Kompetenzen (z.B. produktionstechnische) existieren, die innere (regionale) und äußere (globale) Austauschbeziehungen ermöglichen.

Das Originäre der Vision der hierarchielosen regionalen Vernetzung auf Basis von Kompetenzzellen liegt in der Ausprägung völlig neuer Organisationsformen und Strukturen des Wertschöpfungsprozesses in den Bereichen von Produktion und Dienstleistung.

Jüngere Forschungen in europäischen Projekten u.a. zu „Collaborative Business Networks“ [COB05] und „Virtual Organization Breeding Environments“ [ECO05] bestätigen, indem sie

ähnliche Grundannahmen treffen, den Ansatz kompetenzzellenbasierter Netze. (vgl. [Wir+99, End+02, Mül+05])

3 Ziele des SFB 457

Langfristiges Ziel des SFB 457 war es, die Vision vom kompetenzzellenbasierten Vernetzungstyp wissenschaftlich zu durchdringen. Dabei waren Theorien und Modelle zu formulieren, die die Gesetzmäßigkeiten in hierarchielosen regionalen Produktionsnetzen beschreiben, um darauf aufbauend Methoden und Instrumentarien zum Bilden und Betreiben derartiger Netze zu entwickeln. Hieraus waren neuartige Wertschöpfungsstrukturen mit nachhaltigen regionalen Produktionsprofilen zu konzipieren.

Die wissenschaftlichen Arbeiten konzentrierten sich dabei auf die in Abbildung 4 detaillierter aufgeführten Zielstellungen. [Wir+99]

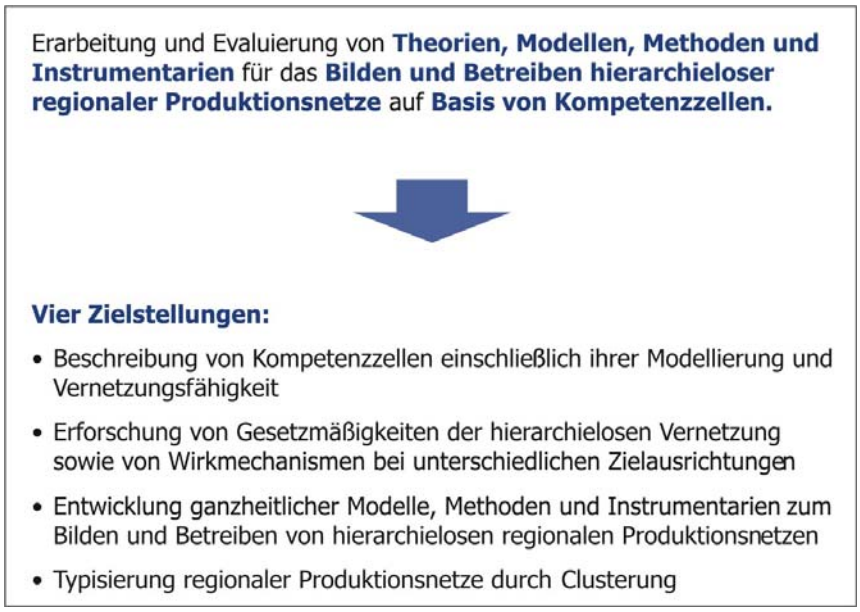


Abbildung 4: Wissenschaftliche Zielstellungen des SFB 457 [Wir+99]

Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse des SFB 457 vorgestellt.

4 Ergebnisse des SFB 457

4.1 Modelle für Kompetenzzelle und Vernetzung

Im Rahmen des Denkmodells (vgl. Abbildung 3) werden komplexe Wertschöpfungsketten und -netze zu elementaren Leistungseinheiten dekomponiert bzw. umgekehrt aus diesen komponiert. Die kleinste nicht mehr sinnvoll teilbare Leistungseinheit der Wertschöpfung stellt die Kompetenzzelle (Abbildung 5) dar:

- Sie besteht aus dem Menschen mit seinen individuellen Kompetenzen und aus den ihm zur Verfügung stehenden technischen und ökonomischen Ressourcen.
- Sie besitzt Funktion, Dimension und Struktur.
- Sie realisiert, in Analogie zur Biologie, Grundfunktionen des Lebens.

- Sie verwirklicht hinsichtlich ihrer Ressourcen die Grundfunktionen Speichern, Bewegen, Transformieren, Planen, Kontrollieren und Steuern.
- Sie besitzt die Eigenschaften, elementar, autonom, kooperations- und damit lebensfähig im Netz zu sein.
- Sie ist in einem Raum innerhalb einer Region integriert.
- Sie ist im hohen Maße anpassungs-, erweiterungs- und lernfähig und besitzt damit Voraussetzungen zur Selbstorganisation.

Die Kompetenzzelle fungiert im Netz als Knoten und ist als elementare Leistungseinheit der Wertschöpfung dadurch charakterisiert, dass sie:

- partnerschaftliche, materiell-technische und betriebswirtschaftliche Beziehungen zu anderen Netzknoten unterhält und dafür Schnittstellen aufweist,
- Aufträge akquiriert und in Verbindung mit geeigneten Methoden und Verfahren in der Lage ist, selbst Netze zu konfigurieren,
- die Fähigkeit zur Selbstorganisation und -optimierung von Wertschöpfungsketten und -netzen besitzt. [End+02]

Die Kompetenzzelle erbringt durch (Zustands-)Transformation an einem Geschäftsobjekt eine Leistung und bewirkt eine Wertsteigerung.

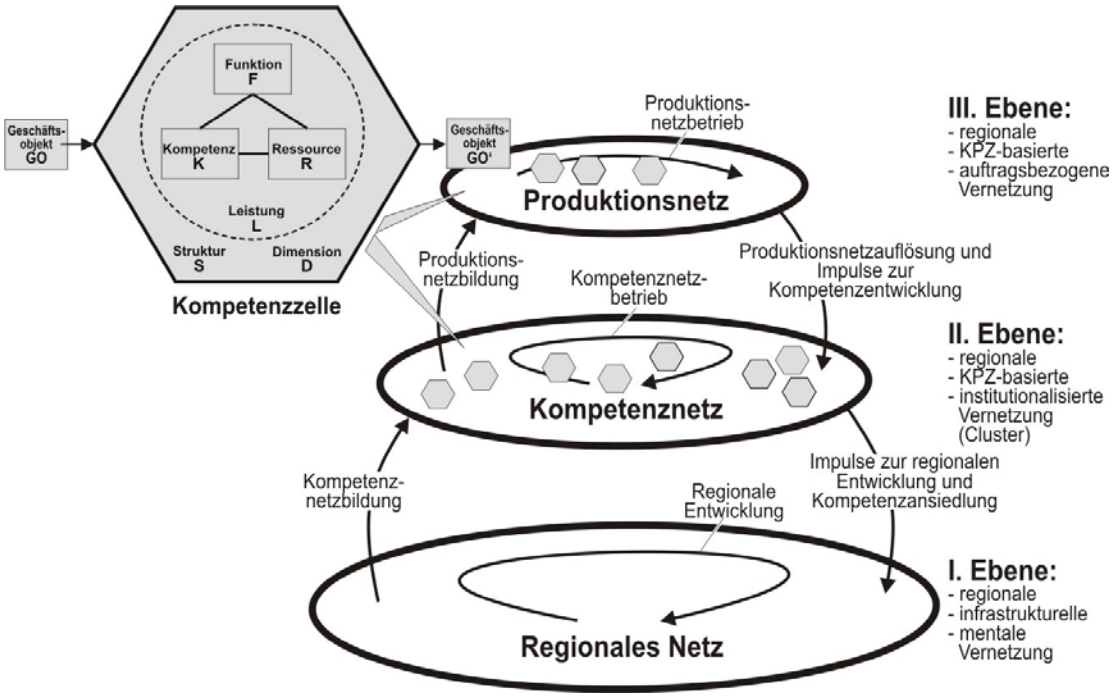


Abbildung 5: Generisches Modell der Kompetenzzelle und Vorgehensmodell des kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatzes (i.A.a. [End+02])

Zur Konkretisierung des Denkmodells hierarchieloser regionaler Produktionsnetze wurde aufbauend auf dem Organisationskonzept der Zwei-Ebenen-Kooperation [BDa01] das in Abbildung 5 dargestellte Vorgehensmodell entwickelt. Es besteht aus drei Ebenen sowie sieben Phasen. Es beschreibt, wie sich aus latenten infrastrukturellen und mentalen Vernetzungen in einem regionalen Netz zunächst ein Kompetenznetz und schließlich das kundenorientierte Produktionsnetz herausbilden. Auf regionaler Ebene (I) ist die Gesamtheit an Vernetzungspartnern im Sinne potenzieller Kompetenzzellen angesiedelt. Aus diesem regionalen

Vernetzungspotenzial bilden sich Kompetenznetze (II), in denen die Kompetenzzellen ein Mindestmaß institutionalisierter Beziehungen (z.B. einheitliche Informationsplattformen, „Allgemeine Geschäftsbedingungen“, Qualitätsmaßstäbe) unterhalten, auf deren Basis sich kundenwunsch- bzw. kundenauftragsbezogene Produktionsnetze (III) bilden. Produktionsnetze sind hier temporäre problem-, projekt-, auftrags-, produkt- und prozessbezogene direkte Vernetzungen von Kompetenzzellen. Im Gegenzug tragen Produktions- bzw. Kompetenznetz zur Kompetenzentwicklung bzw. zur regionalen Entwicklung bei. (vgl. [End+02])

4.2 Elementarität der Kompetenzzelle

Die Frage nach der Elementarität der KPZ kann theoriegetragen, experimentell und empirisch beantwortet werden, wobei jedoch stets eine multiperspektivische Betrachtung erfolgen muss.

Die Größe der KPZ ist abhängig von verschiedenen Randbedingungen wie regionalem Umfeld, Branche und Fachgebiet oder auch den Charakteristika des jeweiligen Kompetenznetzes.

Theoretische Zugänge bieten u.a. die konkurrenzorientierte Marktteilnehmerstrategie und die erweiterte Transaktionskostentheorie. Diese Ansätze können belegen, dass mit abnehmender Größe der Kompetenzzellen deren Flexibilität steigt und dass mit der Elementarität vergleichsweise geringe Organisationskosten verbunden sind. [End+02]

Weitere Aussagen zur Elementarität können an spezifischen Beschreibungskonstrukten, die im Generischen Modell der Kompetenzzelle (Abbildung 5) oder im Metamodell des Sichtenkonzeptes [NAB04] enthalten sind, festgemacht werden:

- Leistung: geringste noch marktfähige oder im Netz anbietbare/nutzbare Leistung
- Funktion/Aktivität: nicht weiter sinnvoll teilbare Funktionsbündel oder Prozesssequenzen (Funktionsmengen, -hierarchien und -abfolgen)
- Kompetenz: für das Agieren im Netz obligatorische Problemlösungskapazitäten der Individuen
- Ressourcen (-Dimension): minimale Anzahl an Personen und nichtpersonelle Ressourcen (bis hin zu einer Person und einer nichtpersonellen Ressource) [End+02]
- Struktur: einfache Strukturen

Empirische Ergebnisse zeigen, dass hinsichtlich der dimensionalen Perspektive Beschäftigtenanzahl die den Kompetenzzellen sehr nahe kommenden Kleinstunternehmen in Europa durchschnittlich nicht mehr als 3 Mitarbeiter beschäftigen (Abbildung 6).

Andere Wirtschaftsräume, wie die EU-Beitritts- und Kandidatenländer (Estland, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Slowakische Republik, Slowenien, Tschechische Republik, Ungarn, Zypern und Bulgarien, Rumänien, Türkei) mit durchschnittlich zwei Beschäftigten oder die USA mit durchschnittlich nur einem Beschäftigten, weisen noch geringere Werte aus. Diese Beschäftigtenzahlen können als Richtwerte für die Größe von Kompetenzzellen dienen.

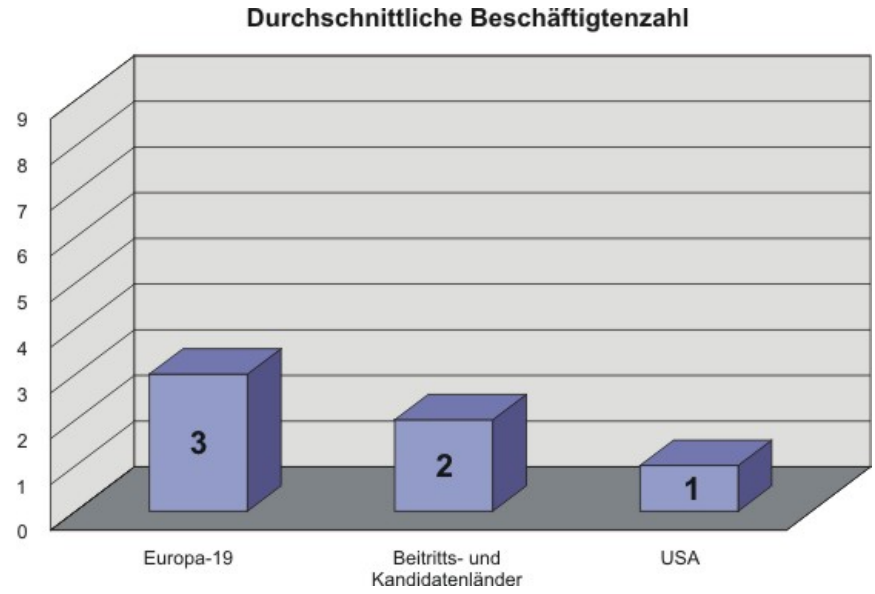


Abbildung 6: Empirische Ergebnisse zur Beschäftigtenzahl von Kleinstunternehmen (vgl. [KEG04])

4.3 Hierarchielosigkeit der Vernetzung

Hierarchielos ist ein System (hier das Kompetenznetz) dann, wenn es durch Selbstorganisation gekennzeichnet ist. Hierbei agieren im System voneinander relativ unabhängige Akteure (hier die Kompetenzzellen), welche keiner zentralen Kontrolle unterliegen. Die Führung des Systems wird durch Konkurrenz bzw. Konflikt oder in Kooperation immer wieder neu ausgehandelt. In diesem Sinne wird hier unter Hierarchielosigkeit die gleichberechtigte Partnerschaft autonomer Kompetenzzellen und deren direkte Vernetzung verstanden.

4.4 Abgrenzung kompetenzzellenbasierter Netze zu anderen Organisationsformen und Netzen

Mit den für kompetenzzellenbasierte Netze konstituierenden Merkmalen Elementarität und Autonomie der Kompetenzzelle, Wissen und Kompetenz als herausragendem Kompositionskonstrukt für Kompetenzzellen und deren Netze, Hierarchielosigkeit, Temporalität und Regionalität der Vernetzung sowie Partizipation in Netzen als Haupterwerbszweck von Leistungseinheiten stehen Kriterien bereit, die zusammen mit der entwickelten Morphologie der Zwei-Ebenen-Kooperation [BDH01] eine eindeutige Abgrenzung zu anderen Organisationsformen wie dem Fraktalen Unternehmen [War92] oder der Virtuellen Fabrik [SMG98] erlauben.

4.5 Methoden, Konzepte und Instrumentarien zur Vernetzung von Kompetenzzellen

Hierarchielose regionale Produktionsnetze repräsentieren eine neuartige Form der Kooperation. Um diese neuartige Kooperationsform praxistauglich zu machen, besteht die Notwendigkeit, ein operationalisiertes Organisationskonzept in Form der Ganzheitlichen Integrationsmethode (GIM) zu entwickeln. Die GIM bezeichnet zugleich eine umfassende Handlungsanleitung für die im Kompetenz- bzw. Produktionsnetz agierenden Kompetenzzellen. Grundlage der Ganzheitlichen Integrationsmethode sind die Ebenen und Phasen des Vorgehensmodells sowie das ihm zugrunde liegende Organisationskonzept der Zwei-Ebenen-Kooperation. Auf den Architekturentwurf (Abbildung 7) der Ganzheitlichen Integrationsmethode (Teilprojekt A6) wird nachfolgend näher eingegangen. [Mül04]

Die Kompetenzzellen als Anwender greifen auf die Funktionalitäten der GIM über ein Portal zu. Der Zugriff auf das Portal wird durch ein dynamisches Rollenkonzept unterstützt. Dieses

Rollenkonzept trägt den unterschiedlichen Tätigkeitsinhalten bzw. Betrachtungsperspektiven der Anwender auf die Prozesse im Kompetenz- und Produktionsnetz Rechnung. Das Portal ist als eine webbasierte Anwendung konzipiert, welche den Anwender bei seinen kooperativen Tätigkeiten unterstützt. Mittels des Portals soll beispielsweise der Zugriff auf direkt benötigte kooperationsspezifische Dokumente sowie das Starten von problemspezifischen Softwarewerkzeugen möglich sein.

Realisierbar wird dies durch die direkte Verbindung des Portals mit einer so genannten Prozess-Engine. Diese Prozess-Engine lässt sich wie folgt charakterisieren: Auf der obersten Beschreibungsebene erfolgen die Definitionen typischer kooperativer Anwendungsfälle bzw. Vorgehensweisen innerhalb der Ebenen und Phasen des Vorgehensmodells sowie die Verknüpfung mit jeweils geeigneten Methoden zur Lösung dieser kooperationsrelevanten Aufgabenstellungen. Je nach Komplexität des Anwendungsfalls ist eine Beschreibung dieser in unterschiedlichen Detaillierungsgraden möglich. In der untersten Ebene werden die einzelnen Methoden in einer anwendungsorientierten Form beschrieben und gegebenenfalls mit unterstützenden Softwarewerkzeugen verknüpft.

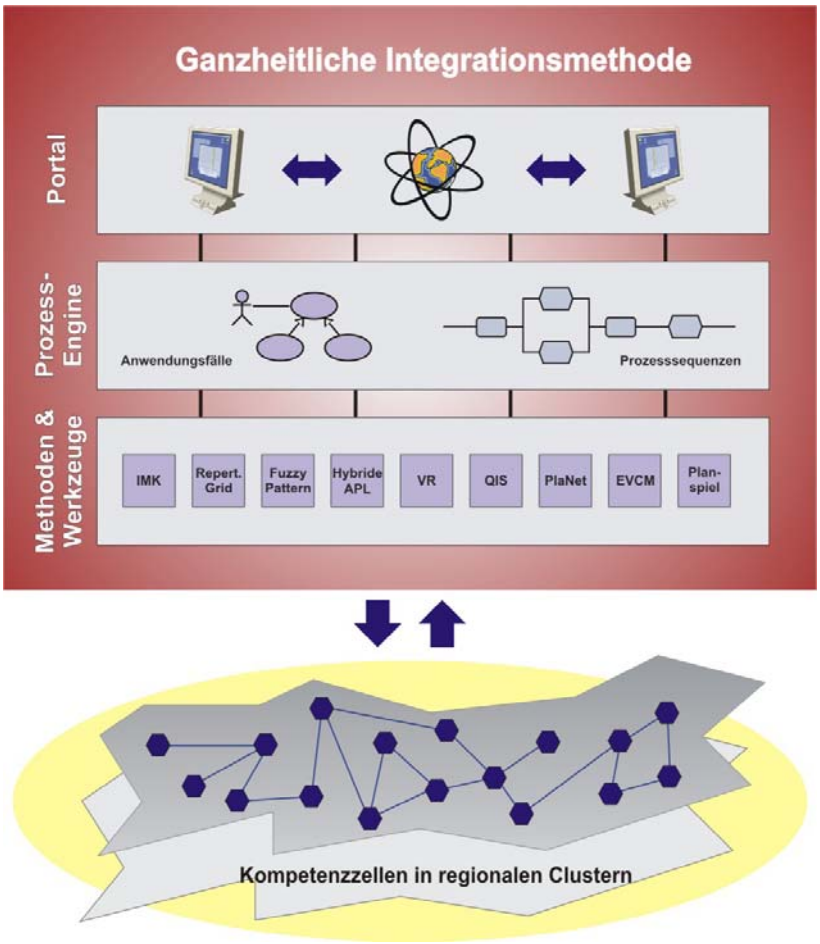


Abbildung 7: Architektur der Ganzheitlichen Integrationsmethode [Mül04]

Die wichtigsten Komponenten der Ganzheitlichen Integrationsmethode werden im Weiteren kurz vorgestellt.

Zur Realisierung der automatisierten Variante des Bildens und Betreibens von Produktionsnetzen wurde das Konzept des Extended Value Chain Managements (Teilprojekt C2) [Tei03] entwickelt. Es organisiert sowohl die Auswahl der Kompetenzzellen bei der Produktionsnetzbildung als auch die Koordination während des Netzbetriebes. Über einen rekursiven Abfrage- und Antwortprozess (Aus- und Einrollen) erfolgt die Angebotsgenerierung in verschiedenen Varianten.

In synergetischer Ergänzung zu EVCM wurde ein Planungskonzept für Netze – PlaNet (Teilprojekt C1) [MHA+04] entworfen. Dieses stellt für das Bilden und Betreiben von Kompetenznetzen und im Bedarfsfall für das Bilden von Produktionsnetzen partizipative Planungsmethoden und -instrumentarien zur Verfügung. Ein Netzplanungsassistent befähigt die Kompetenzzellen, aufgaben- und situationsgerecht Methoden und Instrumentarien auszuwählen und anzuwenden. Objekt der Planung sind insbesondere netzfähige Produktions- und Logistiksysteme.

Für das Management von Kompetenzzellen im Netz wurde der Informationstechnische Modellkern (IMK) als zentrale Wissensdatenbank konzipiert und prototypisch realisiert. Die im IMK (Teilprojekt A3) [GNe04] implementierte Funktionalität zur Verwaltung und zur Suche nach Kompetenzzellenbeschreibungen und die durch das EVCM angebotene Steuerungsfunktionalität ergänzen sich zu einem Informationssystem, welches eine vorzugsweise automatisierte Genese temporärer Produktionsnetze unterstützt. Gleichzeitig können durch die Suchfunktionen des IMK auch Eingangsgrößen u.a. für den partizipativen Planungsprozess innerhalb PlaNet ermittelt werden.

Das so genannte Start-Up (Teilprojekt B4) als ein auf die Besonderheiten der Produktentwicklung in hierarchielosen Produktionsnetzen zugeschnittenes Organisations-konzept dient in der Phase der Produktionsnetzbildung dem strukturierten Vorgehen zur Umsetzung von Kundenanforderungen, der definierten Suche von Produktentwicklungs-kompetenzzellen und der Erstellung des Pflichtenheftes. Innerhalb der kompetenzzellen-basierten Produktentwicklung wurden für die Unterstützung durch VR-Technologien die drei wesentlichen Anknüpfungspunkte: Kommunikationsplattform zur Prozessinitiierung, Konstruktions- sowie Präsentations-/Review-Werkzeug ausgemacht. [NWS04]

Die weiterentwickelte Hybride Arbeitsplanungsmethodik (Teilprojekt B3) [Meh04] – bestehend aus einem generierenden und einem projektierenden Teil – bietet methodische Hilfestellung für netzrelevante Arbeitsplanungstätigkeiten. Für den generierenden Teil wurde ein Softwareprototyp realisiert, der das arbeitsplanerische Wissen sowie arbeitsplanerische Vorgehensweisen abbildet und durch Entscheidungsalgorithmen wiedergibt. Der Softwareprototyp unterstützt die Arbeitsplanungskompetenzzellen bei ihrer Aufgabe, einen für den spezifischen Kundenauftrag instanziierten verteilten Prozessplan, als Basis für die Suche nach Fertigungskompetenzzellen im IMK, zu generieren. Der projektierende Teil der Hybriden Arbeitsplanung hilft Fertigungskompetenzzellen bei der Feinplanung ihrer Aufträge.

Qualitätsrelevante Aufgaben im Netz lassen sich mittels des Qualitätsmanagementsystems (Teilprojekt B5) [GDA04] wirkungsvoll unterstützen. Die Beschreibung der zugehörigen Prozesse erfolgt im Qualitätsmanagement-Handbuch. Um Fehler präventiv zu vermeiden und Produkthaftungsforderungen vorzubeugen, werden im Rahmen des Qualitätsinformationssystems (QIS) Qualitätsmanagementmethoden zur fachübergreifenden Anwendung bereitgestellt. Die netzadäquat adaptierte Qualitätsmanagementmethode Quality Function Deployment (QFD) verkörpert das Bindeglied zwischen strukturierter Aufnahme des Kundenwunsches und technischer Produktspezifikation. Die so ermittelten Kundenwunschpräferenzen können sodann an EVCM bzw. PlaNet weitergeleitet werden.

Für die zwischenmenschliche Kompatibilitätsprüfung wurde das Diagnoseverfahren NetzGrid empirisch fundiert entwickelt und an die Erfordernisse kompetenzzellenbasierter Netze adaptiert (Teilprojekt A4) [MAd04]. Ausgangshypothese ist, dass Wertschöpfungspartner mit hoher sozialer Kompatibilität (Werte-Homogenität) einen niedrigeren Konfliktgrad aufweisen als heterogene Partner. Zusammen mit der weiterentwickelten Polyedralen Analyse bildet das NetzGrid die Basis der Integration von Soft-Facts bei der automatisierten Partnerauswahl über IMK und EVCM. [MAT03]

Mit der Einbeziehung der Fuzzy-Modellierung (Teilprojekt A5) in den Methodenapparat wurde die Möglichkeit zur Implementierung unscharfer Information in die Modelle der Kompetenzzelle

und der Vernetzung geschaffen [BRS+05]. Hierfür wurden verschiedene methodische Ansätze zur Fuzzy-Modellierung von Gruppen ähnlicher Kompetenzzellen erarbeitet, auf deren Basis die Auswahl von Kandidatenzellen bei einer gegebenen Anforderung möglich wird. Auf der Basis der Methodik der Fuzzy-Pattern-Klassifikation wurden Lösungen zur Erarbeitung von Fuzzy-Modellen entwickelt. Zur rechentechnischen Umsetzung dieser Ansätze wurden entsprechende Applikationen erstellt. Neben der Möglichkeit einer interaktiven Eingabe von Daten und Modellstrukturen wurde eine automatisierte Übernahme dieser Strukturen aus dem IMK durch entsprechende Schnittstellen realisiert.

Mit dem entwickelten Planspiel „Netzwerk“ (Teilprojekt C3) [SFr05] können risikoarm (auf die Realität bezogene) Konsequenzen eigener Handlungen ausgetestet werden. Es versetzt die Akteure in die Lage, Probleme selbst zu erkennen, interpersonelle Beziehungen in einer Simulation zu erproben und Beziehungen zu generieren sowie Grenzen auszutesten, die den Anforderungen des Netzes angemessen sind. Die Beurteilung dessen, was der einzelne Akteur mit seiner Rolle im Netz anfängt, lässt interessante soziale aber auch organisationstheoretische und -praktische Schlüsse zu. Die Kombination der vielfältigen Interaktionen etabliert, modifiziert und stabilisiert Verhaltensstrukturen, die Ausdruck der im Planspiel ausgeprägten sozialen Interaktionsstrukturen sind. (vgl. [Mül+05])

5 Aufbau und Struktur des SFB 457

Die Organisationsstruktur des SFB 457, welche aus vier Projektbereichen besteht (Abbildung 8), hat sich bewährt und wurde stets beibehalten.

Grundlagen der Elementarisierung und Vernetzung	Verteilte Kompetenz in kundenorientierten Produktionsnetzen	Theorien und Methoden der Strukturbildung in Produktionsnetzen	Strukturanalyse und Evaluation
A3 Informationstechnischer Modellkern *Benn*	**B3** Arbeitsplanungskompetenz *Dürr*	**C1** Logistikstrukturen und Produktionsstätten *Müller*	**D1** Netze im mechatronischen Maschinenbau *Krusche*
A4 Genese und Steuerung von Netzwerken aus organisationstheoretischer, humanzentrierter Perspektive *Lang, Moldaschl*	**B4** Fertigungs- und Produktentwicklungskompetenz *Neugebauer, Weidlich*	**C2** Betreibungs- und Koordinationsstrukturen *Käschel*	
A5 Evolutionäres Kompetenzzellen-modell *Bocklisch*	**B5** Qualitätssicherungs- und Servicekompetenz *Dietzsch*	**C3** Arbeitsstrukturen und Personalentwicklung *Spanner-Ulmer, Schöne*	
A6 Prozessorientierte Kooperationsmodellierung *Müller*			

Abbildung 8: Organisationsstruktur des Sonderforschungsbereichs (zweite Förderperiode)

Der Projektbereich A – Grundlagen der Elementarisierung und Vernetzung – entwickelte grundlegende Modelle zur Kompetenzzelle und Vernetzung (ehemalige Teilprojekte A1 und A2) und überführte diese in eine informationstechnische Abbildung. Zudem wurde der kompetenzzellenbasierte Vernetzungsansatz aus humanzentrierter und evolutionärer Perspektive

untersucht. Als übergreifendes, zusammenführendes Instrument wurde die Ganzheitliche Integrationsmethode auf Basis grundlegender Kooperationskonzepte konzeptionell entwickelt.

Der Projektbereich B – Verteilte Kompetenz in kundenorientierten Produktionsnetzen – gestaltete definierte Bereiche des Wertschöpfungsprozesses aus. So wurden fachspezifische Methoden und Instrumentarien für Marketing/Vertrieb (ehemaliges Teilprojekt B1), Produktentwicklung, Arbeitsplanung, Fertigung, Logistik sowie Qualitätssicherung/Service entwickelt, Partialmodelle für funktions- und prozessorientierte Kompetenzzellen erstellt, die Rahmen für sinnvoll bildbare Kompetenzzellen fixiert und Vorzugslösungen für Kompetenzzellen abgeleitet.

Der Projektbereich C – Theorien und Methoden der Strukturbildung in Produktionsnetzen – befasste sich mit materiellen, partnerschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Vernetzungen. Aufbauend auf Ansätzen für ein generisches Vernetzungsmodell wurden diesbezüglich Partialmodelle der Vernetzung erstellt. Hierauf aufbauend wurden Methoden und Instrumentarien für das Bilden und Betreiben kompetenzzellenbasierter Netze entwickelt und Gestaltungsansätze für Arbeitsstrukturen entworfen.

Der Projektbereich D – Strukturanalyse und Evolution – bildete die Grundlage für eine empirische Begleitforschung und liefert praxisnahe Impulse und Rückschlüsse für die einzelnen Teilprojekte.

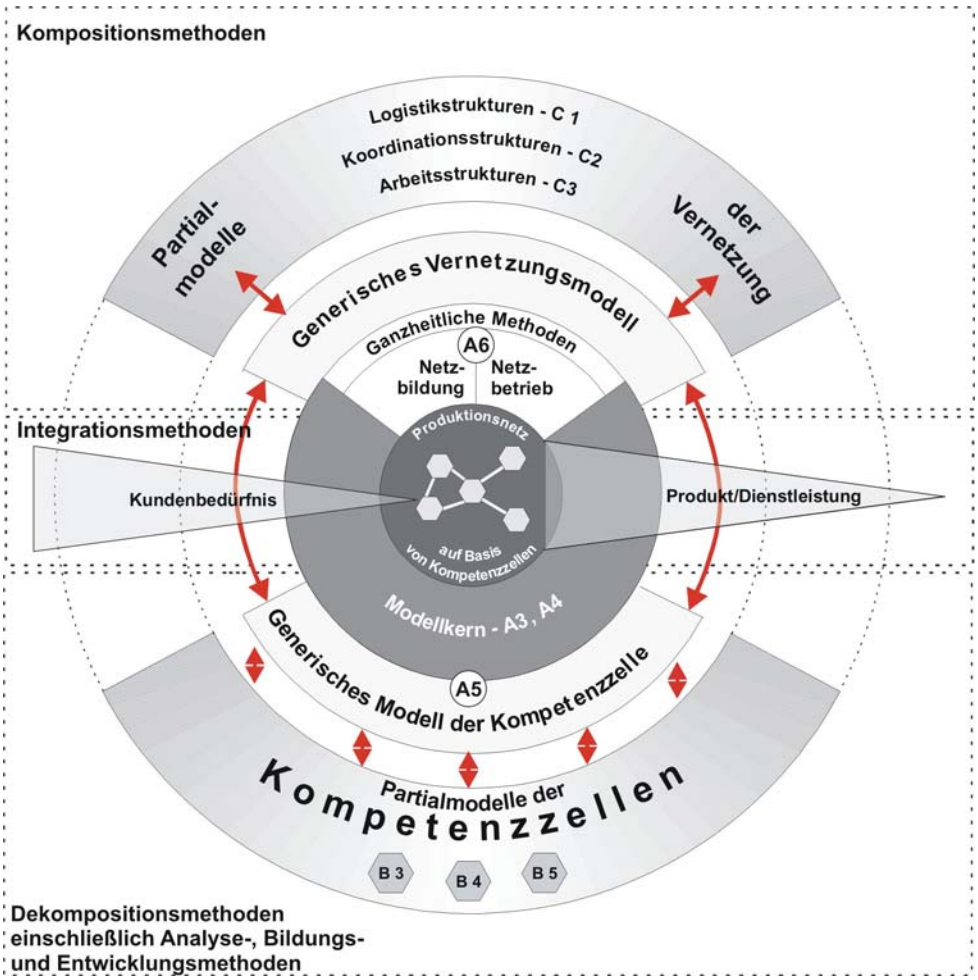


Abbildung 9: Einordnung der Teilprojekte (2. Förderperiode) in die langfristig zu entwickelnden Modelle und Methoden des SFB 457

Abbildung 9 zeigt die Einordnung der Teilprojekte in die Struktur der langfristig zu entwickelnden ganzheitlichen, integrativen Modelle und Methoden des SFB 457. (vgl. [End+02])

6 Kooperationen des SFB 457 im In- und Ausland

Zeitig wurde im SFB 457 auf einen Erfahrungsaustausch zwischen thematisch tangierenden Sonderforschungsbereichen orientiert. So fanden sich bereits im September 2001 zur Tagung Vernetzt planen und produzieren – VPP2001 die Sonderforschungsbereiche 281, 457, 467 und 559 zu einem Ergebnisaustausch zusammen. Dieser wurde auch in den Jahren 2003 und 2004 fortgesetzt. Dabei konnten zur VPP2004 sechs teilnehmende Sonderforschungsbereiche (SFB 361, 457, 467, 559, 582, 637) begrüßt werden.

Weiterhin bestehen vielfältige Kooperationen des SFB mit Forschern oder Forschungseinrichtungen im Ausland, so zur University of Michigan, zur University of Limerick, zur St. Petersburg State University, zur TU Eindhoven oder zur ETH Zürich.

Kooperationen mit der Industrie sind fester Bestandteil der Forschungsaktivitäten des SFB 457. Primär wurden die Industriekooperationen über den Projektbereich D realisiert. Dort waren im Teilprojekt D1 die drei Chemnitzer Industrieverbünde: Interessenverband Chemnitzer Maschinenbau e. V. (ICM), Kompetenzzentrum Maschinenbau Chemnitz/Sachsen e. V. (KMC) und Anwendungszentrum für Mikrotechnologien GmbH (AMTEC) beteiligt. Sie lieferten das Feld für empirische Untersuchungen und beurteilten die im SFB entstandenen Ergebnisse in kritischen Reviews. Ferner bestehen enge Kontakte zur Verbundinitiative „Automobilzulieferer Sachsen“ (AMZ). Mit weiteren Industriepartnern fanden zahlreiche vergleichende Untersuchungen, Informationsaustausche und Arbeitskontakte statt. (vgl. [Mül+05])

7 Resümee und Ausblick

7.1 Einordnung des SFB in die nationale und internationale Forschung

Mit seinem zentralen Forschungsgegenstand – der Untersuchung hierarchieloser regionale Produktionsnetze – ordnet sich der SFB 457 sowohl in den Bereich der Netz- und Kooperationsforschung als auch in den Bereich der Beforschung von Struktur und Wirkungsweise zukünftiger Kleinstunternehmen ein.

Angewandte nationale Forschung

Die angewandte nationale Forschung ist geprägt durch zahlreiche Initiativen und Projekte von Projektträgern wie dem Bundesministerium für Bildung und Forschung – BMBF (Projektträgerschaft Produktion und Fertigungstechnologie – PFT, am Forschungszentrum Karlsruhe GmbH) [PFT05], Projektträgerschaft Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt – DLR [DLR05]), der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke e.V.“ – AiF [AiF05] oder der Stiftung Industrieforschung [SI05]. Weitere interessante Projekte sind die Virtuellen Fabriken Bodensee, Baden-Württemberg und Rhein-Ruhr sowie OpTec-Berlin-Brandenburg [SFr00, SMG98]. Zu den relevanten Internetportalen gehören KompNetn [RWR01] und techpilot.de [Tec05]. Weiterhin existieren zahlreiche Netzinitiativen in der Region Chemnitz, welche bereits intensiv mit dem SFB 457 sowie weiteren Forschungsprojekten an der TU Chemnitz zusammenwirken [ICM05, Kru01, RKW03].

Die zum SFB 457 teils branchenfremde, auf jetzige hierarchisch organisierte Wertschöpfungskonfigurationen zugeschnittene, stark umsetzungsgetriebene angewandte nationale Forschung kann letztlich kaum einen nennenswerten Beitrag zur Beantwortung der im SFB 457 aufgeworfenen zentralen Fragestellungen erbringen.

Nationale Grundlagenforschung

Die Berührungspunkte des SFB 457 zur nationalen Grundlagenforschung konzentrierten sich vor allem auf inhaltlich tangierende Sonderforschungsbereiche. Hierzu zählen folgende SFB's: SFB 368 „Autonome Produktionszellen" der RWTH Aachen [Pfe+02], SFB 467 „Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion" der Universität Stuttgart [Wes+99], SFB 559 „Modellierung großer Netze in der Logistik" der Universität Dortmund [Kuh+01], SFB 582 „Marktnahe Produktion individualisierbarer Produkte" der TU München [Rei+00], SFB 614 „Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus" der Universität Paderborn [Gau+04] und SFB 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse – Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen" der Universität Bremen [Her+04].

Hierzu ist festzustellen, dass die Forschung zu hierarchielosen regionalen Produktionsnetzen einmalig ist. Mit den bestehenden Alleinstellungsmerkmalen (Elementarität und Autonomie der Leistungseinheiten; regionale, partnerschaftliche und temporäre Vernetzung) trägt der SFB 457 in hohem Maße zur Weiterentwicklung der Produktionstechnik und -organisation bei.

Internationale Forschung

Obwohl die Zusammenarbeit in Netzen, Kooperationen oder Clustern bereits in den 70er und 80er Jahren als wichtiges Instrument zur Produktivitätssteigerung und Innovationsförderung von Unternehmen erkannt wurde (‚Terza Italia', ‚Silicon Valley'), begann eine systematische wissenschaftliche Untersuchung erst in den 90er Jahren. [Por90, Por98, SSS96, Syd92] Die Vielzahl von aktuellen Forschungsprojekten (EU: MAP-Projekt über Unternehmenscluster und -netze [MAP03]; USA: Harvard Cluster Mapping Project [Por01], Roadmaps to Industry Clusters in Los Angeles County [LAC04], Montana's Creative Enterprise Cluster [Ros03]) und Veröffentlichungen [Ket04, Ket04a, Mit03, OECD01] belegt nicht nur das immense wissenschaftliche Interesse, sondern auch das erhebliche wirtschaftspolitische Potenzial. Während jedoch die Anzahl und Bedeutung der Kleinstunternehmen wächst [KEG04], finden sich international nur punktuell Forschungsarbeiten, die sich intensiv mit Mikrounternehmen beschäftigen [SBa01] oder gar deren Vernetzung wissenschaftlich thematisieren. Hier setzte die wissenschaftliche Schwerpunktsetzung des SFB 457 an.

Speziell in der europäischen Forschungslandschaft ist seit einigen Jahren eine verstärkte Konzentration auf „Virtual Organizations" [CAO05] und „Collaborative Business Networks" [COB03] zu verzeichnen. Dabei werden meist zur Vision des SFB 457 [Wir+99] ähnliche Grundannahmen getroffen. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang das „Virtual Organization Breeding Environment (VBE)" des 2004 gestarteten ECOLEAD-Projektes (European Collaborative Networked Organisations Leadership Initiative) [CAO05a, TEG04], welches inhaltliche Parallelen zu den Kompetenznetzen des SFB 457 aufweist.

Den Forschungsprojekten gemein ist ihre Ambition, die Frage nach neuen Organisationsformen zu beantworten. Die charakteristischen Merkmale des im SFB 457 untersuchten kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatzes – Elementarität und Autonomie der Leistungseinheiten sowie Hierarchielosigkeit und Regionalität der Vernetzung – werden aber nicht explizit aufgegriffen. Die Schwerpunkte dieser Projekte konzentrieren sich eher auf überregionale, hierarchische Wertschöpfungskonfigurationen einschließlich der Nutzbarmachung moderner Kommunikations- und Informationstechnologien. (vgl. [Mül+05])

7.2 Weiterführung der Forschung zur im SFB 457 problematisierten Thematik und Überführung der Forschungsergebnisse in die Praxis

Die im SFB 457 problematisierte Thematik ist dringlich weiter zu beforschen. Indizien für die bereits gegenwärtig hohe, zukünftig eher noch zunehmende Relevanz des Forschungsgebietes sind u.a. aktuelle Forschungsanstrengungen zur Selbststeuerung logistischer Netze [Her+04, PWi+06] oder die zahlreichen Initiativen zur Forcierung der regionalen Clusterung (u.a.

Initiativen mitte|deutschland und net'swork [IUS+05, Lui04]), welche jeweils merkliche Berührungspunkte zu Ansätzen des SFB 457 aufweisen.

Die an den SFB 457 anschließende Forschung muss dabei sowohl auf Untersuchungen zur Übertragbarkeit des Ansatzes auf angrenzende Kontexte (z.B. überregionale und/oder branchenbreitere Objektbereiche) gerichtet sein als auch zunehmend auf eine Überführung der Ergebnisse in die industrielle Praxis und deren Anwendung abstellen.

Geschehen soll dies u.a. im Rahmen eines in Beantragung befindlichen Paketprojektes.

7.3 Zukünftige Netz- und Clusterforschung

Neben der Beforschung von Netzen zeichnet sich ein Trend hin zur Clusterforschung ab (in Deutschland setzte die Clusterdiskussion verstärkt ab 2003 ein), wobei die Clusterforschung als nicht grundverschieden zur Netzforschung anzusehen ist, sondern eher nur andere Akzentuierungen setzt. Insofern ist es nahe liegend, die Forschung zu kompetenzzellenbasierten Netzen um eine Clusterforschung zu bereichern.

Auf einen entsprechenden Ansatz wird nachfolgend detailliert eingegangen.

Cluster lassen sich als prozess-, produkt-/dienstleistungs- oder branchenspezifische Ausprägungen von Kompetenzen mit regionaler Gebundenheit auffassen [WWa00]. Cluster spiegeln die Fähigkeit wider, mit vernetzten Kompetenzeinheiten einer Region spezielle Produktions- und Dienstleistungen zu erzielen. In einer Region (Wirtschaftsraum), die eine charakteristische technische, wirtschaftliche, ökologische und soziale Struktur aufweist, sind agglomerierte Kompetenzeinheiten (Clusterpotenziale) verfügbar. Dadurch lassen sich verschiedenartige (z.B. entwicklungs-, produktions-, prozess- und verfahrensorientierte) Cluster mit unterschiedlicher Ausprägung bilden, die am Markt in ihrer Gesamtheit agieren. Es agieren nicht mehr nur die Einzelunternehmen bzw. die Kompetenzeinheiten, sondern die Cluster im Wettbewerb (sich vermarktend über Clustermarketing).

Weiterhin ist vorstellbar, dass zur Befriedigung spezieller Kundenbedürfnisse die Vernetzung von Kompetenzeinheiten zu charakteristischen Strukturen, d.h. zur Herausbildung typischer Muster, so genannten Kompetenzclustern, führt. Für eine produktions- bzw. technologieorientierte Wirtschaftsregion werden für typische Netzkonfigurationen sehr schnell Kompetenzdefizite sichtbar, die durch „Neugründung" von Kompetenzeinheiten in der Region oder durch „Zukauf" von außen ausgeglichen werden können. Durch Anwendung geeigneter Methoden wird es möglich, spezifische Regionalprofile zu ermitteln.

Bereits im Jahr 2002 existierten über 900 regionale Cluster in Europa. Neben der Vielzahl von Produktionsclustern existieren vorwiegend produkt- und prozessorientierte Cluster, so z.B. Automobil-, Technologie-, Kunststoff-, Textil-, Logistik-, Lebensmittel-, Mechatronik- und Gesundheitscluster.

Voraussetzung für die Clusterbildung sind vorhandene und ein hohes Vernetzungspotenzial aufweisende Kompetenzeinheiten (einschließlich deren Kompetenzen und Ressourcen) mit weitgehend regionaler Gebundenheit an Dienstleistungs- und Produktionsstandorten. Weitere Voraussetzungen für die Entwicklung von Clustern sind:

- eine kritische Masse von vernetzbaren Kompetenzeinheiten der Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen
- die politische und administrative Unterstützung der Gebietskörperschaften bei der Entwicklung des clusterrelevanten Wirtschaftsumfeldes, die Akzeptanz partnerschaftlicher Zusammenarbeit

- die Etablierung effektiver Organisationsstrukturen zur inhaltlichen strategischen Entwicklung und Vermarktung. [IRE04]

Bei Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette spielen die Produktionsprozesse sowie die öffentlichen und privaten Dienstleistungen eine besondere Rolle. In diesem Zusammenhang haben die „öffentlichen" Dienstleister günstige Standortbedingungen auf der regionalen und lokalen Ebene zu gewährleisten. Ein gemeinsames, abgestimmtes Vorgehen zwischen Unternehmen und Kommunen ist daher unumgänglich.

Für die Netz- und Clustergestaltung bietet sich ein aufwärtskompatibles und stufenweises Vorgehen an, welches sowohl die technisch-organisatorischen als auch die räumlich-infrastrukturellen Aspekte berücksichtigt. Abbildung 10 verdeutlicht das aufwärtskompatible Clusterkonzept mit gestuftem Wertschöpfungsumfang.

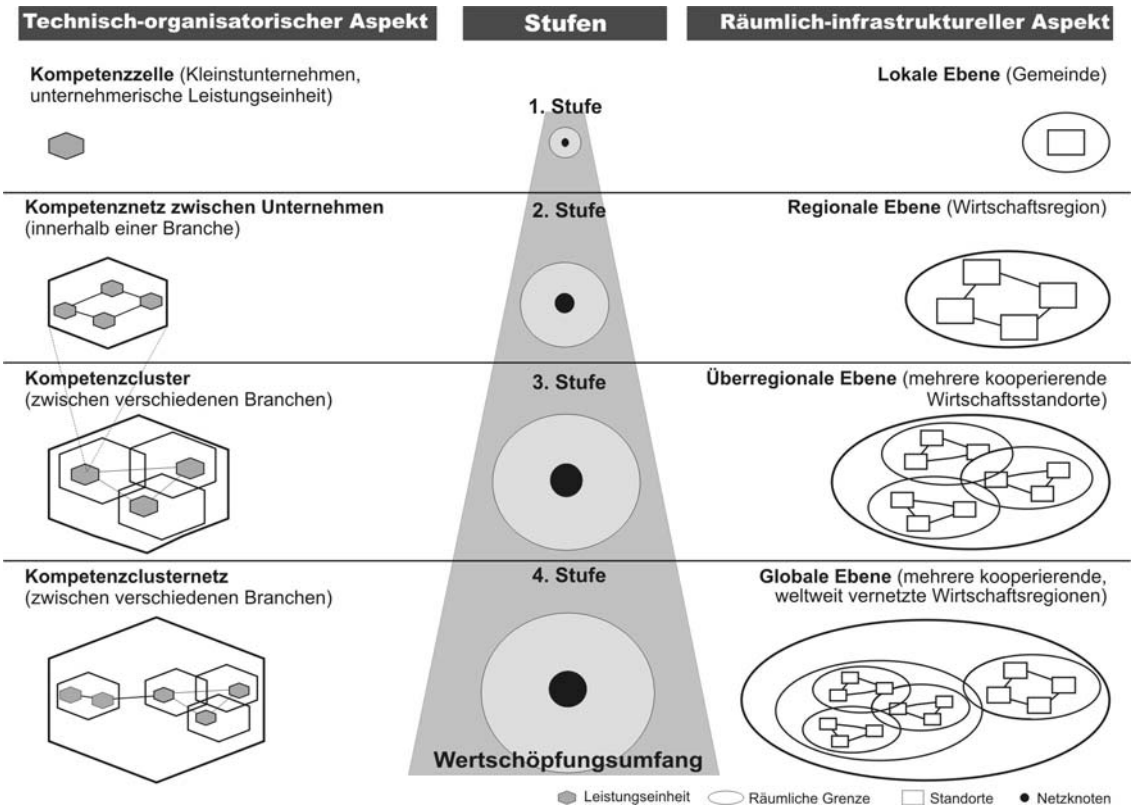


Abbildung 10: Aufwärtskompatibles Clusterkonzept (i.A.a. [JWE05])

1. Stufe – Aus technisch-organisatorischer Sicht geht es um Einzelunternehmen oder Teilen davon, die als „Kompetenzzelle" agieren und die nur in der Vernetzung mit anderen unternehmerischen Leistungseinheiten überlebensfähig erscheinen. Aus räumlich-infrastruktureller Sicht handelt es sich um Standorte auf lokaler Ebene wie einzelne Gemeinden.

2. Stufe – Aus technisch-organisatorischer Sicht kooperieren mehrere Unternehmen miteinander, die beispielsweise sehr komplexe Produkte innerhalb einer Branche (z.B. Werkzeugmaschinenbau) herstellen. Auf diese Weise entsteht ein Kompetenznetz mit Unternehmen einer Branche. Aus räumlich-infrastruktureller Sicht vernetzen sich mehrere kommunale Standorte auf regionaler Ebene, was zur Herausbildung von Wirtschaftsregionen führt.

3. Stufe – Aus technisch-organisatorischer Sicht verknüpfen sich die Unternehmenskooperationen untereinander und es entstehen Kompetenzcluster mit Unternehmen verschiedener Branchen. Derartige Organisationsformen ermöglichen die Herstellung branchenübergreifender Produkte, wie zum Beispiel „Mechatronische Maschinen". Aus

räumlich-infrastruktureller Sicht vernetzen sich mehrere Wirtschaftsregionen untereinander, was zur Clusterbildung auf überregionaler Ebene führt.

4. Stufe – Aus technisch-organisatorischer Sicht kooperieren beim Kompetenzclusternetz Betriebe sowohl derselben als auch verschiedener Branchen miteinander. Das heißt, dass es sich dabei um ein weit gespanntes Netz an Kompetenzclustern handelt, welches aus mehreren untereinander bereits verknüpften Unternehmenskooperationen besteht. Aus räumlich-infrastruktureller Sicht entsteht ein Standortsystem, bei dem sich auf globaler Ebene die miteinander kooperierenden Wirtschaftsregionen in weltweitem Maßstab untereinander vernetzen. Sie sind globale „Einstiegsfenster". Dadurch können sich international bedeutsame Wirtschaftszonen herauskristallisieren.

Der Wertschöpfungsumfang fällt umso höher aus, je mehr Potenziale aus der kreativen Anhäufung von Netzen geschöpft werden können, je größer deren Knoten werden und je weiter deren Effekte räumlich ausstrahlen.

In der Verknüpfung von Wirtschaft und Region erfolgt der Aufbau von Clustern auf der Basis von Netzen vom Kompetenznetz über Kompetenzcluster zum Kompetenzclusternetz. Es kommt zur Vernetzung von Netzen. (vgl. [MWi06])

Literatur

[AiF05] Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen "Otto von Guericke" e.V. (AiF): Förderprogramme. http://www.aif.de/, 12.07.2005.

[Bel01] Bellmann, K.: Heterarchische Produktionsnetzwerke – Ein konstruktivistischer Ansatz. In: Bellmann, K. (Hrsg.): Kooperations- und Netzwerkmanagement. Berlin: Duncker & Humblot, 2001, S. 31-54.

[BDa01] Baum, H.; Dammann, U.: Konzeption einer Zwei-Ebenen-Kooperation. In: Teich, T. (Hrsg.): Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke. Chemnitz: GUC, 2001, S. 51-72.

[BDH01] Baum, H.; Dammann, U.; Hübsch, S.: Morphologie von Kooperationen. In: Teich, T. (Hrsg.): Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke. Chemnitz: GUC, 2001, S. 21-50.

[BRS+05] Bocklisch, S. F.; Rudolph, M.; Sinelnikova, E.; Horbach, S.: Fuzzy Modellierung in Netzen von Kompetenzzellen. Demonstriert am Beispiel der Logistik. In: wt Werkstattstechnik (online) 95 (2005) 5, S. 427-431.

[CAO05] Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H.; Ollus, M. (eds.): Virtual Organizations – Systems and Practises. New York: Springer, 2005.

[CAO05a] Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H.; Ollus, M.: ECOLEAD – A Holistic Approach to Creation and Management of Dynamic Virtual Organizations. In: Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H.; Ortiz, A. (Hrsg.): Collaborative networks and their breeding environments. Proceedings of the IFIP TC5 WG 5.5 Sixth IFIP Conference on Virtual Enterprises. 26-28 September, 2005, Valencia, Spain. New York: Springer, 2005, pp. 3-16.

[COB05] COBTEC – Collaborative Business Networks and Technology Platforms. Research and development program 2003-2007. http://www.vtt.fi/cobtec/files/cobtec_brochure_web.pdf, 12.07.2005.

[DEL98] DELPHI '98 Umfrage: Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik. FhG-ISI im Auftrag des BMBF. Bad Homburg: Symbolog, 1998.

[DLR05] DLR: Förderthemen. http://www.dlr.de/pt_it/foerderung/foerderthemen, 12.07.2005.

[ECO05] ECOLEAD – European Collaborative Networked Organisations Leadership Initiative: Our mission. http://www.ve-forum.org/default.asp?P=284, 03.05.2005.

[End+02] Enderlein, H. et al.: Sonderforschungsbereich 457: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Arbeits- und Ergebnisbericht 2000, 2001, 2002. TU Chemnitz, 2002.

[Gau+04] Gausemeier, J. et al.: Sonderforschungsbereich 614: Selbstoptimierende Systeme des Maschinenbaus. Finanzierungsantrag 2. Halbjahr 2005 – 1. Halbjahr 2009. Universität Paderborn, 2004.

[GDA04] Gerber, A.; Dietzsch, M.; Althaus, K.: Information based, dynamic quality information system for non-hierarchic regional production networks. Journal: Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, Elsevier, Volume 20, Issue 6, December 2004, pp. 583-591.

[GNe04] Görlitz, O.; Neubert, R.: Supporting the Search for Co-operation Partners in Product Development, Design and Planning. In: Proceedings of the IASTED Int'l. Conference on Knowledge Sharing and Collaborative Engineering, KSCE 2004, St. Thomas USA, 2004.

[Her+04] Herzog, O. et al.: Sonderforschungsbereich 637: Selbststeuerung logistischer Prozesse. Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen. Finanzierungsantrag 2004-2007 (Auszug). Universität Bremen, 2004.

[HRi00] Hertzsch, B.; Richter, W.: Strategieentwicklung und Formen der Zusammenarbeit von KMU-Netzwerken im Hochtechnologiebereich am Beispiel der Netzwerke AMTEC GmbH und Lasertechnik Chemnitz GbR mbH. In: Gersten, K. (Hrsg.): Arbeit und Technik in den neuen Bundesländern. Bremerhaven: Wirtschafts-verlag, 2000.

[ICM05] ICM Chemnitz e.V.: http://www.icm-chemnitz.de, 14.06.2005.

[IRE04] IREGIA: Strukturwandel in Wirtschaftsstandorten. Tagungsband zur IREGIA Fachtagung, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 9, Chemnitz, 28.09.2004.

[IUS+05] Initiative für Beschäftigung OWL e.V.; Universität Bielefeld; SURVEY GmbH & Co. KG; Bertelsmann Stiftung (Hrsg.): net'swork – Netzwerke und strategische Kooperationen in der Wirtschaft. Bielefeld: Kleine, 2005.

[JWE05] Jurczek, P.; Wirth, S.; Erfurth, R.: Vernetzung von produktionstechnischen Clustern. In: ZWF 100 (2005) 5, S. 251-256.

[KEG02a] Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Generaldirektion Unternehmen (Hrsg.): Beobachtungsnetz der europäischen KMU – Ergebnisse der Erhebung 2001, Bericht Nr. 1/2002. KPMG Special Services und EIM Business & Policy Research, Niederlande in Zusammenarbeit mit European Network for SME Research (ENSR) und Intomart. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2002.

[KEG02b] Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Generaldirektion Unternehmen (Hrsg.): Beobachtungsnetz der europäischen KMU – KMU in Europa – inklusive einer ersten Betrachtung der Beitrittsländer, Bericht Nr. 2/2002. KPMG Special Services und EIM Business & Policy Research, Niederlande in Zusammenarbeit mit European Network for SME Research (ENSR) und Intomart. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2002.

[KEG04] Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Generaldirektion Unternehmen (Hrsg.): Beobachtungsnetz der europäischen KMU – KMU in Europa 2003, Bericht Nr. 7/2003. KPMG Special Services und EIM Business & Policy Research, Niederlande in Zusammenarbeit mit European Network for SME Research (ENSR) und Intomart. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2004.

[Ket04] Ketels, C.: Global Competitiveness Report 2004-05. Boston: Harvard Business School Press, 2004.

[Ket04a] Ketels, C.: European Clusters. In: Hagbarth; L. (Hrsg.): Innovative City and Business Regions. Bollschweil: Hagbarth Publications, S. 54-68, 2004.

[Kru01] Krusche, M.: InnoSachs – Innovative Netze in einer Region. In: Vernetzt planen und produzieren – VPP 2001. Tagungsband, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 4, TU Chemnitz, 20.-21.09.2001, S. 35-40.

[Kuh+01] Kuhn, A. et al.: Sonderforschungsbereich 599: Modellierung großer Netze in der Logistik. Arbeits- und Ergebnisbericht 1998/2, 1999, 2000, 2001/1. Universität Dortmund, 2001.

[LAC04] Roadmaps to Industry Clusters in Los Angeles County. Los Angeles County Economic Development Corporation, Economic Information & Research Department, June 2004.

[LMM97] Laubacher, R.J.; Malone, T.W.; MIT Scenario Working Group: Two Scenarios for 21st Century Organizations: Shifting Networks of Small Firms or All-Encompassing "Virtual Countries"? MIT Initiative on Inventing the Organizations of the 21st Century, 1997, Working Paper 21C WP #001.

[Lui04] Luible, M. R.: Konferenzband zur 3. Zukunftskonferenz Mitte|deutschland, 24.03.2004, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle (Saale): Gesellschaft zur Förderung des Regionenmarketings für Mitteldeutschland mbH.

[MAd04] Meyer, M.; Aderhold, J.: Das Netz Grid – Ein methodisches Konzept zur Messung beziehungsrelevanter Parameter in Unternehmensnetzwerken. In: Weissenberger-Eibl, M. A. (Hrsg.): Unternehmen im Umbruch: Konzepte, Instrumente und Erfolgsmuster. Rosenheim: Cactus, 2004, S. 331-360.

[MAP03] MAP project on enterprise clusters and networks: Report on European Seminar on Cluster Policy. Copenhagen, June 10, 2003.

[MAT03] Meyer, M.; Aderhold, J.; Teich, T.: Grid-Technik und polyedrale Analyse als innovative Methoden des Personalmanagements in Unternehmensnetzwerken. In: ZfB 73 (2003) 8, S. 1-25.

[Meh04] Mehnert, J.: Gestaltung und Integration von Arbeitsplanungskompetenzen für hierarchielose Produktionsnetze. Dissertation. Verlag dissertation.de – Verlag im Internet GmbH. 2004.

[MHA+04] Müller, E.; Horbach, S.; Ackermann, J.; Näser, P.: Production Management in Competence-cell-based Networks. In: Proceedings of APE'2004 IIIrd International Conference on Advances in Production Engineering. Part I, Warsaw, Poland, June 17-19, 2004, pp. 53-62.

[Mit03] Mitsui, I.: Industrial cluster policies and regional development in the age of globalisation – Eastern and Western approaches and their differences. International Small Business Congress (ISBC). Singapore, September 22, 2003.

[MLa98] Malone, T.W.; Laubacher, R.J.: The dawn of the e-lance economy. Harvard Business Review, Sept.-Oct. 1998, pp. 145-152.

[Mül+05] Müller, E. et al.: Sonderforschungsbereich 457: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Finanzierungsantrag 2006, 2007, 2008, 2009, TU Chemnitz, 2005.

[Mül04] Müller, E.: Intelligente Produktionsnetzwerke – neue Organisationsformen der Produktion. In: Vernetzt planen und produzieren – VPP2004. Tagungsband, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 8, TU Chemnitz, 27.-28.09.2004, S. 8-22.

[MWi06] Müller, E.; Wirth, S.: Produktion in Netzen und Clustern – Strategien für die Zukunft. In: Industrie Management 22 (2006) 6 (noch nicht erschienen).

[NAB04] Näser, P.; Ackermann, J.; Baum, H.: Das Sichtenkonzept als Modellierungs-paradigma. In: Industrie Management 20 (2004) 1, S. 36-39.

[NWS04] Neugebauer, R.; Weidlich, D.; Steiner, R.: Product Development in Non-Hierarchical Production Networks – a Competence-Cell-Based Approach to Solution. In: Dimitrov, D. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on Competitive Manufacturing COMA'04, Progress in Innovative Manufacturing. February 04-06, 2004, Stellenbosch/South Africa. Stellenbosch: Global Competitiveness Centre in Engineering, S. 137-142.

[OECD01] OECD: OECD Issues paper. World Congress on Local Clusters – Local Networks of Enterprises in the World Economy. Paris, January 23-24, 2001.

[Pfe+02] Pfeifer, T. et al.: Sonderforschungsbereich 368: Autonome Produktionszellen. Arbeits- und Ergebnisbericht 2000-2002. RWTH Aachen, 2002.

[PFT05] PFT: Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen". 14. Bekanntmachung. Themenfeld: „Verfügbarkeit von Produktionssystemen als Dienstleistung". 12.03.2005.

[Por90] Porter, M.E.: Competitive Advantage of Nations. London: Macmillan, 1990.

[Por98] Porter, M.E.: On Competition. Boston: Harvard Business School, 1998.

[Por01] Porter, M.E.: Cluster Mapping Project, Institute for Strategy and Competitiveness. Boston: Harvard Business School, 2001.

[PWi+06] Pfohl, H.-C.; Wimmer, T. (Hrsg.): Wissenschaft und Praxis im Dialog. Steuerung von Logistiksystemen – auf dem Weg zur Selbststeuerung. 3. Wissenschafts-symposium Logistik der BVL in Dortmund, 30.-31.05.2006, Schriftenreihe Wirtschaft & Logistik, Hamburg: Deutscher Verkehrs-Verlag, 2006.

[Rei+00] Reinhart, G. et al.: Sonderforschungsbereich 582: Marktnahe Produktion individualisierter Produkte. Forschungsantrag 2001/2, 2002, 2003, 2004/1. TU München, 2000.

[RKW03] RKW Sachsen GmbH: Autoland Sachsen – globaler Partner. Strategiepapier für den Vertragszeitraum 20.03.2003 bis 31.12.2006 zur Durchführung der Verbundinitiative „Automobilzulieferer Sachsen 2005".

[Ros03] Rosenfeld, S.: Clusters as Economic Development Strategies. Montana Economic Development Summit. Billings, May 28, 2003.

[RWR01] Reinhart, G.; Weber, V.; Rudorfer, R.: Marktresponsive Supply Chains auf Basis kompetenzzentrierter Unternehmensnetzwerke. In: Industrie Management 17 (2001), S. 35-40.

[SBa01] Salmons, J.; Babitsky, T.: Shamrocks and Nanocorps – Business Model and Technology. Innovation to Bridge the Digital Divide. Net Impact Conference, Chapel Hill, North Carolina, 2001.

[Sch04] Scholta, C.: Projektentwicklung – Kernkompetenz des Managements von Branchennetzwerken. In: Vernetzt planen und produzieren – VPP2004. Tagungs-band, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 8, TU Chemnitz, 27.-28.09.2004, S. 306-310.

[SFr00] Schuh, G.; Friedli, Th.: Die Virtuelle Fabrik. In: Piller, F.; Erben, R.; Nagel, K.: Produktionswirtschaft 2000 – Perspektiven für die Fabrik der Zukunft. Wiesbaden: Gabler, 2000.

[SFr05] Schöne, R.; Freitag, M.: Development of Cooperation in Regional Networks – The Role of Human Resources Management. Paper, 8th International Human Resources Management Conference "Making a Difference in a World of Differences", June 14-17, 2005, Cairns, Australien.

[SI05] Stiftung Industrieforschung: Forschungsschwerpunkte. http://www.stiftung-industrieforschung.de/seiten/hauptframe_projekte.html, 16.03.2005.

[SMG98] Schuh, G.; Millarg, K.; Göransson, Å.: Virtuelle Fabrik – Neue Marktchancen durch dynamische Netzwerke. München: Hanser, 1998.

[SSD+03] Steinbach, H.; Schädlich, B.; Dürr, H.; Mehnert, J.: Regionale Innovationsnetzwerke unterstützen kleine und mittlere Unternehmen im globalen Wettbewerb. In: Vernetzt planen und produzieren – VPP2003. Tagungsband, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 7, TU Chemnitz, 22.-23.09.2003, S. 105-108.

[SSS96] Staber, U. H.; Schaefer, N. V.; Sharma, B. (eds.): Business Networks – Prospects for Regional Development. Berlin/New York: de Gruyter, 1996.

[SWi04] Schenk, M.; Wirth, S.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. Berlin: Springer, 2004.

[Syd92] Sydow, J.: Strategische Netzwerke – Evolution und Organisation. Wiesbaden: Gabler, 1992.

[Tec05] TechPilot – Europas Markt für Zeichnungsteile. http://www.techpilot.net/static/techpilot/home_de.html, 12.07.2005.

[TEG04] Thoben, K.-D.; Eschenbaecher, J.; Graser, F.: Modelling collaborative business processes in virtual organisations – Lessons learnt from international research projects. In: Vernetzt planen und produzieren – VPP2004. Tagungsband, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 8, TU Chemnitz, 27.-28.09.2004. S. 94-102.

[Tei03] Teich, T.: Extended Value Chain Management – ein Konzept zur Koordination von Wertschöpfungsnetzen. Chemnitz: GUC, 2003.

[War92] Warnecke, H.-J.: Die fraktale Fabrik. Berlin: Springer, 1992.

[WBA98] Wirth, S.; Baumann, A.: Innovative Unternehmens- und Produktionsnetze. Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Heft 8, TU Chemnitz, Chemnitz, 1998.

[Wes+99] Westkämper, E. et al.: Sonderforschungsbereich 467: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion. Ergebnisbericht 1997, 1998, 1999. Universität Stuttgart, 1999.

[Wes00] Westkämper, E.: Auf dem Weg zum virtuellen Unternehmen. In: Kaluza, B.; Blecker, Th. (Hrsg.): Produktions- und Logistikmanagement in virtuellen Unternehmen und Unternehmensnetzwerken. Berlin: Springer, 2000, S. 629-651.

[Wie05] Wiendahl, H.-P. (Hrsg.): Erfolgreich kooperieren – Best-Practice-Beispiele ausgezeichneter Zusammenarbeit. Heidelberg: Physica, 2005.

[Wil94] Wildemann, H.: Die modulare Fabrik. München: TCW, 1994.

[Wil95] Wildemann, H. (Hrsg.): Schnell lernende Unternehmen – Quantensprünge in der Wettbewerbsfähigkeit. München: TCW, 1995.

[Wil97] Wildemann, H.: Koordination von Unternehmensnetzwerken. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft – ZfB 67 (1997) 4, S. 417-439.

[Wir+99] Wirth, S. et al.: Sonderforschungsbereich 457: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Finanzierungsantrag 2000, 2001, 2002. TU Chemnitz, 1999.

[Wir00] Wirth, S.: Von hierarchischen Unternehmensnetzwerken zu hierarchielosen (-armen) kompetenzzellenbasierten Produktionsnetzen. In: Wojda, F. (Hrsg.): Innovative Organisationsformen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2000, S. 167-209.

[WWa00] Wojda, F.; Waldner, B.: Neue Formen der Arbeit und Arbeitsorganisation. In: Wojda, F. (Hrsg.): Innovative Organisationsformen. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2000, S. 13-58.

[WZB+00] Westkämper, E.; Zahn, E.; Balve, P.; Tilebein, M.: Ansätze zur Wandlungsfähigkeit von Produktionsunternehmen. In: wt Werkstattstechnik 90 (2000) 1/2, S. 22-26.

[ZMV05] Zäh, M. F.; Möller, N.; Vogl, W.: Symbiosis of Changeable and Virtual Production – The Emperor's New Clothes or Key Factor for Future Success? In: Zäh, M. F.; Reinhart, G. (Hrsg.): 1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2005). München: Herbert, 2005.

Ein prozessorientiertes Vorgehensmodel zur modellgestützten Fabrikplanung

Prof. Dr.-Ing. Axel Kuhn, Lehrstuhl für Fabrikorganisation, Universität Dortmund
Dipl.-Ing. Marcel Beller, Lehrstuhl für Fabrikorganisation, Universität Dortmund

Die Prozessorientierung, als dominierende Sichtweise zur Analyse und Optimierung sämtlicher Unternehmensabläufe, hat die Fabrikplanung verändert, zumindest die funktionsorientierten Vorgehensmodelle abgelöst. Der Dortmunder Sonderforschungsbereich 559 „Modellierung großer Netzte der Logistik“ hat sich eine strikte Prozessorientierung zum Leitfaden gegeben und verwendet daher als gemeinsames Beschreibungsmodell das Prozesskettenparadigma (vgl. [Kuh95] et al.).

Als Grundlage dient eine Klassifizierung der bedeutendsten Unternehmensprozesse, die sich wie folgt darstellt:

- Geschäftsprozesse (Auftragsdurchlaufprozess)
- Informationsflussprozesse
- Planungsprozesse
- Materialflussprozesse
- Prozesse zwischen Unternehmen (Kooperationsprozesse)

Im folgenden Beitrag, soll ein prozessorientiertes Vorgehensmodell zur modellgestützten Fabrikplanung vorgestellt werden, welches sich aus dem Prozesskettenparadigma ableitet.

Viele der heute noch von Planern verwendeten Vorgehensmodelle zur Fabrikplanung und Fabrikstrukturierung (u. a. [Ket84, REF90, War95 und Wil98]) orientieren sich nicht primär an Prozessen. Die Fachwelt ist sich einig, dass optimale Produktionsprozesse nur in entsprechenden Fabrikstrukturen möglich sind. Die Umkehrung dieses Prinzips - Prozesse an den vorhandenen Strukturen auszurichten - hat in der Vergangenheit zu erheblichen Problemen geführt, da nicht der Prozess und damit das Produkt im Vordergrund stand, sondern die optimale Durchführung einzelner Verrichtungsarten (vgl. [Bis97]).

Heute: Prinzip der Detailliertheit in der Planung.

Früher: Prinzip der Verallgemeinerung (Kennzahlen, Durchschnittswerte).

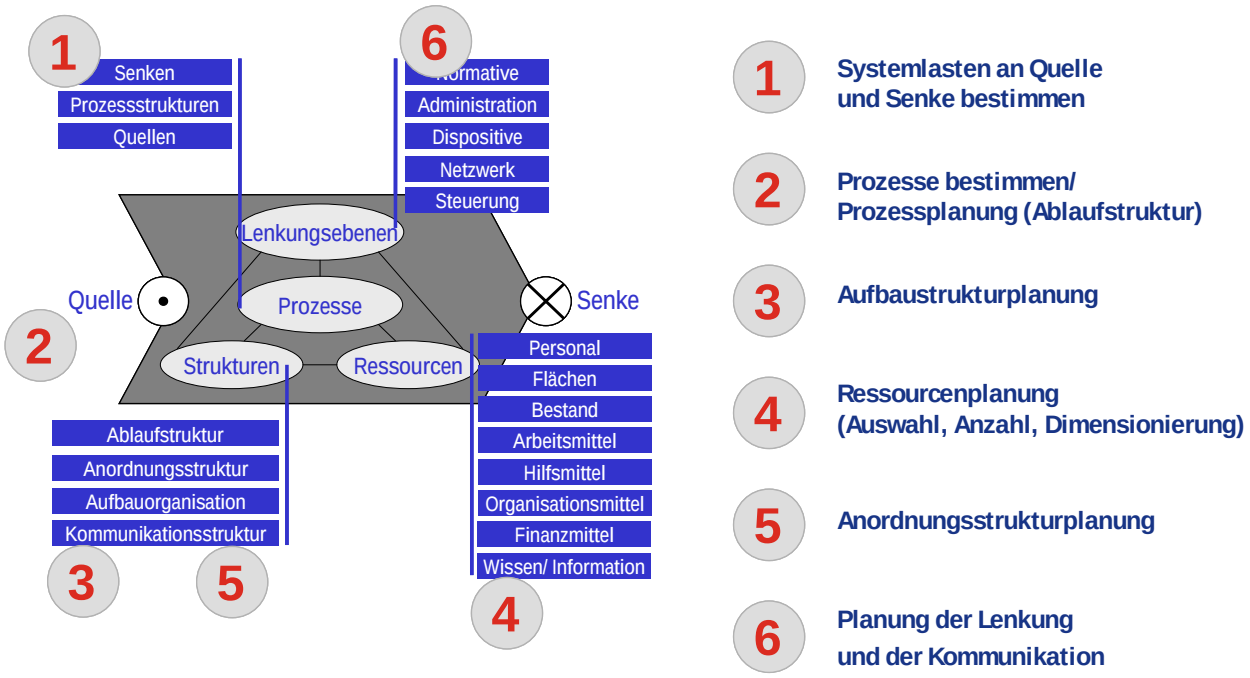


Abbildung 1: Prozessorientiertes Vorgehen zur modellgestützten Fabrikplanung

Aus dem Prozesskettenmodell (vgl. Abbildung 1) lässt sich ein prozessorientiertes Planungsvorgehensmodell für die Fabrikplanung mit den folgenden Planungsschritten herleiten:

- Systemlastidentifikation
- Prozessplanung (Ablaufstruktur)
- Aufbaustrukturplanung
- Ressourcenplanung (Auswahl, Anzahl, Dimensionierung)
- Anordnungsstrukturplanung
- Lenkungsplanung

In den folgenden Abschnitten werden die jeweiligen Planungsschritte genauer beschrieben. Um die Verwendung der hier genannten Begriffe zu spezifizieren, wird die Klassifizierung einer Fabrikplanungsaufgabe nach Schenk und Wirth mit den folgenden Klassifizierungsmerkmalen verwendet (vgl. [SWi04]):

- Planungsphase (Entwicklung, Aufbau, Anlauf, Betrieb und Abbau)
- Planungsebene (von Arbeitsplatz, über Bereichsstruktur bis Generalstruktur)
- Planungsvorgehensweise (in Planungsstufen, detailliert in Planungsschritten)

Ein Fabrikplanungsfall ist somit ein spezifischer Planungsschritt, der innerhalb einer definierten Planungsphase in einer bestimmten Planungsebene durchgeführt wird. Daraus resultiert, dass die Planungsschritte immer gleich behandelt werden oder ähnlich ablaufen, auch wenn sie durch ihren Planungsfall in eine unterschiedliche Ebene und/ oder Phase zu klassifizieren sind.

Systemlastidentifikation

Eine prozessorientierte Planungsmethode beginnt grundsätzlich mit der Identifikation der Systemlast. Was muss ein System, bei welchen Eingangsgrößen, in welcher Zeit an Leistung erbringen? Diese Systemlast ist die Transformationsleistung, die das System an den das

System durchlaufenden Leistungsobjekten erbringen muss. Die Eingangs- und Ausgangsgrößen der Leistungsobjekte eines Systems werden mittels Quellen und Senken formuliert. Damit wird gleichzeitig auch der Betrachtungs- bzw. Bearbeitungsrahmen festgelegt. Die Senken werden in einem Fabrikplanungsprojekt durch die Kundenanforderungen dargestellt. Die Kunden bestimmen, welche Produkte, zu welcher Zeit und in welcher Menge in einer Fabrik produziert werden müssen. Die wichtigste Datenbasis zur Darstellung der Kundenanforderung ist, neben einigen anderen Informationsquellen, das Produktionsprogramm. Unterschiedliche Strategien wie z. B. Built-to-Order oder Built-to-Stock, verschieben zwar den Kundenauftragsentkopplungspunkt, ändern aber nichts an der grundsätzlichen Spezifikationen der Senken. Die Quellen bilden, in Analogie zu den Senken, die geplante Nachfrage an die Zulieferer einer Fabrik ab.

Diese Betrachtungsweise stellt völlig neue Anforderungen an die Gewinnung der Systemlastdaten und die Beherrschung der Datenkomplexität. Es geht nicht mehr nur um einen Fertigungsauftrag und die Bewertung der dafür benötigten Fertigungskapazität mit Hilfe von Kennzahlen oder Durchschnittswerten, sondern um exakte spezifische Ausstattungsmerkmale der Erzeugnisse nach dem Kundenauftragsentkopplungspunkt oder um die exakten Bedarfsmengen davor. Die mittlerweile akzeptierten Kundenanforderungen an Termin- und Servicetreue auf der einen Seite oder die notwendige Nachfragetreue in Richtung der Lieferanten bestimmen die neue Qualität der Systemlastspezifikation.

Prozessplanung (Ablaufstruktur)

Hauptaufgabe der Prozessplanung ist die genaue Bestimmung aller notwendigen Prozesse zur Bewältigung der zuvor bestimmten Systemlast. Dabei werden zunächst nur die Nutzprozesse (z. B. Wertschöpfung in der Fertigung) und die unvermeidbaren Stützprozesse (z. B. Puffer) festgelegt (vgl. [WQu97]).

Im Falle einer Reorganisation kommt dieser Planungsschritt einer idealen Ablaufplanung gleich. Durch den ergänzenden Vergleich mit einem Ist-Zustand werden neben Blind- und Fehlprozessen auch noch weitere Schwachstellen, z. B. in der Prozessreihenfolge oder nicht Nutzung von Möglichkeiten der Parallelisierung, ermittelt. Aus dem Ergebnis dieses Soll-Ist-Vergleiches werden Optimierungspotentiale abgeleitet.

Das Ergebnis des gesamten Planungsschrittes ist eine Ablaufstruktur, in der alle notwendigen Prozesse dokumentiert sind. Die Abbildungsstufe bzw. -genauigkeit orientiert sich an dem jeweiligen Planungsfall.

In der Fabrikplanung gehen die Prozesspläne von der Grobstruktur auf der Basis von Hauptprozessen bis hin zu den Handhabungsprozessen in einer Arbeitsplatzumgebung oder Workflows in der Arbeitsvorbereitung (Kommunikationsstrukturplanung).

Aufbaustrukturplanung

Im Planungsschritt der Aufbaustrukturplanung ist das Ziel die Gestaltung einer effizienten Organisation bzw. die Festlegung von Verantwortungsübergängen. Dazu wird die Ablaufstruktur aus dem vorherigen Planungsschritt in entsprechende Fabriksysteme, Teilsysteme und Organisationseinheiten strukturiert. Die vertikale Segmentierung nach Wildemann (vgl. [Wil98]) ist ein Verfahren für die Strukturierung der Aufbaustruktur. Je nach Planungsebene (Generalstruktur, Gebäudestruktur, Bereichsstruktur oder Arbeitsplatzstruktur) sind die Strukturierungskriterien und -ziele unterschiedlich. Auf Grund dieser Unterschiede werden Fabrikstrukturen in Ordnungsgrade differenziert, die die Fabrikstruktur der jeweiligen Planungsebene zuordnen. Zwischen den Ordnungsgraden ändern sich die Planungsvorgehensweisen und Strukturierungsmodelle jedoch nicht. Es werden lediglich die Kriterien und Ziele dem

Detaillierungsgrad der Prozesse und der Leistungsobjekte in der Ebene angepasst. Es ist also möglich, dass in Fabriksystemen unterschiedlicher Ordnungsgrade das Planungsergebnis ähnliche Strukturen aufweist. Daher hat sich z. B. bei den Ansätzen der „Fabrik in der Fabrik“ oder bei der „Fraktalen Fabrik“ der Begriff der „selbst-ähnlichen Strukturen“ etabliert (siehe dazu [Wil98, War95]). Auch bei den Vorgehensweisen der Planung gibt es eine Selbstähnlichkeit, die der Entwicklung des so genannten „Delta-Vorgehensmodells“ zu Grunde lag (vgl. [Küh00]).

Ressourcenplanung

Dieser Planungsschritt legt die Ressourcen nach Art und Menge fest. Die Ressourcenplanung kann nur nach der Feststellung (Überprüfung oder Neufestlegung) der Ergebnisse der Prozess- und der Aufbaustrukturplanung sinnvoll durchgeführt werden. Als Ressourcen werden die so genannten „knappen Betriebsmittel der Logistik“ verstanden [Kuh95]: Flächen, Bestände, Arbeitsmittel, Arbeitshilfsmittel, Organisationsmittel und das Personal. Mittlerweile werden auch Informationen (Wissen) und Finanzmittel als „knappe Ressourcen“ behandelt.

Für die Ressourcenplanung werden meist statische Verfahren, wie Dimensionierungs-rechnungen und Optimierungen (z. B. mittels Matrixoperationen), verwendet. Aber auch dynamische Verfahren (wie z. B. Simulationsexperimente) kommen zum Einsatz.

Die Anpassung der Ressourcen ist die erste Maßnahme, um schwankenden Systemlasten entgegenzuwirken. Hierfür müssen Lenkungsmaßnahmen geplant (siehe Lenkungsplanung) werden. Dieses Korrekturverfahren zum Ressourcenbedarf kann aber erst erfolgen, wenn der nächste Planungsschritt, die Anordnungsplanung, erfolgt ist.

Anordnungsplanung (Anordnungsstruktur, Layout)

Mit den Ergebnissen der vorherigen vier Planungsschritte kann die Anordnungsplanung, auch Anordnungsstrukturplanung oder Layoutplanung genannt, begonnen werden. In älteren, nicht prozessorientierten Planungsvorgehensweisen, ist die Lay-outplanung der Kern der Planungs-aufgabe. Wahrscheinlich deshalb, weil in diesem Planungsschritt der „nicht Fachplaner“, z. B. der Investor, „endlich etwas sieht“, nämlich den 2D oder 3D visualisierten Layoutplan. Bei diesem Planungsschritt ist es häufig nicht zu vermeiden, Iterationsschritte zu einem der vorherigen Planungsschritte durchzuführen, da auf sehr viele Restriktionen Rücksicht genommen werden muss. Zu starke Antipathien zwischen Ressourcen verhindern deren unmittelbare Anordnung, Sympathien oder Redundanzen begünstigen sie wiederum.

Gerade für die Anordnungsplanung haben sich die Möglichkeiten für eine schnelle und umfangreiche Planung stark verbessert. Durch die modernen Werkzeuge der „Digitalen Fabrik“ besteht heute die Möglichkeit, Planungsergebnisse nicht nur schnell zu bewerten, sondern deren gesamte Überprüfung auf Kompatibilität mit dem übrigen Fabriksystem und dessen Anforderungen in der „Virtuellen Realität“ durchzuführen. Dadurch entstehen jedoch auch Herausforderungen, wie z. B. die Forderungen nach einer vorausschauenden Anordnungs-planung.

Lenkungsplanung und Kommunikationsstrukturplanung

Lenkung ist eine Eigenschaft von Systemen, die deren Fähigkeit bezeichnet, sich zielgerichtet zu steuern und selbst zu kontrollieren. Übertragen auf ein Unternehmen heißt dies, zwischen dem Unternehmen und seiner Umwelt laufend ein Fließgewicht herzustellen [Bec96]. Einer der ersten Schritte der Lenkungsplanung ist die Identifikation bzw. Festlegung der Lenkungsregeln. Analog zur Fabrikstruktur, existieren auch für Lenkungsregeln unterschiedliche Ebenen. Es werden die folgenden fünf Lenkungsebenen unterschieden:

- Normative
- Administration
- Disposition
- Netzwerk
- Steuerung

Die Lenkungsregeln dürfen sich nicht mit den Regeln der nächst höheren Ebene widersprechen, müssen jedoch eine Teilautonomität haben. Zwischen den Lenkungsebenen findet ein „normierter" Austausch von Informationen statt. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Prozess- und Strukturplanung, wird für die Lenkungsplanung, ähnlich dem Planungsschritt Prozessplanung, eine Informationsflussprozesskette aufgestellt. Diese Kette bildet den Kommunikationsstrukturplan ab. Dabei muss beachtet werden, dass jede Lenkungsebene, unterschiedliche, zusätzliche bzw. unterschiedlich detaillierte Informationen benötigt. Die Administration braucht z. B. Informationen aus Quellen und Senken (Lieferanten und Kunden) um Auftragspools zu generieren. Die Disposition hingegen braucht Zustandsinformationen aus den Lenkungen untergelagerter Hierarchien. Die Steuerung wiederum benötigt direkte Prozesssignale von Sensoren oder Aktoren.

In den Hierarchien bzw. den autonomen Bereichen (Unternehmen, Standort, System) sind alle Lenkungsmaßnahmen den Lenkungsebenen zugeordnet und grundsätzlich ähnlich (selbstähnlich). Die zugrunde liegenden Algorithmen oder Methoden können in den Hierarchien gleich sein. Bestandteil der Lenkungsregeln sind die Lenkungsmaßnahmen, welche festlegen, wie auf eine Information reagiert werden muss.

Anmerkung zur sequentiellen Vorgehensweise

Im prozessorientierten Vorgehensmodell für die Fabrikplanung werden die sechs Planungsschritte und zwingende Abfolgen aufgezählt und beschrieben.

Eine strikte, sequentielle Abarbeitung des Vorgehensmodells ist jedoch nicht sinnvoll, da dann wichtige Iterationen und die Abarbeitung von Planungsfällen höherer Detailliertheit, nicht durchlaufen werden.

Für den Planungsprozess – die „Planungsprozesskette" – gelten die gleichen oder ähnliche Forderungen wie für die Bearbeitung von Prozessketten des Material- oder auch Informationsflusses.

Durch Parallelisierung von Bearbeitungsschritten kann zum einen die Planungsdurchlaufzeit erheblich verkürzt und zum anderen ein zeitnaher Iterationsprozess ermöglicht werden. Integration von Prozessen, wie die Ressourcenauswahl unter Berücksichtigung der Anordnungsplanung und der Flexibilität bezüglich zukünftiger Prozesse, erhöhen die Qualität des Ergebnisses.

Allgemeine Vorgehensweise zur Gestaltung soziotechnischer Systeme

Der Vergleich mit den anfangs erwähnten Vorgehensweisen der Fabrikplanung lässt sehr schnell Unterschiede in der Vollständigkeit der Planungsschritte erkennen. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass bei der Beschreibung der prozessorientierten Vorgehensweise zur Fabrikplanung in Anlehnung an das Dortmunder Prozesskettenmodell zunächst nur die originären Planungsschritte der Fabrikplanung dargestellt wurden. Planungsschritte wie z. B. die Zielplanung, die Situationsanalyse oder auch die Realisierungsplanung sind nicht nur bei

der Fabrikplanung erforderlich, sondern sind Bestandteile einer generellen Planungsvorgehensweise.

Diese generellen Planungsvorgänge sind im Vorgehensmodell (Delta-Modell) von Kühling (vgl. [Küh00]) berücksichtigt worden. Ingesamt besteht das Delta-Modell aus den folgenden Planungsschritten: Problemwahrnehmung (spontaner Probleme), Vorstudie, Hauptstudie, Teilstudie, Prototyping, Implementierung, Betrieb und Problemwahrnehmung (permanenter Probleme). Das prozessorientierte Vorgehensmodell der Fabrikplanung wird in diese allgemeine Vorgehensweise integriert, indem es die Planungsschritte der Vorstudie und Hauptstudie ersetzt. je nach Planungsfall kann es notwendig sein, dass mehrere Teilstudien (in unteren Planungsebenen) durchgeführt werden müssen. Die sechs Planungsschritte des prozessorientierten Vorgehensmodell der Fabrikplanung werden dann in jeder Teilstudie, entsprechend der Planungsebene, ebenfalls durchgeführt.

Kennzahlen logistischer Systeme

Als Ergänzung zur vorgestellten prozessorientierten Vorgehensweise der Fabrikplanung eignet sich das Kennzahlenmodell von Kirchhausen [Kir03], in dem fünf Kennzahlenpaare gebildet werden. Diese setzen sich jeweils aus einer absoluten und einer relativen Kennzahl zusammen:

- Ressourcenangebot/ Reichweite
- Ressourcennutzung/ Auslastung
- Leistung/ Leistungsgrad
- Durchlaufzeit/ Flussgrad
- Kosten/Wertschöpfungsanteil

Anhand dieser Kennzahlenpaare können logistische Systeme beschrieben, bewertet und gesteuert werden, da sich die Aussagen der Kennzahlen sowohl auf die statischen als auch auf die dynamischen Ressourcen beziehen.

Für ein integrierendes Planungsmodell werden einheitliche und durchgängige Kennzahlen benötigt. Mit dem Kennzahlenmodell nach Kirchhausen ist es möglich statische und dynamische Zustandsänderungen eines logistischen Systems zu erfassen und abzubilden. Nur dann ist es möglich den Planungsbedarf und die Planungsfälle zu identifizieren.

Fazit

Das große Ziel der Fabrikorganisation ist das Zusammenwachsen aller Planungs- und Steuerungsaktivitäten der Fabrik, wenn nicht sogar eines Produktionsnetzes. Um dieses Ziel zu erreichen müssen noch einige Vorarbeiten geleistet werden. Es reicht nicht aus, mächtige DV-Systeme zu implementieren und alles in seiner gewohnten Form in die digitale Welt zu überführen.

Vielmehr müssen Standards geschaffen werden, bei denen Schnittstellen keine Probleme darstellen sondern ein Lösungsangebot sind. Für dieses Ziel, also die ganzheitliche (vielleicht sogar realzeitnahe) Planung und Steuerung der Fabrik in einem digitalem Modell stellen die vorgestellten Methoden ein Angebot dar.

Literatur

[Abr02] Abramowski, M.: Werkzeuge für die partizipative Fabrikreorganisation in der Stückgutfertigung. Dissertation Universität Dortmund. Verlag Praxiswissen, Dortmund 2002.

[Bec96] Beckmann, H.: Theorie einer evolutionären Logistik-Planung. Dissertation Universität Dortmund. Verlag Praxiswissen, Dortmund 1996.

[Bis97] Bissel, D.: Beitrag zur prozeßorientierten Planung dynamischer Fabriksysteme. Verlag Praxiswissen, Dortmund 1997.

[Ket84] Kettner, H.; Schmidt, J.; Greim, H.-R.: Leitfaden der systematischen Fabrikplanung. Carl Hanser Verlag, München:1984

[Kir03] Kirchhausen, P.: Konzeption eines kennzahlbasierten Ansatzes zur Unterstützung des Managements von Produktion und Logistik. Verlag Praxiswissen, Dortmund 2003.

[Küh00] Kühling, M.: Gestaltung der Produktionsorganisation mit Modell- und Methodenbausteinen, Dissertation Universität Dortmund, Dortmund 2000.

[Kuh95] Kuhn, A.: Prozessketten in der Logistik. Entwicklungstrends und Umsetzungsstrategien. Verlag Praxiswissen, Dortmund 1995.

[Laa05] Laakmann, F.: Konstruktionsmethodischer Gestaltungsansatz für die Logistik. Umsetzung eines Modellierungskonzeptes für Planungswissen in der Logistik, Dissertation Universität Dortmund, Dortmund 2005.

[REF90] REFA – Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. (Hrsg.): Planung und Gestaltung komplexer Produktionssysteme Müchen: Carl Hanser Verlag 1990.

[SWi04] Schenk, M.; Wirth, S.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb. Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2004.

[War95] Warnecke, Hans-Jürgen: Aufbruch zum fraktalen Unternehmen. Springer, Berlin 1995.

[Wil98] Wildemann, Horst: Die modulare Fabrik. München: TCW-Tranfer-Centrum GmbH 1998, 5. Auflage.

[WQu97] Winz, G.; Quint, M.: Prozeßkettenmanagement – Leitfaden für die Praxis. Verlag Praxiswissen, Dortmund 1997.

Ontology-Based Flexible Supply Network Configuration

Prof. Alexander Smirnov
St.Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS); smir@iias.spb.su

Introduction

Increasing competition makes companies to change their strategies on global markets. Growing requirements to flexibility, lead time reduction, customization possibilities have caused a need to establish numerous collaborative partnerships between them. Appearance of automotive production networks is one of the consequences of these changes. Typical car manufacturers that made 75% of product components 25 years ago now make only 25% of those components and 50-70% of product cost is with suppliers. Organizations of this form use information and communication technologies to extend their boundaries and physical location [LLa00]. The nodes of a production organization represent objects of the environment (companies, individuals, etc.) that act independently and form multiple links across the boundaries to work together for a common purpose [TNO, EAI03].

Distributed production networks have a number of advantages when compared to vertically controlled companies. However, along with advantages they pose challenges. One of such challenges is information fusion at the level of semantics. Partnering on manufacturing and design has increased the need to integrate and share product information, from initial design through manufacturing, future design modifications, and revisions. An efficient approach to building intelligent systems is required, which could make possible for the data to become information that leads to knowledge and to sophisticated understanding.

With the aim of achieving global distributed processes & functions and value chain integration & dynamic collaboration, knowledge management has become of high importance. In *BTO (build-to-order) production networks as an example of flexible supply networks* (FSNet) it is important to derive and process knowledge from various sources including:

- customer needs, perceptions, and motivations, etc.;
- expertise within and across the production network;
- best practices, technology intelligence and forecasting, systemic innovation, etc.;
- products in the marketplace, who is buying them and why, what prices they are selling at;
- what competitors are selling now and what they are planning to sell in the future.

The FP6 project "Intelligent Logistics for Innovative Product Technologies" (ILIPT) is devoted to development of new methods and technologies to facilitate the implementation of a new manufacturing paradigm for the European automotive industry [SME05]. This new paradigm, "the 5-day car" will approach the building of 'cars to order' in a reduced time scale. ILIPT project will address the conceptual and practical aspects of delivering cars to customers only within several days after placing the order, the automotive industry's exciting and radical new business model [ILI05]. One of the tasks of the ILIPT project is development of a common knowledge management platform to support interoperability within the BTO production network. This will make it possible to accumulate, share, reuse and process knowledge across the production network that in turn can significantly help in increasing its effectiveness and in decreasing the lead time.

The paper represents an approach to BTO production network configuration based on the idea of knowledge logistics (KL) that stands for acquisition, integration, and transfer of the right

knowledge from distributed sources to right persons (decision makers) at the right time for the right business purpose [SPC+03a]. KL with regard to individual customer requirements, available knowledge sources, and current situation analysis in an open information environment addresses problems of intelligent sup-port of customer activities. It focuses on development of methods and tools allowing to turn distributed information into useful knowledge. Some elements of this approach are used in the mentioned above task of the ILIPT project.

Ontology-Based Knowledge Management in Flexible Supply Networks

Presented here approach addresses FSNet configuration from two main points: (i) semantic interoperability between production network members, and (ii) distributed knowledge management.

The KL problem in the here presented approach is considered as a configuration of a network including end-users, knowledge resources, and a set of tools and methods for knowledge processing located in the network-centric environment. Such a net-work of loosely coupled sources will be referred to as a knowledge source network or “KSNet” (detailed description of the approach can be found in [SPC+03b]), and the approach is called KSNet-approach. The approach is built upon constraint satisfaction/propagation technology for problem solving since application of constraint net-works allows simplifying the formulation and interpretation of real-world problems that are usually presented as constraint satisfaction problems in such areas as manage-ment, engineering, etc. (e.g., [Bau00]).

In FSNets most of the management tasks in the areas of configuration, coordination, etc. have to be solved jointly. Hence, it is reasonable to speak about integration of them. Integration of tasks is more than data integration. It requires information fusion at the level of semantics that, in turn, assumes semantic interoperability between network members. Semantic interoperability would provide a rich pipeline for the interaction between FSNet members’ software applications [Pat].

To provide for semantic interoperability the approach uses ontologies as one of the most advanced models to knowledge mark-up and description. To organise structured storage of data and knowledge about products an application of ontologies is proposed. Ontologies are content theories about sorts of objects, properties of objects and relations between objects that are possible in a specified knowledge do-main. They provide potential terms for describing the knowledge about the domain [CJB99]. Ontologies supply understandability of knowledge both to machines and to hu-mans. They provide with a common vocabulary for knowledge description and a set of axioms restricting interpretation of the knowledge content thereby support a reduction of heterogeneous knowledge representations to a shared representation. Currently, Web-services usually rely on ontologies for description of functions and information they provide for. Since ontologies establish a joint terminology between members of a community of interest [Sem]. This makes it possible to organise the se-mantic interoperability between various tasks of configuration and management.

As it was mentioned above the conceptual model of the proposed ontology-driven inter-operability support (Figure 1) is based on the developed earlier idea of knowledge logistics [SPC+03b, SPC+04]. It correlates with the conceptual integration developed within the Athena project [Rug05].

The application ontology describes common entities of the enterprise systems and relationships between them. Knowledge map defines where certain entities of the application ontology and competencies can be found. As a result it is possible to treat all available knowledge and competencies as one distributed knowledge base. For modern decision support systems personalized support is important. Usually it is based on application of the profiling technology. For organization of multi-tier FSNet a company profile structure including description of company’s responsibilities and competences is proposed.

Each user (human or an information system) works on a particular problem or situation represented via a context. Context is defined as any information that can be used to characterize the situation of an entity where an entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves. The context defines a narrow domain the customer of the knowledge management platform works with. It may be characterised by a particular customer order, its time, requirements, etc. The main purpose of context is the provision of decision support system with information provided by the dynamic environment.

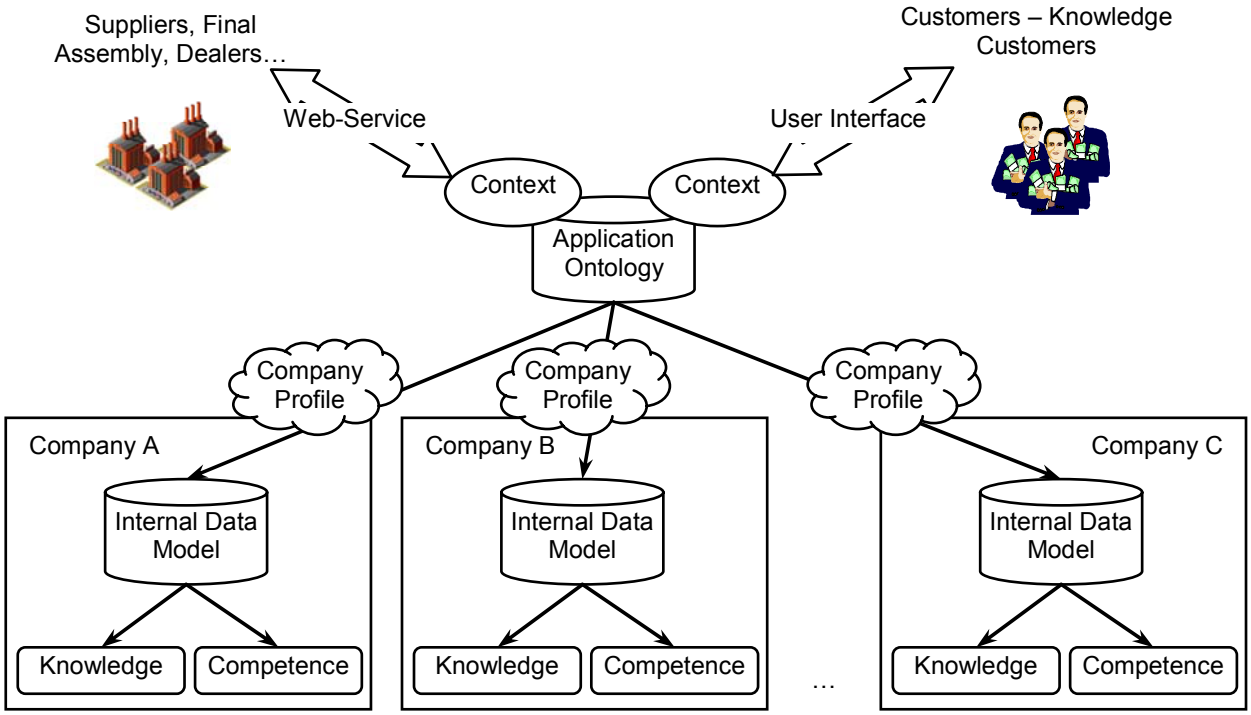


Figure 1: Conceptual model of ontology-driven interoperability support

Ontology-Based Flexible Supply Network Configuration

Within the presented research the following important interrelated tasks required for FSNet configuration problem were identified (Figure 2): (1) product configuration in accordance with the customer requirements, (2) partner selection among available enterprises – potential network members, (3) resource allocation, (4) transportation network configuration, (5) technological resource configuration. Tasks 1, 4 and 5 are solved using constraint satisfaction/propagation technologies, based on existing algorithms. Tasks 2 and 3 do not have standard solutions. To solve these the combination of coalition game theory methods, genetic algorithm and intelligent agents are applied. The above tasks are integrated using the common integrated ontological model. The triad "input data – method – output data" is used in the figure.

The ontology-driven architecture proposed deals with ontologies of different types. The ontologies are represented by means of a common notation and a common vocabulary supported by an ontology library. The common representation enables performance of operations on ontology integrations as alignment and merging, and operations on context integrations.

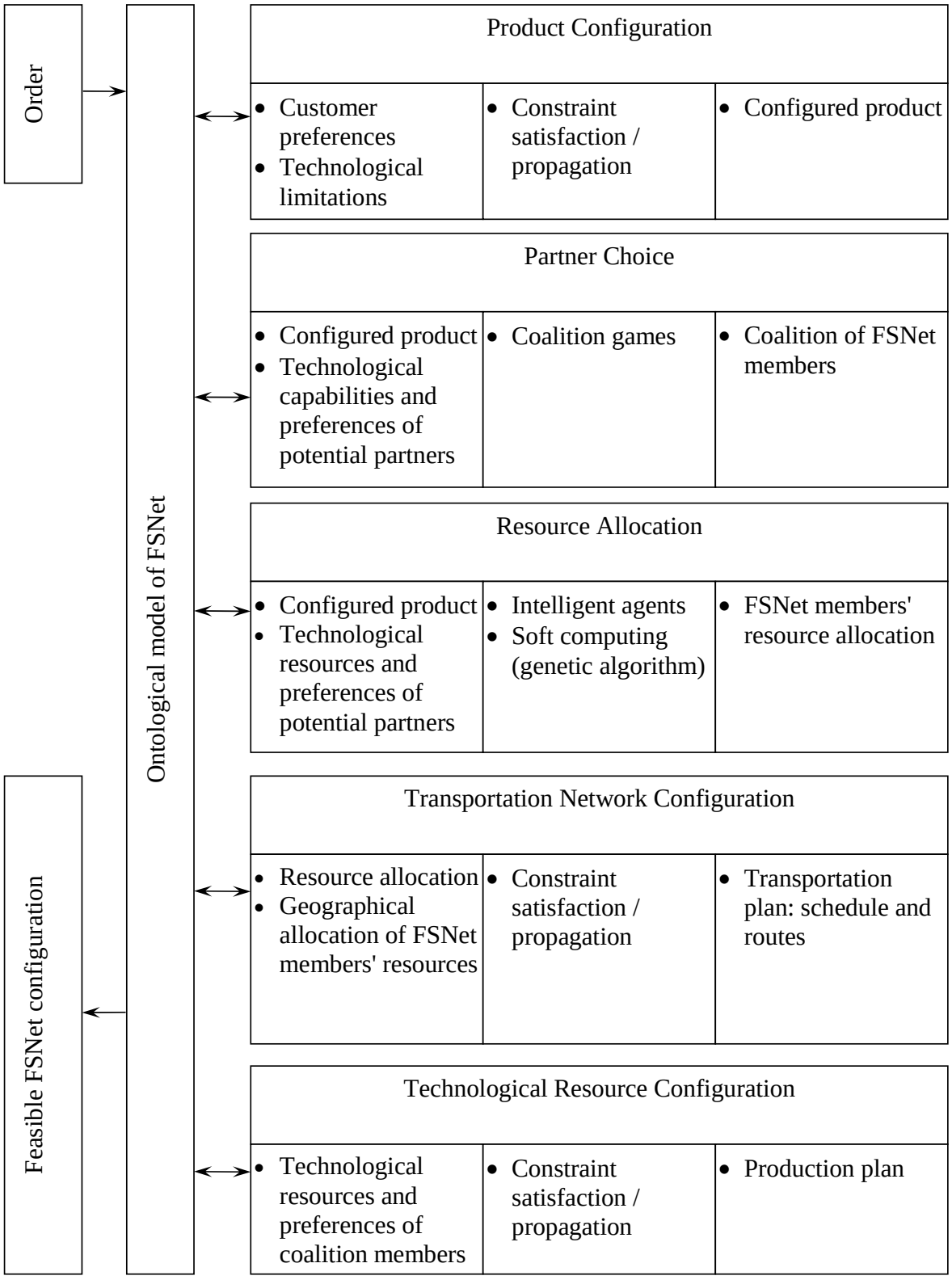


Figure 2: Flexible supply network configuration tasks

Within the framework, domain knowledge is described by a domain ontology. Task knowledge represents sets of tasks and methods formalized by means of the common formal-ism. Domain knowledge that is used in the task solving in conjunction with the task knowledge make up an application ontology (AO).

Tasks in tasks & methods ontology represent types (classes) of formalized problems. Since ontologies of different domains are stored in the ontology library (every domain is represented

by its domain ontology) AO can specialize knowledge of several domains (Figure 3). Therefore AO plays two roles: it serves as a cross-domain ontology and represents context of the problem to be solved.

Being a context dependent conceptual model that describes a real-world application do-main depending on a specific user request and relevant to its particular domains and tasks AO plays a central role in the request processing; it also represents joint knowledge of the user and knowledge sources. AO is formed by merging parts of domain and tasks & methods ontologies relevant the request into a single ontology. Requested information from knowledge sources is associated with AO formed for the request processing.

Conclusions

The paper represents an approach to flexible supply network configuration based on the idea of knowledge logistics and application of ontology management technologies. Some of the main advantages of the presented approach include using ontology library with com-mon knowledge representation formalism that facilitates problem domain description and application ontology terms and ontology library notation that facilitates knowledge fusion, minimize possible loss of information, increase reliability, etc.

Acknowledgements

The paper is due to the research carried out as a part of Integrated Project FP6-IST-NMP 507592-2 "Intelligent Logistics for Innovative Product Technologies" sponsored by European Commission, joint project with Ford Motor Company, projects supported by the Russian Academy of Sciences # 16.2.35 of the research program "Mathematical Modeling and Intelligent Systems" and # 1.9 of the research program "Fundamental Basics of Information Technologies and Computer Systems" and project funded by grant # 05 01 00151 of the Russian Foundation for Basic Research.

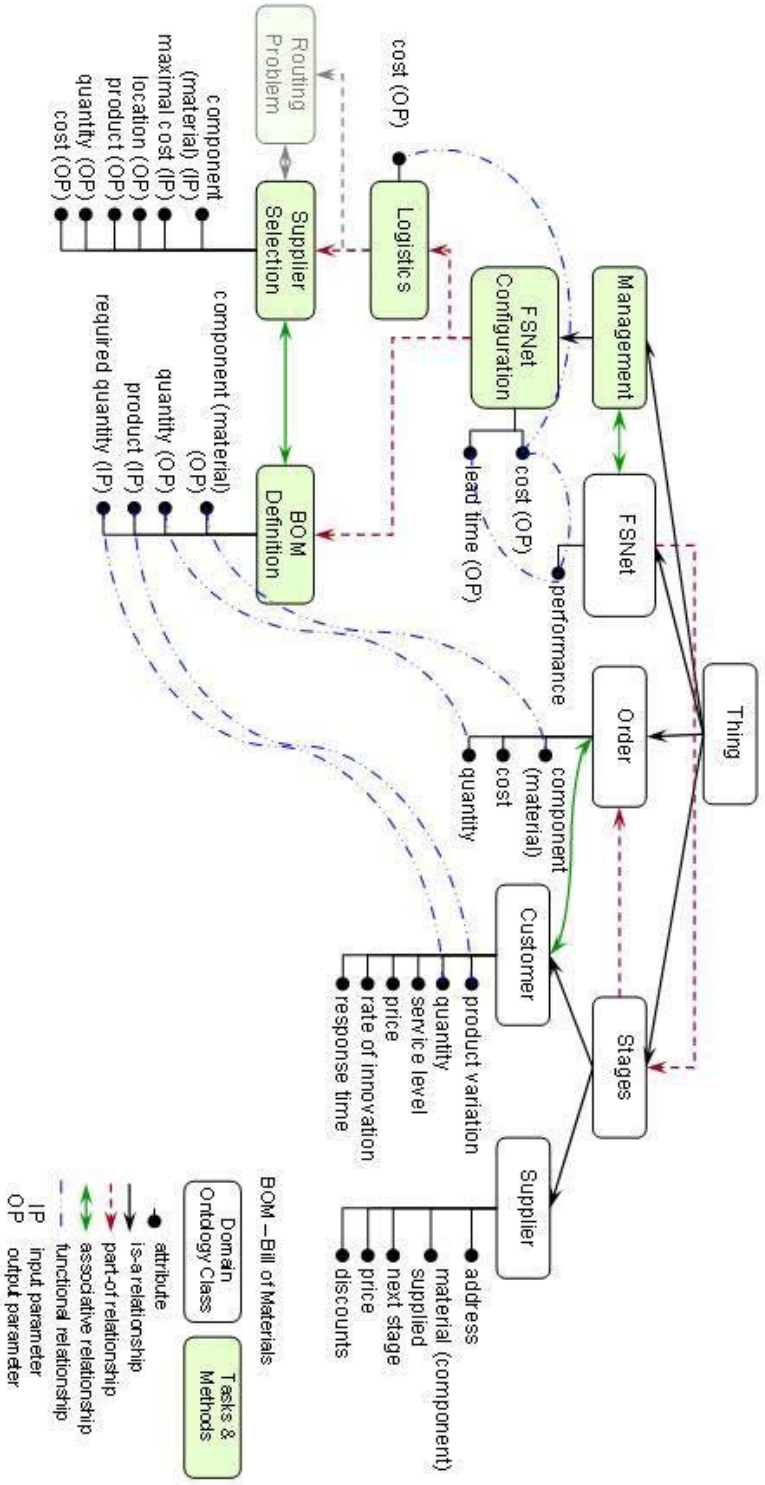


Figure 3: Application ontology for flexible supply network configuration (a fragment)

References

[Sem] SemanticWeb. URL: http://www.semanticweb.org.

[TNO] The Networked Organization. Management Insights. David Skyrme Associates. URL: http://www.skyrme.com/insights/1netorg.htm.

[Bau00] Baumgaertel, H.: 'Distributed Constraint Processing for Production Logistics. IEEE Intelligent Systems, Vol. 15, No. 1, 2000, pp. 40 - 48.

[CJB99] Chandrasekaran, B.; Josephson, J. R.; Benjamins, V. R.: What are Ontologies, and Why Do We Need Them?. IEEE Intelligent Systems & Their Applications, January/February, 1999, pp. 20 - 26.

[EAI03] EAI Overview, 2003. URL: http://eai.ittoolbox.com/pub/eai_overview.htm.

[ILI05] ILIPT: Intelligent Logistics for Innovative Product Technologies, 2005. URL: http://www.ilipt.org.

[LLa00] Laudon, K. C., Laudon, J. P. Management Information Systems: Organisation and Tech-nology in the Networked Enterprise. Prentice Hall International, New York, 2000.

[Pat] Patil, L. Research, URL: http://www-personal.umich.edu/~lpatil/research.htm.

[Rug05] Ruggaber, R.: Interoperability of Enterprise Systems and Applications. Strengthening Competitiveness through Production Networks. A Perspective from European ICT Re-search Projects in the field of "Enterprise Networking", 2005, pp. 58 - 70.

[SME05] Stone, G., Miemczyk, J. and Esser, R. Making Build to Order a Reality: The 5-Day Car Initiative. Strengthening Competitiveness through Production Networks. A prospective from European ICT research projects in the Field of "Enterprise Networking", 2005, pp.26 - 37.

[SPC+03a] Smirnov, A., Pashkin, M., Chilov, N., Levashova, T., Haritatos, F. Knowledge Source Network Configuration Approach to Knowledge Logistics. International Journal of General Systems, Vol. 32, No. 3, 2003, pp. 251 - 269.

[SPC+03b] Smirnov, A., Pashkin, M., Chilov, N., Levashova, T. Agent-based Support of Mass Cus-tomization for Corporate Knowledge Management. Engineering Applications of Artificial In-telligence, Vol. 16, No. 4, 2003, pp. 349 - 364.

[SPC+04] Smirnov, A.; Pashkin, M.; Chilov N.; Levashova, T.: Knowledge Logistics in Information Grid Environment. The special issue "Semantic Grid and Knowledge Grid: The Next-Generation Web" (H. Zhuge, ed.) of International Journal on Future Generation Computer Systems, Vol. 20, No. 1, 2004, pp. 61 - 79.

Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis
Dipl.-Ing. Helge Mühlenbruch
Dipl.-Ing. Patrick Großhennig

Institut für Fabrikanlagen und Logistik

Das im Jahre 1966 gegründete Institut sieht seine Aufgaben in der Erforschung und Anwendung grundlegender Gesetzmäßigkeiten industrieller Produktionsabläufe und der Vermittlung entsprechender Lehrinhalte der Fachgebiete Fabrikplanung, Produktionslogistik, Handhabungs- und Montagetechnik sowie Arbeitswissenschaft. Sämtliche Aktivitäten orientieren sich an praktischen Fragestellungen und gliedern sich in Grundlagenforschung, anwendungsbezogene Forschung und Industrieaufträge. Seit 2004 ist das Institut für Fabrikanlagen und Logistik unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis integraler Bestandteil des Produktionstechnischen Zentrums Hannover (Bild1).

Gestaltung globaler Produktionsnetzwerke

Vier grundlegende Treiber der Globalisierung stellen Rahmenbedingungen dar, die den Prozess der Globalisierung der Märkte vorantreiben. Die Globalisierung der Märkte impliziert die Globalisierung von Unternehmen, die auf diesen Märkten auftreten (Bild 2).

Zunächst sind die wirtschaftspolitischen Treiber zu nennen. Generell ist der Trend hin zu einem Abbau der Handelshemmnisse und Kapitalverkehrsbeschränkungen zu beobachten, der gleichzeitig einhergeht mit der Bildung von Handelsblöcken. Das gilt insbesondere innerhalb der entstandenen Binnenmärkte, die die beteiligten Länder zu jeweils regionalen Wirtschaftsräumen zum Beispiel in Nordamerika, in Süd-Ost-Asien und in Westeuropa vereinen.

Ein weiterer Faktor sind die technologischen Treiber. An erster Stelle sind hierbei die ständige Verkürzung ökonomischer Entfernungen und die damit verbundene Ausweitung der geographischen Handlungsweiten von Unternehmen zu nennen.

Die ökonomischen (marktbezogenen) Treiber setzen sich im Wesentlichen aus dem Abgleich der Konsumgewohnheiten, Stagnation der alten Märkte und der erhöhten Mobilität des Kapitals zusammen. In diesem Zusammenhang ist auch das Abfedern von Währungsschwankungen durch die globale Wertschöpfung zu nennen. Diese ökonomischen Treiber werden teilweise durch politische oder technologische Treiber angestoßen. Sie stehen zudem in engem Zusammenhang mit dem vierten Bereich, den internen Treibern, die sich aus dem strategischen Verhalten von Unternehmen ergeben. Diese internen Treiber erwachsen insbesondere aus den Bereichen Absatz, Produktionskosten und Beschaffung.

Für die Verlagerung von Produktionsumfängen ins Ausland gelten als wichtigstes Motiv heute immer noch die Kostenvorteile. Hierbei spielen insbesondere niedrige Lohnkosten und Sozialabgaben immer noch eine zentrale Rolle. Untersuchungen zufolge schlagen daher auch nahezu ausschließlich die kostengetriebenen Verlagerungen negativ in der Beschäftigungsbilanz zu Buche [LKE+01] (Bild 3). Dies betrifft vor allem die personalintensiven Montagearbeitsumfänge. Ferner birgt die unkontrollierte Preisgabe von technischem Know-how die Gefahr von Plagiaten und damit das Erwachsen neuer Konkurrenten wie das aktuelle Beispiel der Kopie eines kompletten Unternehmens (NEC) verdeutlicht [IHT06] (Bild 4).

Eine genaue Betrachtung der Gesamtherstellkosten, gerade für mittelständische Unternehmen, relativiert jedoch häufig den vermeintlichen Kostenvorteil gegenüber inländischen Standorten.

Beispielsweise steigen Faktoren wie die Aufwände für Abstimmungen mit sich hinter der Sprach- und Kulturgrenze befindlichen Standorten beträchtlich an. So hat die Firma Wittenstein AG einen kritischen Kostenvorteil von 20 bis 60% von globalen gegenüber regionalen Zulieferern ermittelt, ab dem sich erst eine internationale Beschaffung rentiert (Bild 5-7).

Ein Ansatz zur Lösung dieser Problematik bietet die mehrdimensionale Betrachtung und Bewertung von Produktionsumfängen. Die Schlussfolgerungen für eine Standortentscheidung sollten nicht mehr einseitig an den Lohnkosten als zentralem Faktor der Herstellkosten erfolgen. Vielmehr sollte stattdessen eine Vielzahl wettbewerbsrelevanter Kriterien ausschlaggebend sein, wie beispielsweise:

- die Definition von Kernkompetenzen,
- die Berechnung und Bewertung der Kosten einer globalen Logistik und
- die Betrachtung der Risiken und Chancen international verteilter Wertschöpfungsketten.

Erfahrungen oder Handlungsempfehlungen für diesen Ansatz sind jedoch bislang kaum vorhanden. Weder über die differenzierte Betrachtung von Montagestandorten bezüglich der Kernkompetenzen, noch über die Systematik des Produktaufbaus unter dem Gesichtspunkt einer global verteilten Produktion liegen verwendbare Ergebnisse vor.

Aus diesem Grund hat das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung im Jahr 2004 in der 12. Bekanntmachung des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ einen Ideenwettbewerb mit dem Thema „Kompetenz Montage - Global agieren, am Standort Deutschland montieren“ gestartet. Neben weiteren Verbundprojekten wird im Rahmen dieses Wettbewerbes seit Oktober 2005 das Projekt „Globales Varianten Produktionssystem“ gefördert. Das Institut für Fabrikanlagen und Logistik der Universität Hannover (IFA) soll in Zusammenarbeit mit dem Institut für integrierte Produktion Hannover (IPH), dem Soziologischen Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) und fünf Industrieunternehmen in dem dreijährigen Projekt ein neues Produktionssystem entwickeln. Dieses soll eine zuverlässige und marktnahe Produktion und Lieferung kunden- und länderspezifischer Varianten auf dem globalen Markt sicherstellen und gleichzeitig ausreichenden Imitations- und Know-how-Schutz gewährleisten. Als visionärer Lösungsansatz wurde daher der Begriff „Globales Varianten Produktionssystem“ (GVP) gewählt, der im Folgenden näher beschrieben wird (Bild 9) [GVP06, MGN06, NGM06, NMG05].

Die Zielstellung des Forschungsvorhabens GVP ist die Entwicklung und Erprobung eines Produktionssystems für technologisch anspruchsvolle Produkte, die an globalen Standorten differenziert, manuell oder automatisiert in variablen Stückzahlen und in hoher Variantenvielfalt herstellbar sind. Dieser grundsätzlichen Zielsetzung folgend, wurden weitere Ziele formuliert, um das Globale Varianten Produktionssystem als eine zukunftsfähige und über einen langen Zeitraum tragende Globalisierungsstrategie auszubauen. Neben der Senkung von Kosten und der Steigerung der Reaktionsfähigkeit, sollen als weiteres die Erfüllung von Local-content Anforderungen und der nachhaltige Plagiatschutz eine zentrale Rolle bei der Entwicklung des Produktionssystems spielen (Bild 10).

Die Zielgrößen, die für die Erreichung der Zielsetzung eine Rolle spielen, sind dabei vielfältig. Zunächst einmal stehen bei einem globalen Agieren die Nutzung kosten-günstiger Zuliefermärkte auf der einen Seite und die Erschließung neuer Märkte auf der anderen Seite im Fokus der Betrachtung. Dieser beiden grundsätzlichen Zielrichtungen ordnen sich die weiteren Zielgrößen unter (Bild 11).

Basis des Lösungsansatzes des Projektes ist die Aufgabe der herkömmlichen Unterscheidung zwischen Montage und Fertigung. Produkte sollen stattdessen auf der Ebene von Baugruppen betrachtet werden, die jeweils sowohl Fertigungs- als auch Montageumfänge erfordern. Diese Baugruppen werden anhand verschiedener, in dem Vorhaben zu entwickelnder Kriterien mit

Blick auf die optimale Fertigungstiefe und den bestmöglichen Produktionsstandort bewertet. Dabei kommen Bewertungskriterien zum Einsatz, mit denen ebenso Stärken des derzeitigen Montagestandortes wie auch die Risiken einer allein an den Lohnkosten orientierten Globalisierung sichtbar werden. Damit verfolgt das Vorhaben die strategische Zielsetzung einer Stärkung der Montage am Standort Deutschland. Das zu entwickelnde Produktionssystem wird es Unternehmen ermöglichen, global zu agieren und zugleich die Kernkompetenzen und Montagekapazitäten am derzeitigen Standort zu erhalten und auszubauen. Kernbestandteile des GVP sind fünf sich wechselseitig bedingende Bausteine (Bild 12).

Der erste Baustein ist die **Produktstrukturierung**. Ausgangspunkt ist ein Produkt oder eine Produktvariante, wobei es sich um ein Endprodukt oder eine Schlüsselbaugruppe handeln kann. Das betrachtete Produkt wird zunächst virtuell in seine Baugruppen, Einzelteile und Features zerlegt und hinsichtlich der Fertigungstiefe analysiert. Abhängig von strategischen und monetären Kriterien wird für jedes Bauteil vorläufig über eine Fremdbeschaffung oder Eigenproduktion entschieden. Dies umfasst sowohl die Fertigung als auch die Montage von Einzelteilen bzw. Baugruppen. Die Erzeugnisgliederung ist weitestgehend produkt- und firmenspezifisch.

Die baugruppenorientierte Produktgliederung ist der erste Schritt, das Ziel der Baugruppenklassifizierung zu ereichen. Hintergrund ist dabei die Reduzierung der Produktkomplexität durch eine gezielte Konzentration der weiteren Analyse auf die Kernbaugruppen. Die einzelnen ermittelten Baugruppen können dazu beispielsweise in eine so genannte Markt-Know-how-Matrix eingeordnet werden (Bild 13, rechts).

Durch diese Einordnung lassen sich die Bewertungen der einzelnen Produktelemente einfacher visualisieren und interpretieren und so die Kernbaugruppen identifizieren. Die Matrix wird durch die beiden Achsen Marktrelevanz und Know-how-Träger aufgespannt und gliedert sich in die vier Bereiche Kernbaugruppen (A), Differenzierungs-Baugruppen (B), Overengineering-Baugruppen (C) und Verlagerungs-Baugruppen (D).

Prädestiniert für ein Outsourcing sind Baugruppen ohne Marktrelevanz. In Bezug auf die Marktrelevanz besteht insbesondere dort Handlungsbedarf, wo ein zu geringes oder zu hohes technisches Know-how vorhanden ist. Bei den Baugruppen im *Overengineering* Bereich (C) kann versucht werden, dieses Potenzial in einen echten Kundennutzen umzusetzen und somit zu einer Kernbaugruppe zu machen. Es stellt sich auch die Frage, ob dem Vertrieb dieser Know-how Vorsprung überhaupt bewusst ist. Sollte dieses nicht möglich sein, sind die Baugruppen durch Standardlösungen zu ersetzen oder es muss ein geeigneter Partner gefunden werden, um die Kosten für diese Baugruppe zu senken.

In dem Bereich B *Differenzierungs-Baugruppen* werden Differenzierungsvorteile mit Teilsystemen erreicht, ohne darin langfristiges Know-how aufgebaut zu haben. Diese Vorteile können sehr schnell eingeholt werden, wenn die Konkurrenz das System kopiert oder bei denselben Unterlieferanten bezieht. Daher empfiehlt es sich in diesem Bereich, eine drastische Kostensenkung durchzuführen, um den Zeitvorteil ge-genüber der Konkurrenz zu nutzen und Einsteigerbarrieren aufzubauen. Das Innovationspotenzial dieser Teilsysteme ist kritisch zu hinterfragen, da bereits mit wenig Know-how ein Differenzierungsvorteil vorliegt und die Marktrelevanz als hoch einzustufen ist.

In beiden Bereichen B und C gilt es zu bestimmen, inwieweit die Baugruppen eher dem Bereich A der Kernbaugruppen oder dem Bereich D der Zukaufkomponenten zuzuordnen sind. Die Frage nach der Fertigungstiefe im eigenen Unternehmen muss beantwortet werden.

Nach Betrachtung der Produktstruktur mit ihren Ausprägungen ergaben sich die in Bild 13, links dargestellten und mittels Baugruppenklassifizierung bestimmten fünf grundsätzlichen Bauteile bzw. Baugruppen einer Waage der Sartorius AG.

Das *mechanische Wägesystem* (4) bildet das Herzstück einer Waage und somit als Kernbaugruppe zu identifizieren. Traditionell wird ein Wägesystem aus über 80 Einzelteilen montiert. Diese Arbeit erfordert feinmechanische Fähigkeiten bei den Mitarbeitern, die das Produkt montieren. Derart lohnkostenintensive Herstellungsmethoden sind allerdings mittelfristig nicht wirtschaftlich. Die *Software* (2) einer Waage regelt und kompensiert Umwelteinflüsse auf den Wägevorgang und wurde als Kernkompetenzbereich definiert. Im Bereich der *elektronischen Leiterplatte* (5) ist nur die elektronische Messtechnik, die direkt mit dem Wägesystem verbunden ist, als kernkompetenzrelevant zu betrachten. Windschutz *und Anzeigekopf* (1) besitzen dagegen ebenso wie *Grundplatte, Unterschale und Bodenblech* (3) wenig Marktrelevanz und sind keine entscheidenden Know-how-Träger. Diese Bauteile bzw. Baugruppen können daher als typische Zukaufkomponenten definiert werden.

Die Kernbaugruppe Leiterplatte beinhaltet im Bereich Elektronik die Kernkompetenz „elektronische Messtechnik“. Das Ergebnis einer gezielten Bestimmung der techno-logischen Kompetenzen ergab eine neue Struktur für die Produktbestandteile in der Elektronikfertigung. Die ursprünglich integrierte elektronische Leiterplatte wurde in die drei Baugruppen Messtechnik-Leiterplatte, Anzeige-Leiterplatte und Datenschnittstelle differenziert.

Die Entwicklung und Fertigung der Messtechnik-Leiterplatte erfordert großes mess-technisches Wissen und beinhaltet Potenzial zur Differenzierung im Wettbewerb. Sie sollte daher als Kernkompetenz in der Hand des Unternehmens verbleiben. Die Fertigung der Anzeige-Leiterplatte und der Datenschnittstelle kann der Beschaffungsstufe zugeordnet werden (Bild 14).

Eine Möglichkeit, fremde Technologien unautorisiert zu nutzen, ist das Kopieren von Produkten. Dies lässt sich in der Regel nur unterbinden, indem sich Firmen einen ständigen Know-how Vorsprung gegenüber ihren Konkurrenten aufbauen, der ein direktes Kopieren von Produkten verhindert. Besonders innovativ ist hier die durch die Sartorius AG neu entwickelte Technologie des Monolith-Wägesystems. Verglichen mit herkömmlichen Wägesensoren bietet der Monolith den Vorteil, dass er wesentlich robuster, seine Messgenauigkeit und -auflösung vergleichsweise hoch und die Produktion relativ kostengünstig ist. Die Anreize für etwaige Konkurrenten, den Sensor zu kopieren, sind daher hoch. Ein Reverse Engineering ist aber nicht möglich, da die Funktionsfähigkeit des Bauteils bestimmte technologische Fähigkeiten (z.B. Fräsgeschwindigkeiten und -reihenfolgen) bei der Fertigung voraussetzt, die aus dem fertigen Monolithen nicht abgeleitet werden können. Darüber hinaus erfolgt die mechatronische Kompensation von Material- und Umwelteinflüssen mit Hilfe von nicht kopierbaren Software-Werkzeugen in Deutschland.

Bei der Auslegung der Produkte für unterschiedliche Märkte handelt es sich im Wesentlichen um Anpassungen im technischen und qualitativen Sinne oder im Design. Anpassungen technischer Art betreffen zunächst die Erfüllung von Normen und nationalen Zulassungsvoraussetzungen sowie Umweltbestimmungen. Sie können sich darüber hinaus aber auch auf Komplexität, Funktionalität und Bedienbarkeit beziehen. Qualitative Anpassungen beziehen sich dabei auf die Verwendung von unterschiedlichen Materialien und Formen sowie die Sorgfalt der Verarbeitung und die Elemente des Produktes, die Auswirkungen auf die Langlebigkeit haben. Designorientierte Anpassungen haben gestalterische Konsequenzen (Form, Farbe, Materialien, Funktion, etc.) für das Produkt. Im Mittelpunkt stehen hierbei Designanpassungen, die die Tradition und das Lebensgefühl des jeweiligen Marktes berücksichtigen.

Der zweite Baustein des Globalen Varianten Produktionssystems, die **Technologiedifferenzierung**, bedeutet die Zuordnung der Fertigungs- und Montageaufgaben zu möglichen konkreten Produktionsstandorten. Die zugrunde liegende Bewertung geht dabei weit über die bisher übliche kostenfokussierte Betrachtung hinaus. In einem iterativen Prozess wird mit Hilfe unterschiedlicher Differenzierungskriterien ermittelt, welche Standorte für welche Komponenten geeignet sind. Als Ergebnis erhält man unterschiedliche, hinsichtlich der Erfüllung zuvor festgelegter Ziele und Anforderungen bewertete Zuordnungsvarianten. Aus diesen wird die

vorteilhafteste ausgewählt. Es kann sich jedoch auch als erforderlich erweisen, das Produkt umzustrukturieren oder umzukonstruieren, um z. B. technologisch anspruchsvolle Bearbeitungen zu bündeln, um diese an hochtechnologisch entwickelten Standorten durchzuführen.

Die Produktion der technologisch weniger anspruchsvollen Bauteile wird dann am Stammsitz des Unternehmens eingestellt. Für den neuen Ansatz des GVP bedeutet dies, dass die Bauteile nicht in identischer Bauweise an den globalen Standorten gefertigt werden. Es erfolgt vielmehr zuvor eine Umkonstruktion der Komponenten, um der von Deutschland abweichenden Fertigungsphilosophie des jeweiligen globalen Standortes gerecht zu werden. In Deutschland wird beispielsweise bei der Entwicklung elektronischer Bauteile das Hauptaugenmerk darauf gerichtet, die Arbeitsintensität möglichst klein zu halten. Die Minimierung des Materialverbrauchs ist hingegen nur von sekundärer Wichtigkeit. Im Unterschied dazu wird beispielsweise bei asiatischer Produktion stets versucht, den Materialaufwand zu minimieren, weil Lohnkosten die weniger wichtige Rolle spielen.

Generell ist daher bei der Produktentwicklung ein neuer Denkansatz erforderlich. In anderen Ländern werden auch ebenso andere Produktionsprozesse eingesetzt, um die landesspezifischen Vorteile bestmöglich zu nutzen. Daher sind die Komponenten gemäß den landesspezifischen Anforderungen zu produzieren und entsprechend zu konstruieren. So müssen beispielsweise in Asien zu produzierende funktional gleichwertige Produktbestandteile so umkonstruiert werden, dass diese arbeitsintensiver und weniger automatisiert produziert werden können. Darüber hinaus ist es wichtig, Lösungen gemeinsam mit dem globalen Partner zu entwickelt. Eine wesentliche Vorraussetzung ist dabei ein Höchstmaß an kulturellem Verständnis der Entwickler gegenüber den globalen Partnern (Bild 15).

Nach erfolgter Umkonstruktion des Produktes lässt sich die Zuordnung der Baugruppen zu den **Produktionsstufen** ableiten. Es sind drei Produktionsstufen voneinander abzugrenzen. Diese sind die Beschaffung (Welche Baugruppen werden zugekauft?), die Eigenproduktion (Was wird am Stammsitz oder den hochtechnologisch entwickelten Standorten gefertigt und montiert?) und die marktnahe Komplettierung (Was wird marktnah komplettiert?) (Bild 16).

BESCHAFFUNGSSTUFE

An die Beschaffungsstufe werden alle Produktbestandteile vergeben, für die das betrachtete Unternehmen nicht die notwendige Kompetenz oder Kostenvorteile zu deren Herstellung besitzt. Die Produktion dieser Bestandteile wird somit an Zulieferer vergeben, aber eben nicht nur unter reinen Kostenaspekten. Für die Beschaffungsstufe soll ein globales Sourcing-Konzept entwickelt werden, das insbesondere eine kompetenzorientierte Lieferantenauswahl unterstützt.

KOMPETENZGETRIEBENE EIGENPRODUKTIONSSTUFE

Die Kernkompetenzen eines Unternehmens sollen voll ausgeschöpft bzw. strategisch erweitert werden. Daher werden diejenigen Baugruppen, bei deren Herstellung ein Unternehmen auf entsprechende Kompetenzen zurückgreifen kann oder in Zukunft können wird, am inländischen Standort montiert. Durch die Konzentration auf eigene Kernkompetenzen wird eine effizientere Produktion in der Eigenproduktionsstufe erzielt. In dem Projekt soll ein geeignetes Produktionskonzept entwickelt werden. Dazu muss zunächst ein Katalog mit Standortanforderungen formuliert werden. Darauf aufbauend kann dann die Wahl der geeigneten Produktionstechnologien, einer passenden Produktionssteuerung und eines materialflussoptimierten Layouts erfolgen.

KUNDENNAHE KOMPLETTIERUNGSSTUFE

Zur Reduzierung der Variantenvielfalt am inländischen Standort soll eine kundennahe Komplettierung der Produkte mit länder- bzw. kundenspezifischen Baugruppen realisiert werden. Diese dezentralen und marktnahen Komplettierungen schaffen Nähe zu den Abnehmern, erlauben die frühzeitige Wahrnehmung lokaler Trends, berechtigen zum Auftritt als jeweiliger inländischer Produzent durch die Erfüllung eventueller Local Content Anforderungen und ermöglichen zudem marktorientierte Produktanpassungen. Die kundennahe Komplettierungsstufe befähigt zu der angestrebte späten Variantenbildung und zu der Anpassung an die länderspezifischen Anforderungen und Trends. Diese produktionsstufen-orientierte globale Aufteilung der Baugruppen führt zu einer weltweit vernetzten Standortstruktur und damit zu einem globalen Produktionsnetzwerk. In Zusammenhang mit der Standortwahl und der Ausgestaltung der Produktionsstufen sind spezifische Lösungen für eine globale Logistik zu gestalten (Bild 17).

Die Sartorius AG konnte in der Vergangenheit den Kunden über 840 verschiedene Varianten hochauflösender Präzisionswaagen in beliebiger Stückzahl zur Verfügung stellen. Eine Variante wird dabei durch folgende Ausprägungen gekennzeichnet: Unterschiedliche Auflösung der Wägegenauigkeit, länderspezifische Einstellungen bzw. Kennzeichnungen, spezifische Applikationen, etc. Für eine wirtschaftliche Realisierung einer mengen- und variantenflexiblen Produktion von Präzisionswaagen war eine gezielte Umstrukturierung des Produktes erforderlich. Das verfolgte Ziel sollte eine weitgehend variantenneutrale Vorproduktion und eine Variantenbildung zum spätest möglichen Zeitpunkt in der Endmontage sein.

Als Beispiel wurde eine Laborwaage der Sartorius AG herangezogen. Gegenüber dem konventionellen Messingsystem entfallen beim Monolithsystem die beiden Baugruppen „Hebel“ und „Systemträger“. Zudem fällt bei der Betrachtung der Baugruppe „System“ eine erhebliche Reduktion der Teilezahl auf. Dies wurde durch die Integration vieler Bauteile des Wägesystems in einem sogenannten Monolithen ermöglicht. Früher wurde das Wägesystem aus ca. 80 Einzelteilen montiert, wobei die kunden-spezifischen Varianten bereits bei der Vormontage des Wägesystems bestimmt wurden. Heute wird das Wägesystem im Highspeed-cutting-Verfahren aus einem einzigen Stück recyclingfähigem Aluminium in einem vollautomatischen Bearbeitungszentrum gefräst und vermindert so den Montageaufwand erheblich. Kundenspezifische Varianten werden zu einem großen Teil durch eine Software mit mechatronischen Kompensationsalgorithmen in der Produktendmontage umgesetzt. Die Variantenbildung ist damit zum überwiegenden Teil in die letzte Produktionsstufe verlagerbar geworden.

In der Baugruppe „System“ konnte durch die Bildung des Integralbauteils Monolith die Anzahl der Komponenten um 67% und die Anzahl der Teile um 77% reduziert werden. Damit ergibt sich für die Feinwaage der Sartorius AG insgesamt eine Reduktion der Komponenten um 23% sowie der Teile um 33%. Mit dem monolithischen Wägesystem ist ein Höchstmaß an Integration mechanischer Komponenten bei einem Minimum an weiterem Montageaufwand gelungen. Die Kosten für das System konnten durch diese Maßnahme mehr als halbiert werden, die Baugruppe kann so weiterhin am Hochlohnstandort Deutschland produziert werden (Bild 18 + 19).

Ein Ansatzpunkt für die Analyse und **Gestaltung der Logistikprozesse** zur Versorgung der Produktionsstufen ist die bestehende Methode des Fristenplans, die im Projekt erweitert werden soll. Der Fristenplan veranschaulicht die Dauer und die Aufeinanderfolge von Vorgängen, die zur Fertigung eines Teiles, einer Baugruppe oder eines Erzeugnisses durchgeführt werden müssen. Der Fristenplan ist eine in der Fertigungsplanung gebräuchliche Bezeichnung für zeitpunktbezogene Ablaufpläne. Beim Erstellen des Fristenplanes muss die Erzeugnisstruktur berücksichtigt werden. Die dafür erforderlichen Informationen können der Stückliste entnommen werden. Die zur Fertigung von Teilen und zur Montage von Baugruppen und Erzeugnissen erforderlichen Arbeitsvorgänge, ihre Reihenfolge und ihre Dauer sind in Arbeitsplänen dokumentiert.

Neben der vom Markt geforderten Lieferzeit bestimmen die Wiederbeschaffungszeiten der Baugruppen und Einzelteile maßgeblich die Lage des Kundenentkopplungspunktes und damit die Möglichkeiten und Freiheitsgrade bei der Gestaltung der Wertschöpfungskette. In einer sehr frühen Phase wird überprüft, welche Möglichkeiten der Verkürzung der Wiederbeschaffungszeiten möglich sind. Für alle Teile und Baugruppen, bei denen es durch strukturverändernde oder prozessoptimierende Maßnahmen gelingt, den notwendigen Startzeitpunkt des Beschaffungs- bzw. Herstellungsprozesses soweit zu verschieben, dass er innerhalb der geforderten Lieferzeit erfolgen kann, besteht die Möglichkeit der Umstellung von einer kundenauftrags-neutralen auf eine kundenauftragsbezogenen Produktion (Bild 20).

Die Fristenplanmethode soll nun dahingehend erweitert werden, dass weitere Einflussfaktoren, die einen Einfluss auf die Gestaltung der Wertschöpfungskette haben, in die Systematik und die Darstellungsform mit einbezogen werden. Nicht nur das Transportwesen sieht sich neuen Herausforderungen gegenüber, sondern auch das Beschaffungswesen, die Produktionssteuerung, die Bereitstellungslogistik und die Lagerlogistik werden sich den neuen Gegebenheiten anpassen müssen. Diese logistische Problemstellung ist daher in das Gesamtkonzept und damit in die Methode mit einzubeziehen. Der Fristenplan soll, ergänzend zur zeitlichen Dimension, um weitere Einflussfaktoren ergänzt werden und zu einem Werkzeug zur Beurteilung von Risiken bei der Gestaltung von globalen Wertschöpfungsketten ausgebaut werden (Bild 21). Die Faktoren, die in die Methode mit einbezogen werden sollen, um die Gestaltung der Wertschöpfungskette zu optimieren, wurden nachfolgend beschriebene vier Einflussbereiche identifiziert (Bild 22).

FAKTOREN DES MATERIALFLUSSES:

Eine global verteilte Produktion hat einen erhöhten Transport- und Verpackungsaufwand zur Folge, da nicht mehr nur fertige Produkte sondern einzelnen Bauteile und Baugruppen befördert werden müssen. Dadurch werden Transportkosten verursacht, die insbesondere bei ungünstigen Wert-Volumen- bzw. Wert-Gewichts-Relationen der Komponenten einen erheblichen Nachteil darstellen. Der Transport muss so effizient wie möglich gestaltet werden. Dies fängt bereits bei der richtigen Verpackung der Komponenten an. Sowohl die Wahl der besten Packungsdichte als auch die Wahl des Werkstoffes spielen hierbei eine große Rolle. So muss gewährleistet sein, dass das gewählte Verpackungsmaterial in allen zu beliefernden Ländern auch zugelassen ist.

Eng an die Verpackung ist auch die Wahl der Ladungsträger geknüpft. Hier kann zwischen Einweg und Mehrwegbehältern, faltbaren und nicht faltbaren Behältern und Standard- oder Spezialbehältern in diversen Größen und Formen gewählt werden. Die Wahl des Transportmittels, ob Schiff, Bahn, Flugzeug oder LKW oder eine Kombination mehrerer Transportmittel gewählt wird, hängt nicht zuletzt von der geforderten Lieferzeit und den Kosten ab. Bei einer differenzierten Betrachtung der entstehenden Kosten werden häufig vermeintliche Kostenvorteile eines Standortes komplett aufgezehrt.

Am Ende des Transportes steht in der Regel die Bereitstellung des Materials vor Ort. Hier kann durch die richtige Wahl des Ladungsträgers und der Verpackung unnötiges Mehrfachhandling des Materials vermieden werden.

PRODUKTSPEZIFISCHE EINFLUSSFAKTOREN:

Neben den Faktoren des Materialflusses spielen produktspezifische Faktoren bei der Gestaltung der globalen Logistik eine Rolle. Das Volumen und Gewicht einer Komponente kann die Logistikkosten und die Transportzeit erheblich beeinflussen

UNTERNEHMENSSPEZIFISCHE FAKTOREN:

Die unternehmensspezifischen Faktoren beziehen sich im Wesentlichen auf bereits vorhandenen Strukturen und sind häufig am leichtesten zu beeinflussen. In Bezug auf seine Kernkompetenzen ist ein Unternehmen häufig festgelegt, jedoch besteht hier die meist die Möglichkeit, diese zu erweitern. Bestehende Kooperationen oder Lieferantennetzwerke legen in der Regel deren Fortführung nahe, sind jedoch veränderbar oder erweiterbar.

LÄNDERSPEZIFISCHE STANDORTFAKTOREN:

Die Uneinheitlichkeit von Normen und Standards in den Ländern ist einer der wichtigsten Faktoren, die in einer globalen Produktion beachtet werden müssen. Unterschiedliche Maßsysteme sind hierbei ebenso zu bedenken, wie die Zulassung von Frequenzen für beispielsweise Ident-Technologien, die gerade im Logistikbereich immer mehr an Bedeutung gewinnen. Auch Local Content Anforderungen können negativ auf die Gestaltungsfreiheit der Wertschöpfungskette wirken. Für die Logistikkosten sind die länderspezifisch sehr unterschiedlichen Höhen der Zölle und Gebühren entscheidend. Die Stabilität der Währung hat einen mehr oder weniger großen Anteil an den Kosten des Gesamtproduktes. Dabei ist die Ausprägung der Währungsschwankung häufig folgenschwerer als der eigentliche Wechselkurs. Weiterhin spielen auch die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal, die lokale Infrastruktur und die Mentalität der Bevölkerung eine entscheidende Rolle für das Funktionieren einer globalen Produktion.

Die letztgenannten Punkte bedingen die weitere Entwicklung von **internationalen Kooperationsbeziehungen**, die als fünfter Bestandteil des GVP gestaltet werden sollen, hier aber nicht näher erläutert werden.

Um zukünftig diese und weitere Einflussfaktoren bei der Gestaltung der globalen Wertschöpfungskette berücksichtigen zu können, soll im Rahmen des GVP-Projektes ein datenbankgestütztes Softwaretool entwickelt werden, das eine Aufstellung von Szenarien für unterschiedliche globale Produktionskonzepte erlaubt. Mit Hilfe der beschriebenen Methodiken wie der Know-how-Matrix und der erweiterten Fristenplanmethodik soll so eine Lösung für kleine und mittelständische Unternehmen entstehen, die diese in die Lage versetzt, global zu agieren und weiterhin erfolgreich am Standort Deutschland zu produzieren (Bild 23 + 24).

Literatur

[IHT06] http://www.iht.com/articles/2006/04/27/business/nec.php.

[GVP06] http://www.gvp-projekt.de.

[LKE+01] Lay, G.; Kinkel, S.; Eggers, T.; Schulte, A.; Le, P.: Leitfaden Globalisierung erfolg-reich meistern. VDMA Verlag, Frankfurt 2001.

[MGN06] Mühlenbruch, H.; Großhennig, P.; Nyhuis, P.: Produktionsstufen- und Logistikgestaltung im Globalen Varianten Produktions-sys-tem, in: wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 96, no. 6, Springer VDI Verlag, Düsseldorf, (2006).

[NGM06] Nyhuis, P.; Großhennig, P.; Mühlenbruch, H: Das Globale Varianten Produktionssystem – Eine Globalisierungsstrategie für KMU, in: ZWF – Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Jahrgang 101, no. 5, Carl Hanser Verlag, München, (2006).

[NMG05] Nyhuis, P.; Mühlenbruch, H.; Großhennig, P.:
Design of Production Stages and Logistics in the Global Variant Production System, Proceedings of the 10th Annual International Conference on Industrial Engineering - Theory, Applications and Practice, Clearwater Beach, Florida, USA, 4.–7. Dezember, (2005).

IREGIA

Entwicklung
von neuen Wirtschaftsstandorten

An-Institut
für Revitalisierung und Entwicklung
von Gewerbe- und Konversionsflächen
sowie Industrieanlagen e.V.

Vitalisierung
von genutzten Wirtschaftsstandorten

Revitalisierung
von brachliegenden Wirtschaftsstandorten

Stadtumbau
mit Brachenintegration

Entwicklung von
Netzwerken

Reichenhainer Straße 34-36
09126 Chemnitz
Tel.: 0371 - 520 47 42
Fax: 0371 - 520 47 65
Internet: www.iregia.de
E-mail: info@iregia.de

02/2002
VISIONEN ▫ KONZEPTE ▫ STUDIEN ▫ INNOVATIONEN
ENTWICKLUNG ▫ MODERATION ▫ LOGISTIK ▫ MANAGEMENT

Workshop 1

Modellierung von Netzwerken

GIM: Konzept für ein prozessorientiertes Kooperationsassistenz-system

Heiko Baum, Jens Schütze
Technische Universität Chemnitz
Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme
Professur für Fabrikplanung und Fabrikbetrieb
09107 Chemnitz

Kurzfassung

Hierarchielose regionale Produktionsnetze repräsentieren eine neuartige Form der Kooperation. Um diese neuartige Kooperationsform praxistauglich zu machen, besteht die Notwendigkeit, ein operationalisiertes Organisationskonzept in Form der Ganzheitlichen Integrationsmethode (GIM) zu entwickeln.

Die GIM bezeichnet zugleich eine umfassende Handlungsanleitung für die im Kompetenz- bzw. Produktionsnetz agierenden Kompetenzzellen. Grundlage der Ganzheitlichen Integrationsmethode sind die Ebenen und Phasen des Vorgehensmodells sowie das ihm zugrunde liegende Organisationskonzept der Zwei-Ebenen-Kooperation.

Der Beitrag stellt den aktuellen Entwicklungsstand der Ganzheitlichen Integrationsmethode vor und erläutert die geplante instrumentelle Ausgestaltung im Rahmen eines DFG-Paketprojektes.

Methodenintegrator GIM

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 457 „Hierarchielose regionale Produktionsnetze“ wurden Modelle, Methoden und Instrumentarien entwickelt, die eine direkte Vernetzung kleinster Leistungseinheiten, den so genannten Kompetenzzellen, ermöglicht. Das seit Januar 2000 laufende Forschungsprojekt erbrachte eine Vielzahl von Ergebnissen, die in der Ganzheitlichen Integrationsmethode (GIM) zusammengeführt und integriert wurden. Die GIM umfasst insofern alle relevanten Methoden und Werkzeuge, die zum Bilden und Betreiben von hierarchielosen regionalen Produktionsnetzen notwendig sind und stellt sie den Beteiligten innerhalb und außerhalb des Netzes zur Verfügung. Dabei fungiert sie als zentrale Schnittstelle und ist in der Lage, kontextspezifische Hilfe anzubieten.

Ein hierzu entwickeltes **Architekturkonzept**, welches die Komponenten Portal, Prozess-Engine sowie Methoden- und Werkzeugschnittstelle umfasst, wurde bereits mehrfach vorgestellt. [ABM04, MHA+06, MRi05, Mül04, Mül+05, Mül05, Mül06]

Im Folgenden soll ein Überblick über die organisationstheoretischen Grundlagen der GIM sowie über die Arbeiten zur Modellierung kooperativer Prozesse gegeben werden.

Organisationstheoretische Grundlagen

Die heutige Beschreibung von Kooperationen findet i.d.R. in Form von Verbalmodellen statt. Eine wesensbestimmende Merkmalsabgrenzung einzelner Kooperationsformen untereinander ist nur schwer oder gar nicht möglich, da eine Referenzinstanz für die Beschreibung allgemeingültiger Merkmale für das System Kooperation nicht vorliegt. Unter Anwendung der morphologischen Methode wurde das System Kooperation hinsichtlich seiner wesensbestimmenden Strukturmerkmale beschrieben und in einer **Morphologie** abgebildet. [BDH01, End+02]

In Folge dessen konnte das neu entwickelte Gestaltungskonzept der Zwei-Ebenen-Kooperation, welches die Basis für den **kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatz** des Sonderforschungsbereiches 457 darstellt, als neue Kooperationsform identifiziert und gegenüber anderen Kooperationsformen abgegrenzt werden. Das Konzept der Zwei-Ebenen-Kooperation basiert auf der Annahme, dass eine beschränkte Verfügbarkeit von Ressourcen in Mikrounternehmen zur Konzentration auf Kernkompetenzen und zur Externalisierung von sekundären Geschäftsprozessen führt. Während virtuelle Unternehmungen eine Strategie der Kooperationsmitglieder sind, um u.a. ihre freien Kapazitäten besser auszulasten, zielt das Konzept der **Zwei-Ebenen-Kooperation** darauf ab, Kooperation als wesentliche Unternehmensstrategie und die dynamische Integration in vernetzten Wertschöpfungsprozessen als die Hauptform der Leistungserstellung für die Kompetenzzellen zu ermöglichen. Das Gestaltungskonzept der Zwei-Ebenen-Kooperation bezeichnet ein organisationstheoretisches Verbalmodell, welches sowohl aufbau- als auch ablaufstrukturelle Grundbetrachtungen zur Organisation einer Kooperation auf Basis von Kompetenzzellen in sich vereint. Das Konzept integriert, in Abweichung zu anderen Konzepten, bewusst die Institutionalisierung zentraler Funktionen und schafft damit eine dauerhafte Basis, die die Ausgangslage für sehr schnell initiierte, geschäftsprozessoptimierte Projekte der Kompetenzellen ist. Hierfür werden in diesem Gestaltungskonzept zwei funktionale Typen von Geschäftsbeziehungen synthetisiert, die mit Basisebene und Projektebene bezeichnet werden. Wesentlich bei diesem Konzept ist, dass die Prozesse der Bildung und des Betriebs der Zwei-Ebenen-Kooperation durch ein Kooperationsinformationssystem (KIS) unterstützt werden. Das Kooperationsinformationssystem ist als ein ganzheitliches wissensbasiertes System zu verstehen, welches die Aufnahme und Auswertung von Informationen zur Bildung, Steuerung und Überwachung der (quasipermanenten) Kooperation auf der Basisebene sowie der (temporären) Projekte unterstützt. [BDa01, BDE00, BFK+03, EBA03, EBD00, End+02, MHA+06]

Die Zwei-Ebenen-Kooperation ist eine dynamische Organisation, was sich in der Offenheit hinsichtlich des Beitritts zur Kooperation bzw. des Austritts aus der Kooperation durch die Kompetenzzellen manifestiert. Um ein derartiges System koordinieren zu können, ist ein dynamisches, in seiner Art flexibles, Organisationskonzept notwendig. Das entwickelte **Dynamische Rollenkonzept** ist somit das organisatorische Gerüst für das Betreiben der Zwei-Ebenen-Kooperation resp. des Drei-Ebenen-Modells im kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatz. Mit diesem Rollenkonzept lassen sich kooperative Rollen modular entwerfen. Eine kooperative Rolle setzt sich – wie aus Abbildung 1 ersichtlich – aus einem funktionalen Aspekt (Was) und einem organisationalen Aspekt (Wie) zusammen. [Mül+05]

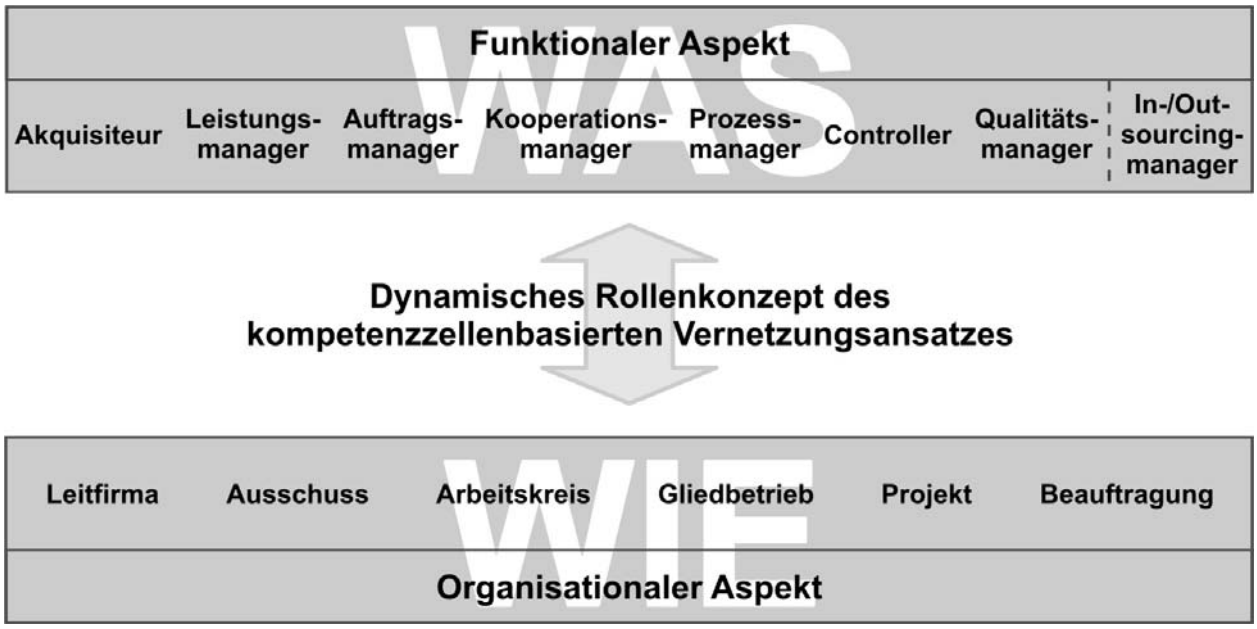


Abbildung 1: Dynamisches Rollenkonzept

Die Dynamik im Rollenkonzept liegt in der flexiblen Paarung zwischen dem „Was“ und dem „Wie“. Die Elemente des funktionalen Aspekts lassen sich als trinitäre Bausteine bezeichnen, da die Beschreibungskonstrukte (1) die zu realisierenden Funktionen bzw. Funktionsbündel, (2) deren zur Realisierung notwendigen Kompetenzen sowie (3) die dazu erforderlichen Rechte und Pflichten enthalten. Analog dazu wurden im organisationalen Aspekt duale Bausteine entwickelt. In ihnen werden (1) die kooperativen Organisationsformen und ihre innere Struktur sowie (2) die zu deren Betrieb notwendigen organisationalen Rechte und Pflichten beschrieben.

Bei dem Neuentwurf bzw. bei der Neugestaltung von kooperativen Organisationsstrukturen und den darin ablaufenden Prozessen entsteht das Problem, die Komplexität aller betrachteten Elemente und ihrer Beziehungen zu beherrschen. Daher muss ein generisches Modell der Organisationsstruktur auf oberster Ebene geschaffen werden. Dieses Modell beschreibt die multiperspektivische Struktur des zu modellierenden Systems und bietet damit den Einstiegspunkt für die detaillierte Prozessmodellierung. Mittels des **Ordnungsrahmens** (siehe Abbildung 2) wird den unterschiedlichen Betrachtungsperspektiven der Akteure in der Kooperation Rechnung getragen. Er unterstützt zum einen die Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren in der Kooperation und ist zum anderen Brücke zwischen den Sprachen der operativen Akteure und den organisierenden Akteuren in der Kooperation. Der Ordnungsrahmen ist als domänenspezifisch zu bezeichnen, weil er sowohl in seiner Struktur als auch in seinen Elementen für andere Kooperationstypen anwendbar ist. Die Doppel-H-Form im Kernbereich des Ordnungsrahmens verdeutlicht die Strukturanalogie zwischen den kooperativen Ebenen des kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatzes: Kompetenz- und Produktionsnetz. Im statischen funktionsbeschreibenden Teil werden die kooperationsrelevanten Anwendungsfälle und im dynamischen prozessorientierten Teil die zugehörigen Prozesssequenzen und deren Varianten eingeordnet. In der Rubrik Leistungen werden alle Leistungen, die in der Kooperation erbracht werden, in einer statischen Rangstruktur beschrieben. [Mül+05]

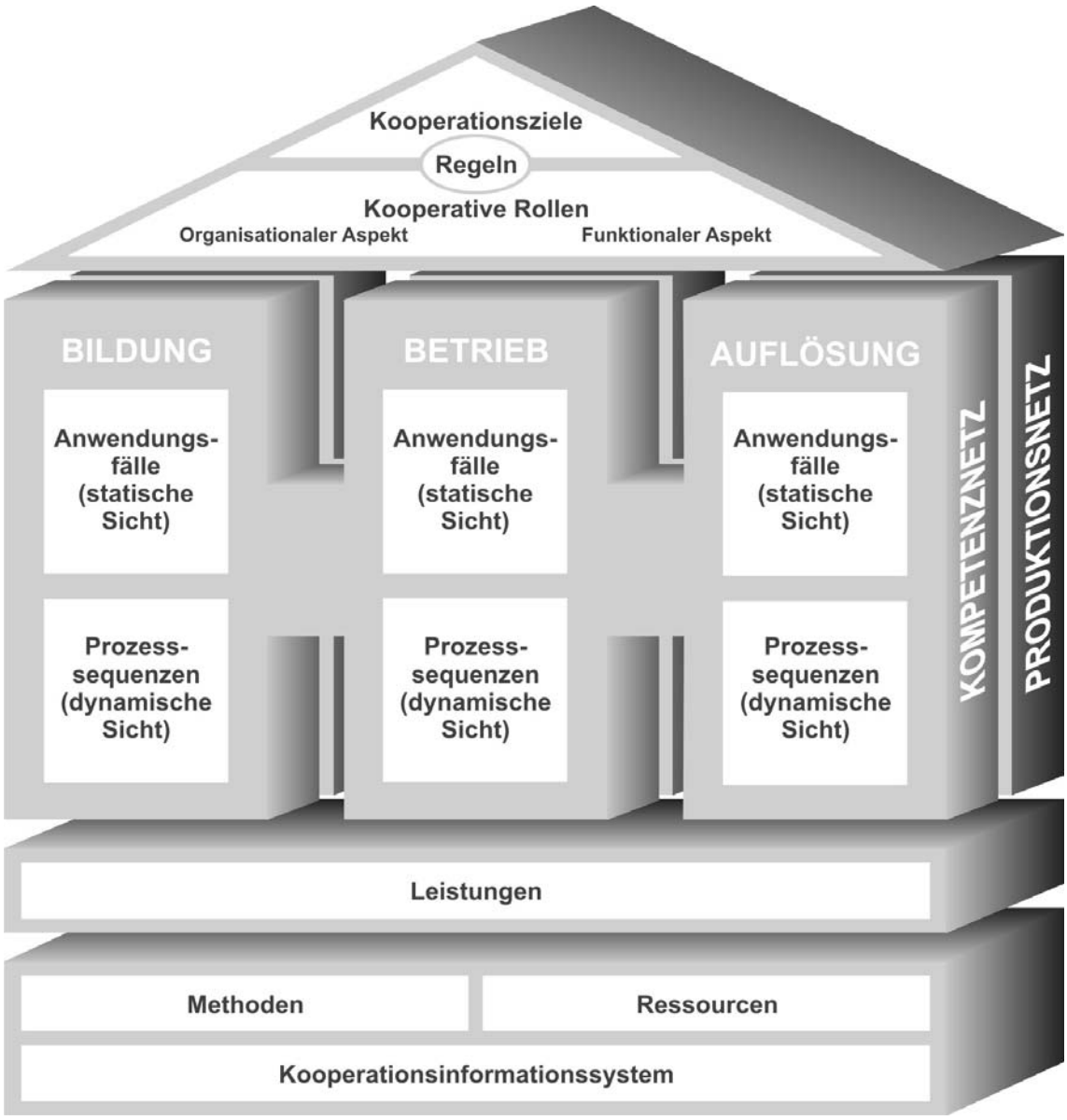


Abbildung 2: Ordnungsrahmen

Das organisatorische Dach mit den Kooperationszielen und -regeln sowie den Kooperativen Rollen der interagierenden Akteure und das unterstützende Fundament mit den Methoden, Ressourcen und (Software-) Werkzeugen rahmen den Kernbereich ein.

Modellierung kooperativer Prozesse

Um eine Kooperation bilden und gestalten zu können, ist es erforderlich, ausgehend von ihrem Ziel, die Gestalt und die inhärenten Abläufe der Kooperation zu entwerfen und abstraktlogisch zu vergegenständlichen. In Vorbereitung der Modellierung kooperativer Prozesse war es notwendig, ein geeignetes Modellierungsparadigma auszuwählen bzw. zu entwickeln. Auf Basis umfangreicher Analysen vorhandener Modelle und Methoden der Unternehmens- und Prozessmodellierung wie z.B. der Methode der Integrierten Unternehmensmodellierung (IUM), der Methode der Architektur Integrierter Informationssysteme (ARIS), des Prozesskettenparadigmas sowie der Flusssystemtheorie wurde das Sichtenkonzept entwickelt.

Das **Sichtenkonzept** ist ein Framework, der eine logisch abstrakte Beschreibung soziotechnischer Systeme und der in ihnen ablaufenden Prozesse unterstützt. Das Konzept zeichnet sich dadurch aus, dass es komplexe systemische Sachverhalte mittels verschiedener Projektionen – genannt Sichten – beschreibt. Durch diese Modellbildung werden isolierende Abstraktionen dieses Systems geschaffen, mit denen eine Beherrschung der Komplexität möglich wird. Das entwickelte Konzept ist als ein offenes Modellierungsparadigma zu verstehen, da es fallspezifisch erweiterbar ist. Einem Systembetrachter ist es je nach Anwendungsfall möglich, die für das spezielle Modellierungsproblem geeigneten Perspektiven auf das Analyseobjekt auszuwählen bzw. neu zu generieren. Orientiert am Zweck des Sichtenkonzeptes beinhaltet es folgende grundlegende Sichten: die Zielsicht, die Leistungssicht, die Funktionssicht, die Kompetenz- und Ressourcensicht sowie die Struktursicht. Die Ziel-, die Funktions-, die Kompetenz- und Ressourcen- sowie die Leistungssicht repräsentieren elementorientierte Sichten. Diese entsprechen den grundlegenden Systemtypen: Ziel-, Programm-, Wirk- und Objektsystem nach PATZAK. In den Sichten werden die einzelnen systemischen (Grund-) Elemente beschrieben. Diagramme in Form logischer Bäume, die die Hierarchie der einzelnen Elemente gleichen Typs untereinander abbilden, sind für die statischen Charakter tragenden Sichten typisch. Im Vergleich hierzu repräsentiert die Struktursicht als integrierende Sicht, gegliedert in verschiedene aspektgetragene Untersichten, eine Art beziehungsorientierte Sicht mit sowohl statischem als auch dynamischem Charakter. Auf Basis der Untersichten wird die Beschreibung der kausalen Zusammenhänge der einzelnen Systemelemente untereinander möglich. Die einzelnen Untersichten beinhalten entsprechende Diagrammtypen, welche beziehungsspezifische Modellprojektionen der systemischen Beschreibung realisieren. [NAB04]

Der Kern der Ganzheitlichen Integrationsmethode ist der Prozess in Form von Prozesssequenzen. Unter Anwendung der Elemente des Sichtenkonzeptes erfolgte die vorgehenslogische und zeitliche Verknüpfung von den in Anwendungsfällen beschriebenen Funktionen unter Einbeziehung von funktionsauslösenden Ereignissen und Regelkonnektoren. Zusätzlich hierzu wird die Anmodellierung von weiteren Elementen wie z.B. Kooperativen Rollen, Methoden und (Software-) Werkzeugen realisiert. In der Abbildung 3 wird basierend auf dem Anwendungsfall „Kundenauftrag abarbeiten (sequentiell)“ die Vorgehensweise zur Modellierung der Prozesssequenz „Kundenauftrag abarbeiten (sequentiell)“ exemplarisch dargestellt. Die abgebildeten Modelle wurden in der ARIS Collaborative Suite bzw. im ARIS Web Designer erstellt. In einem ersten Schritt wird der Anwendungsfall „Kundenauftrag abarbeiten (sequentiell)“ der Ebene „Kompetenznetzbetrieb“ und der Phase „Produktionsnetzbildung“ des kompetenzzellenbasierten Vernetzungsansatzes zugeordnet, was in der Abbildung 3 (Quadrant A) dargestellt ist. Bei dieser hybriden Zuordnung handelt es sich um einen Sonderfall, der beispielhaft zeigt, dass Anwendungsfälle nicht immer exklusiv einer Ebene oder Phase zugeordnet werden können. In einem zweiten Schritt wird der phasen- bzw. ebenenübergreifende Anwendungsfall mittels eines Funktionsbaumes abgebildet. Eine Teilsequenz ist in Abbildung 3 (Quadrant B) dargestellt. In einem dritten Schritt erfolgt die Abbildung der anwendungsfallzugehörigen Prozesssequenz „Kundenauftrag abarbeiten (sequentiell)“ auf Basis einer erweiterten Ereignisgesteuerten Prozesskette (eEPK). Die in Abbildung 3 mit Quadrant C bezeichnete Teilsequenz macht die grundlegende Struktur einer eEPK deutlich. Die Basismodellierungsobjekte sind das funktionsauslösende Ereignis, die durchzuführende Funktion und der Regelkonnektor, welcher als logisches Koppelglied zwischen Ereignis und Funktion fungiert. [BKS+06, KBS05, Mül04a, Mül+05]

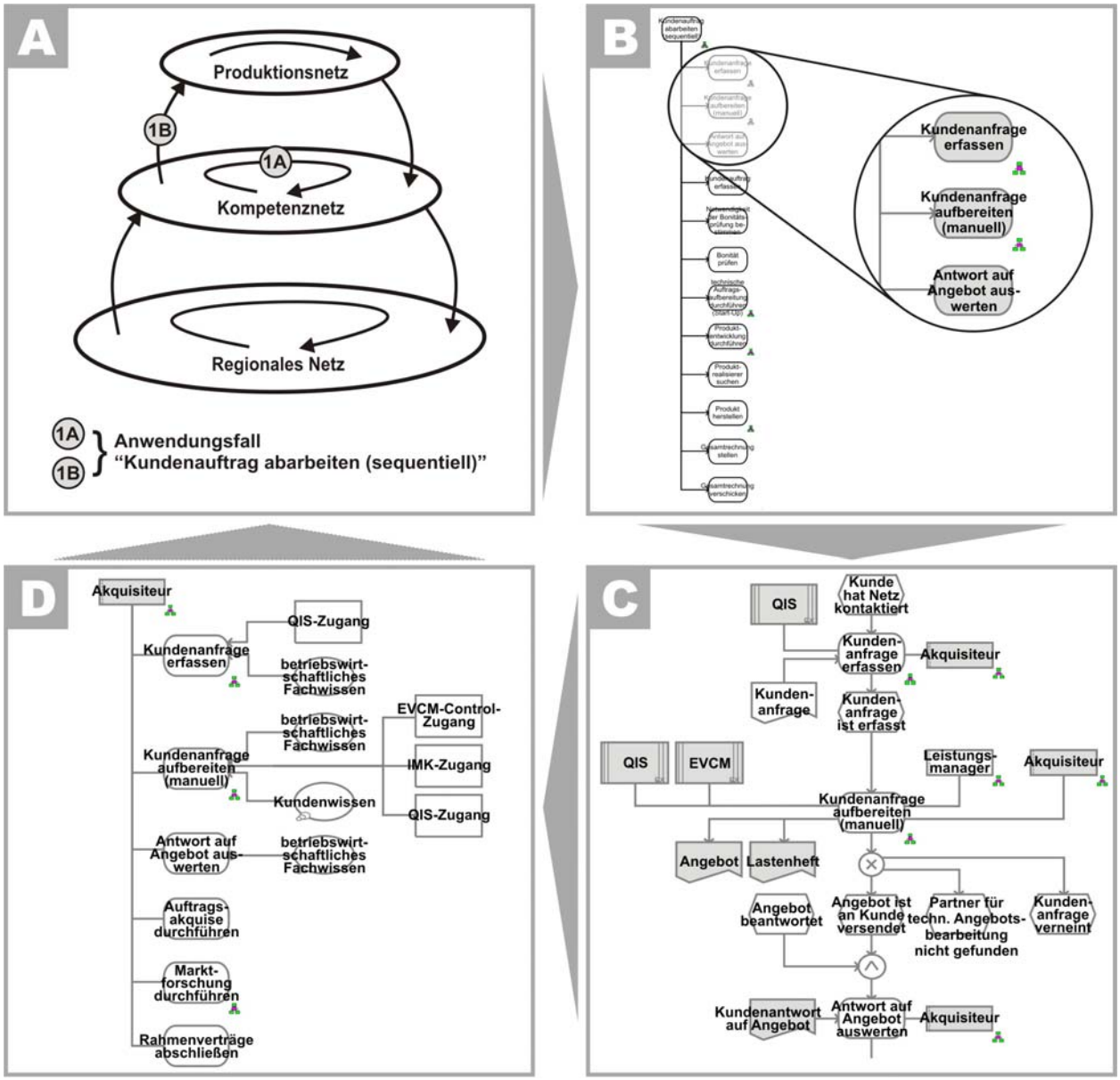


Abbildung 3: Vorgehensweise zur Modellierung einer Prozesssequenz

Basierend auf der verbalsprachlichen Beschreibung der Kooperativen Rollen wird die modelltechnische Umsetzung deren funktionaler Aspekte mittels Rollendiagrammen realisiert. Im beispielhaft dargestellten Rollendiagramm „Akquisiteur" werden die zu realisierenden Funktionen bzw. Funktionsbündel und in ersten Ansätzen die realisierungsrelevanten Kompetenzen sowie die erforderlichen Rechte und Pflichten modelliert. Eine Teilsequenz eines Rollendiagramms ist in der Abbildung 3 (Quadrant D) dargestellt. Derzeit ist die Kopplung der GIM-Elemente Methode und (Software-) Werkzeug zu ausgewählten webbasierten Softwarewerkzeugen wie dem EVCM-Control, dem Qualitätsinformationssystem (QIS) „DIMANOS" und dem Methodeninformationssystem für die Fabrikplanung „LexiPLAN" über startbare Links realisiert. So ist es bei Bedarf möglich, direkt auf die oben genannten Softwarewerkzeuge zuzugreifen.

Prototypische Umsetzung

Es ist geplant, im Rahmen des in Beantragung befindlichen DFG-Paketprojektes „Kompetenzzellenbasierte Produktionsnetze“ eine prototypische Umsetzung der Ganzheitlichen Integrationsmethode in Form eines prozessorientierten Kooperationsassistenzsystems (proKAS) zu realisieren. In Vorarbeit dessen wurden umfangreiche Eignungsuntersuchungen zur Auswahl einer geeigneten Entwicklungs- und Modellierungsplattform für den proKAS-Systemkern – der sogenannten Prozess-Engine – durchgeführt. Im Ergebnis dessen wurde die abaXX-Portallösung als tauglich ausgewählt. Besondere Vorteile dieser Portallösung sind die inhärente Prozessmodellierungskomponente sowie das Vorhandensein einer Prozessübergabeschnittstelle von ARIS zur abaXX-Umgebung. Mittels dieser Prozessübergabeschnittstelle wird es möglich, die im Sonderforschungsbereich 457 modellierten Anwendungsfälle und dazugehörigen Prozesssequenzen als Prozessbasis in die abaXX-eigene Modellierungskomponente zu portieren und lauffähig zu gestalten.

Literatur

[ABM04] Ackermann, J.; Baum, H.; Müller, E.: Hierarchielose regionale Produktionsnetze – ein Ansatz für die Unternehmensform des 21. Jahrhunderts. Vortrag zum Workshop des SFB 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse“, Universität Bremen, 02.12.2004.

[BDa01] Baum, H.; Dammann, U.: Konzeption einer Zwei-Ebenen-Kooperation. In: Teich, T. (Hrsg.): Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke. Chemnitz: GUC, 2001, S. 51-72.

[BDE00] Baum, H.; Dammann, U.; Enderlein, H.: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. In: Bericht zum 46. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. bis 17.03.2000 an der Technischen Universität Berlin. Dortmund: GfA, 2000, S. 573-575.

[BDH01] Baum, H.; Dammann, U.; Hübsch, S.: Morphologie von Kooperationen. In: Teich, T. (Hrsg.): Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke. Chemnitz: GUC, 2001, S. 21-50.

[BFK+03] Baum, H.; Freitag, M.; Köhler, T.; Schilde, P.: Organizational barriers of inter-firm cooperation and how to overcome them: the two-level cooperation model. In: Proceedings of Uddevalla Symposium 2003 „Entrepreneurship, Spatial Industrial Clusters and Inter-Firm Networks“, Uddevalla, Sweden, 12.-14.06.2003.

[BKS+06] Baum, H.; Krause, M.; Schütze, J.; Adler, M.; Doempke, S.: Me2Ko – Methode zur Modellierung von Kommunikations- und Koordinationsprozessen in KMU-Netzwerken. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Forschungsoffensive Software Engineering 2006. Beiträge der Statustagung auf CD-ROM, Leipzig, 26.-28.06.2006.

[EBA03] Enderlein, H.; Baum, H.; Ackermann, J.: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. In: Baumgarten, H.; Wiendahl, H.-P.; Zentes, J. (Hrsg.): Logistik-Management: Strategien – Konzepte – Praxisbeispiele. Springer Experten System. Berlin: Springer, 2003, Kap. 7 02 03 02.

[EBD00] Enderlein, H.; Baum, H.; Dammann, U.: Konzept eines regionalen kooperativen Unternehmensnetzwerkes. In: Gersten, K. (Hrsg.): Arbeit und Technik in den neuen Bundesländern. Beiträge und Ergebnisse der Dresdner Innovationsgespräche 2000. Erfolgsfaktor Kooperation - Instrument für Marktzugang und Wachstum. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2000.

[End+02] Enderlein, H. et al. (Hrsg.): Sonderforschungsbereich (SFB) 457 "Hierarchielose regionale Produktionsnetze – Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien": Arbeits- und Ergebnisbericht 2000, 2001, 2002. Technische Universität Chemnitz, 2002.

[KBS05] Krause, M.; Baum, H.; Schütze, J.: Me2Ko – A Method for Modeling of Communication and Coordination Processes in SME Networks. In: Proceedings of the ICAM 2005 – International Conference on Agility, Helsinki, 27.-28.07.2005, pp. 267-274.

[MHA+06] Müller, E.; Horbach, S.; Ackermann, J.; Schütze, J.; Baum, H.: Production system planning in Competence-cell-based Networks. In: Middle, J.E. (ed.): International Journal of Production Research, Special Issue: Selected papers from the 18th ICPR – “The networked enterprise: a challenge for a sustainable development”. Vol. 44, Nos. 18-19, 15.09.-01.10.2006, Taylor & Francis Ltd., Abingdon, U.K., 2006, pp. 3989-4009.

[MRi05] Müller, E.; Riedel, R.: Regionale Produktionsnetze – Geht es ohne Hierarchie? In: Initiative für Beschäftigung OWL e.V.; Universität Bielefeld; SURVEY GmbH & Co. KG; Bertelsmann Stiftung (Hrsg.): net‘swork. – Netzwerke und strategische Kooperationen in Wirtschaft und Wissenschaft. Bielefeld: Kleine, 2005, S. 126-136.

[Mül+05] Müller, E. et al. (Hrsg.): Sonderforschungsbereich (SFB) 457 "Hierarchielose regionale Produktionsnetze": Finanzierungsantrag 2006-2009. Technische Universität Chemnitz, 2005.

[Mül04] Müller, E.: Intelligente Produktionsnetzwerke – neue Organisationsformen der Produktion. In: Vernetzt planen und produzieren – VPP2004. Tagungsband, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 8, TU Chemnitz, 27./28.09.2004, S. 8-22.

[Mül04a] Müller, E.: Me2Ko – Methode zur Modellierung von Kommunikations- und Koordinationsprozessen in KMU-Netzwerken. In: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.): Forschungsoffensive Software Engineering 2006. Beiträge der Eröffnungskonferenz auf CD-ROM, Berlin, 01.-03.07.2004.

[Mül05] Müller, E.: Cooperative Planning in Competence-cell-based Networks. In: Proceedings of the 1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production – CARV 2005. Technical University of Munich, Germany, 22./23.09.2005.

[Mül06] Müller, E.: Production Planning and Operation in Competence-cell-based Networks. In: Zülch, G.; Stowasser, S. (eds.): Distributed operations, simulation and decision making. Production Planning & Control. The Management of Operations. Special Issue: Volume 17, Number 2, March 2006, Taylor & Francis Ltd., Abingdon, U.K., 2006, pp. 99-112.

[NAB04] Näser, P.; Ackermann, J.; Baum, H.: Das Sichtenkonzept als Modellierungs-paradigma. In: Industrie Management 20 (2004) 1, S. 36-39.

Modellierung von Netzwerken

Falko Schwörer: Corporate Research and Advanced Engineering, MAHLE International GmbH, Stuttgart

Einleitung

Die Veränderungen der letzten Jahre, geprägt von immer kürzer werdender Entwicklungsdauer und erhöhtem Kostendruck, revolutionieren ganze Branchen, und stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen. Neben organisatorisch und strukturell veränderten Marktbedingungen, wirft das 21. Jahrhundert vor allem die Frage nach den langfristigen Überlebenschancen von Industrieunternehmen, z.B. der Automobilindustrie, auf. Ein Indiz hierfür ist die steigende Anzahl von sogenannten „Merger and Acquisitions“, bei denen eine gewisse Unternehmensgröße kein Garant mehr für eine „sichere“ Zukunft darstellt.

Da sich westliche Industrieunternehmen in Zukunft noch mehr durch ihre Innovationsfähigkeit gegenüber dem Wettbewerb aus Billiglohnländern (neben der etablierten Konkurrenz) behaupten müssen, bilden Forschung und Entwicklung folgerichtig das Herzstück dieser Firmen. Somit wird ein effizientes, effektives und innovatives Forschungs- und Entwicklungsnetzwerk als grundlegende Voraussetzung erachtet. Es wird dabei angenommen, dass kurze Reaktionszeiten nur über eine gewisse Nähe zum lokalen Kunden erzielt werden können. Als Modell dient ein etabliertes Großunternehmen, bei dem die Integration von ehemals dezentralen und regional weitestgehend unabhängigen Entwicklungsbereichen mit mittelständischer Prägung vollzogen werden soll. Hierbei wird von erschwerten Bedingungen ausgegangen, die aufgrund von kulturellen Unterschieden (Kultur im doppelten Sinn = Landeskultur und Unternehmenskultur), Kommunikationsdefiziten und organisatorischen Problemen begünstigt werden.

Ziel ist eine systematische Vernetzung von Forschungs- und Entwicklungsbereichen eines Unternehmens, dass sich über mehrere Kontinente erstreckt. Wesentliche Teilaspekte bilden hierbei die Ressourcenverteilung, der Transfer von Wissen und die allgemeine Kommunikation untereinander. Der organisatorische Unterbau des Unternehmens ist durch unterschiedliche Produktlinien gekennzeichnet, die gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsstandorte unterhalten. Das Forschungs- und Entwicklungsnetzwerk soll hierbei eine integrative Funktion sowohl zwischen den weltweiten Forschungs- und Entwicklungsstandorten als auch innerhalb eines einzelnen Standorts (zwischen den ortsansässigen Produktlinien) wahrnehmen.

Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke

Ein Netzwerk ist eine Menge von miteinander auf definierte Weise verbundenen, autonomen Objekten, die ein gesamtes System bilden. (Abbildung 1) In diesem Kontext sollen auch Forschungs- und Entwicklungsnetzwerke (F&E-Netzwerke) entsprechend analysiert werden, um Wissen, Daten und Informationen über den Ort der Entstehung hinaus zu (ver-)teilen und nutzbar zu machen.

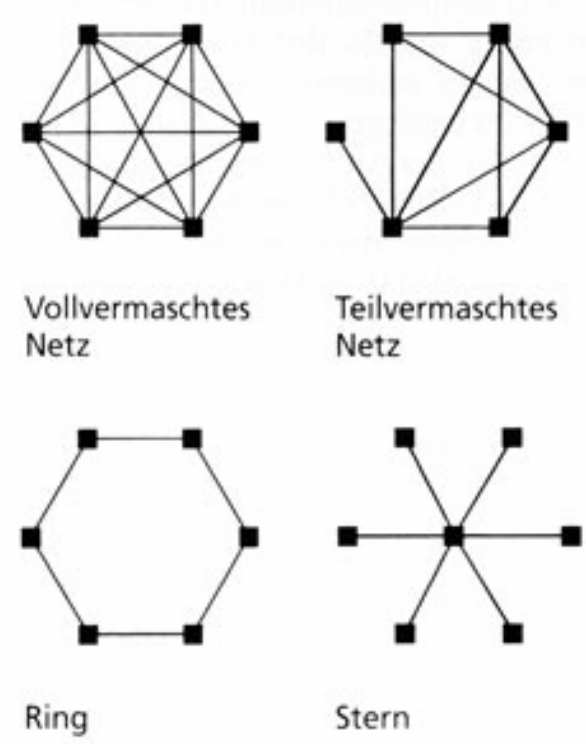


Abbildung 1: Verschiedener Netzwerkarten

Analog zu dem Ansatz der wandlungsfähigen und vernetzten Fabrik, die eine Modularisierung von Bestandteilen, Prozessen, Elementen und Systemen der Strukturen voraussetzt (vgl. [Wir03]), müssen die Anforderungen an ein F&E-Netzwerk entsprechend formuliert werden. Anlehnend an die Idee, für internationale F&E-Systeme das netzwerkförmige Koordinationsmodell mit weiteren F&E-Koordinationsmodellen zu kombinieren (vgl. [Sti00] S. 181) [(Idee bei Bartlett und Ghoshal 1990), dient die Konfiguration in Modulen (vgl. [PRW96]) als grundsätzlicher Ansatz zur Modellierung von F&E-Netzwerken. Das Modul wird im Folgenden als Bauteil eines größeren Gesamtsystems verstanden. Modularisierung bedeutet dabei das Aufteilen eines Ganzen in Teile. Der modulare Ansatz soll im ersten Schritt auf der Ebene der einzelnen Forschungs- und Entwicklungseinheit greifen, um dieses schließlich systematisch in das Gesamtsystem integrieren zu können. Als wesentliche Teile einer F&E-Einheit sollen hier F&E (Forschung, Angewandte Forschung und Entwicklung [OECD]), sowie F&E-Servicefunktionen und Kompetenzzentren genannt sein, die jeweils als einzelnes Modul betrachtet werden.

Forschung, Angewandte Forschung und Entwicklung

Um die Komplexität der Anforderungen zur Modellierung eines F&E-Netzwerks beispielhaft zu verdeutlichen sollte zunächst festgehalten werden, dass es weitläufig kein einheitliches Verständnis für „typische“ F&E-Aufgaben gibt, die z.B. eindeutig der Forschung, Angewandten Forschung und Entwicklung zuzuordnen (vgl. [Bro92]) wären. Jede Branche, jedes Unternehmen, jedes Land verfügt über eigene Auffassungen hierüber. Selbst bei dem vorgeschlagenen „OECD-Cluster“ gibt es oft kein allgemeingültiges Verständnis bzgl. typischer F&E-Aufgaben. In vielen Fällen trifft man selbst innerhalb eines Konzerns auf unterschiedliche Begrifflichkeiten und Definitionen (wie z.B. Entwicklung, Produktenwicklung, Anwendungsentwicklung, etc. für vergleichbare Tätigkeiten), die mitunter für Verwirrung bei der Auslegung von Aufgaben und Kompetenzen sorgen. Aber aufgrund einer linearen Abhängigkeit zwischen Wissensaufbau (je nach Forschungs- bzw. Entwicklungsintensität) und F&E-Trägersystem (vgl. [Sti00] S. 102-104) (autonom dezentrale vs. zentrale Anbindung), birgt die eindeutige Definition eine logische Voraussetzung für die Modellierung des F&E-Netzwerks. Das heißt, dass

Forschung, Angewandte Forschung und Entwicklung im Folgenden als eigene Module betrachtet, und somit „F&E“ zu „F“ und „E“ werden. (Abbildung 2)

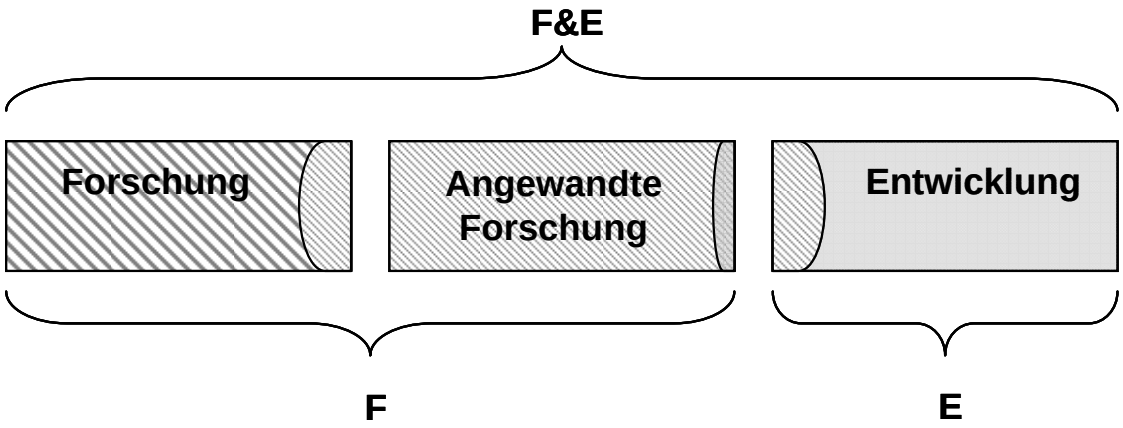


Abbildung 2: Modularisierung von „F&E“

Vor dem Hintergrund der linearen Abhängigkeit zwischen Wissensaufbau und Trägersystem empfiehlt es sich, die originären Tätigkeiten der Forschungs- und Entwicklungsmodule entlang der Wertschöpfungskette zu untersuchen. Denn erst wenn die Frage danach, „was ein F&E-Bereich herstellt“, hinreichend beantwortet werden kann, lässt sich hieraus auch ableiten was wirklich Wertschöpfung und was Beschäftigung mit sich selbst ist [Laq]. Folgt man dabei der These, dass alle Entwicklungstätigkeiten im Rahmen des Produktentwicklungsprozesses als wertschöpfend eingestuft werden können, und alles andere einer „Beschäftigung mit sich selbst“ gleichkommt, liefert dies bereits ein wichtiges Indiz für die organisatorische Zuordnung innerhalb des F&E-Netzwerks. Dies hätte zur Konsequenz, dass allgemeine Entwicklungstätigkeiten (z.B. Produktentwicklung) eher autonom angesehen, und in lokaler Verantwortung gesteuert würden. Forschung und Angewandte Forschung würden eher der zentralen Anbindung unterliegen. Um mittels dieser Trennung aber keinen „Gap“ innerhalb eines Forschungs- und Entwicklungszentrums hervorzurufen, und dem Anspruch an das (Wissens-) Netzwerks keinen Abbruch zu leisten, sollten neben den „klassischen“ F&E-Tätigkeiten weitere F&E-Servicefunktionen näher betrachtet werden. Diese können nämlich als Schnittstelle innerhalb des Forschungs- und Entwicklungszentrums dienen und gleichzeitig als zentrale Schnittstellen innerhalb des F&E-Netzwerks fungieren.

F&E-Servicefunktionen

Wie bereits erwähnt, werden sogenannte F&E-Servicefunktionen somit als weiteres Modul (bzw. Komplementär) innerhalb von F&E angesehen. In den „F&E-Services“ werden alle Tätigkeiten zusammengefasst, die sowohl von der Forschung und Angewandter Forschung als auch der Entwicklung in Anspruch genommen werden. Ein typisches Beispiel für nicht eindeutig zuordenbare Tätigkeiten (bzw. Bereiche) gemäß der OECD-Empfehlung sieht Brockhoff [Bro92] im Patentwesen, welches von allen Fraktionen gleichermaßen genutzt wird. Im weitesten Sinn könnten somit sowohl das F&E-Management (mit seinen Unterdisziplinen Technologiemanagement und Innovationsmanagement) als auch (Prüfstands-) Einrichtungen in F&E-Services integriert werden. In diesem Kontext ist sowohl die Ressource Mensch, als auch das Kapital (Ressource Maschine) gemeint. Unter diesem Aspekt fällt der F&E-Servicefunktion eine weitere bedeutende, nämlich integrative Rolle innerhalb der jeweiligen Forschungs- und Entwicklungseinheit, zu. (Abbildung 3)

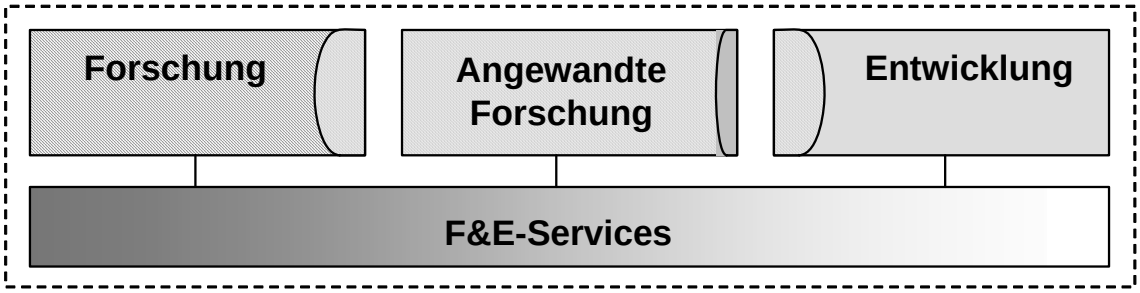


Abbildung 3: F&E-Services als Querschnittsfunktion innerhalb der Systemgrenze von F&E

Kompetenzzentren

Für die Modellierung eines F&E-Netzwerks ist aber auch die systematische Einbindung von Kompetenzen von eminenter Bedeutung. Die Kompetenz wird hierbei als Qualifikation (= können), Zuständigkeit (= müssen und dürfen) und Verantwortlichkeit (= verantwortlich sein) verstanden. Dabei können Kompetenzen entweder an bestimmten Orten strategisch definiert (z.B. analog der Zugehörigkeit zu bestimmten Produktlinien) oder historisch gewachsen sein. Sogenannte Kompetenzzentren sind hierbei sowohl innerhalb eines Forschungs- und Entwicklungsbereichs aber auch an anderen Stellen, z.B. innerhalb einer Produktlinie, anzutreffen. (Abbildung 4)

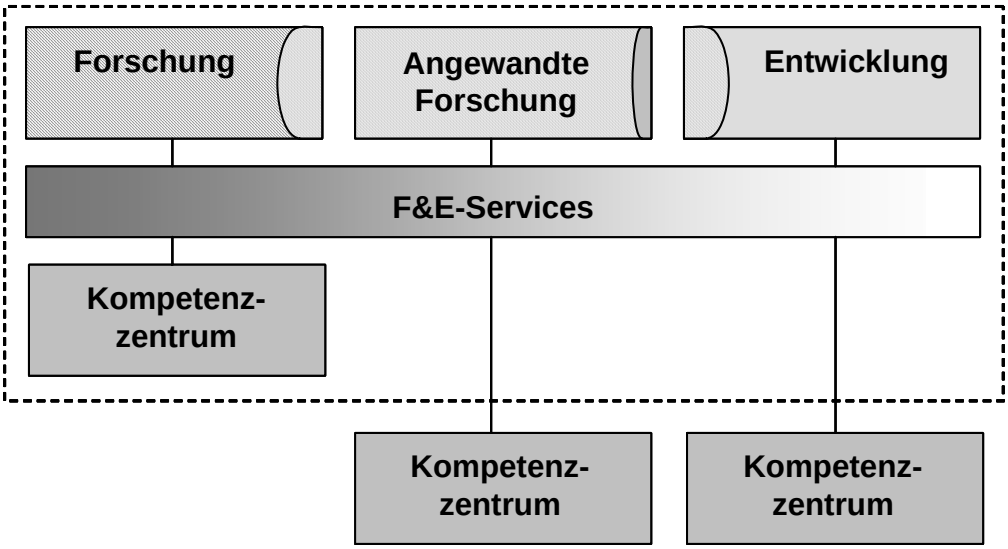


Abbildung 4: Kompetenzzentren innerhalb und außerhalb der Systemgrenze von F&E

Ein Kompetenzzentrum verfügt über gewisse Alleinstellungsmerkmale. Es erfüllt in dieser Funktion den primären Zweck der Bündelung von Wissen und Ressourcen (Mensch und Maschine). Es bietet sich hierbei natürlich an, den Ansatz des kompetenzzellenbasierten Netzwerks (vgl. [Mül02]) im Kontext von F&E zu berücksichtigen. Allerdings müsste das Kompetenzzentrum als autonome Einheit fungieren können, welches in der Lage wäre wertschöpfende Tätigkeiten auszuführen. Die maßgebliche Einschränkung erfolgt hierbei durch die gegebene Abhängigkeit von den F&E-Services (plus gegebenenfalls einer weiteren Produktlinie). Diese Schnittstelle erlaubt es somit lediglich von einer Teilautonomie (mit hierarchischer Anbindung) zu sprechen, und deckt sich eher weniger mit dem hier vorgestellten Konzept.

Modellierung von Netzwerken

Für die Modellierung eines globalen Netzwerks kommen zunächst (je nach Voraussetzung) die unterschiedlichsten Netzwerkarten in Betracht. Es sei jedoch zu beachten, dass die Eignung von Organisations- und Koordinationsformen von den Eigenschaften der jeweiligen Aufgaben und Austauschbeziehungen abhängig ist. Informations- und Kommunikationsprobleme sind kostenoptimal zu bewältigen (vgl. [PRW96]) um die allgemeinen Koordinationskosten möglichst gering zu halten. Vor diesem Hintergrund scheiden das voll- und teilmaschige Netz aus. Es sei zudem angenommen, dass die Muttergesellschaft einen Bereich für zentrale Forschung und Entwicklung unterhält und die allgemeine Unternehmensstrategie zentral vorgegeben wird. Somit wurde für das Modell ein sternförmiges Netzwerk gewählt.

Um den Grundgedanken des hier vorgeschlagenen Konzepts zu verdeutlichen sei nochmals die Modularisierung von Forschung und Entwicklung erwähnt. Alle Forschungs- und strategischen Aktivitäten werden hierbei zentral gesteuert und koordiniert. Rudimentäre Entwicklungsaufgaben verbleiben in der lokalen Verantwortung. Dies birgt den Vorteil, dass die lokale Organisation in weiten Teilen individuell, entsprechend der Begebenheiten vor Ort, angepasst werden kann. In dieser Konstellation entspricht das somit entstandene „E“-Netzwerk einem Informationsnetzwerk und das „F“-Netzwerk einem globalen Organisationsnetzwerk. Die Einrichtung einer lokalen Querschnittsfunktion (F&E-Services) erlaubt es letztendlich, sich einer einheitlich definierten Schnittstelle zu bedienen, um die jeweiligen F&E-Standorte untereinander zu verbinden und zu koordinieren. (Abbildung 5)

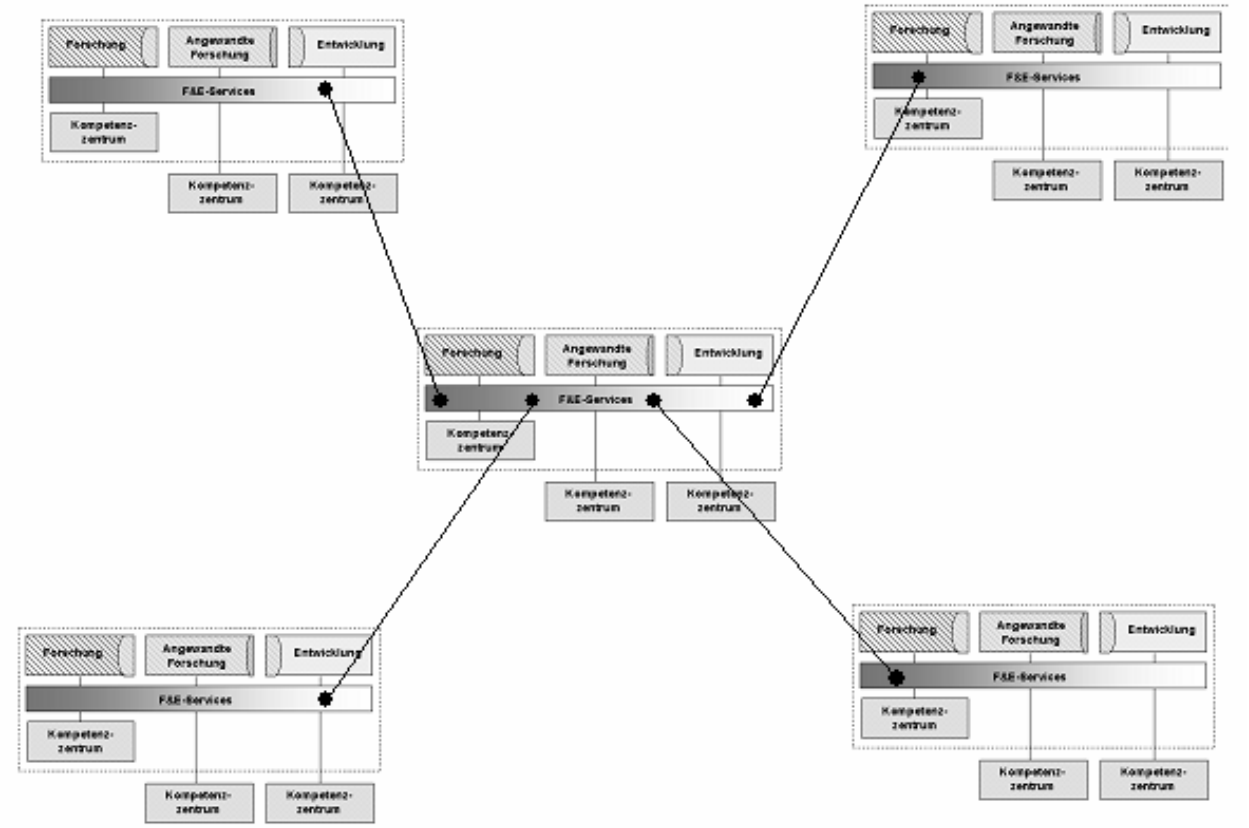


Abbildung 5: Beispiel eines sternförmigen F&E-Netzwerk

Zusammenfassung

Zusammengefasst heißt das für die Modellierung eines F&E-Netzwerks, dass sämtliche Objekte zunächst individuell betrachtet und in Module zerlegt werden sollten. Dabei sind bestehende

„Cluster“ nochmals kritisch zu hinterfragen und gegebenenfalls neu anzupassen. Es gilt definierte Raster so flexibel zu gestalten, dass hierbei auch spezifische Anforderungen, Gegebenheiten und Rahmenbedingungen die erforderliche Berücksichtigung finden. Der modulare Ansatz begünstigt dabei z.B. auch die Abwägung bzgl. des lokalen Marktes, der anzutreffenden Kultur (Kultur im doppelten Sinn), der gesetzlichen Rahmenbedingungen etc. innerhalb des F&E-Netzwerks. Die Beschränkung auf die tatsächlich notwendige Anzahl von Schnittstellen sollte dabei stets im Mittelpunkt stehen um zu verhindern, dass aufgrund eines überbestimmten Systems der Koordinationsaufwand des Netzwerks ins Unermessliche steigt. Die entsprechenden Module sollten mittels einer lokalen Aufbau- und Ablauforganisation so miteinander verknüpft werden, dass sie schließlich in die gesamte F&E-Netzwerkorganisation integriert werden können. Das hier beschriebene Konzept lebt letztendlich auch vom Wissensaustausch und einer intelligenten Vernetzung der Module. Dem Wissensmanagement fällt dabei die Aufgabe einer integrativen Schlüsselrolle zu, damit alle Beteiligten im (F&E-) Netzwerk am Gesamtsystem partizipieren können.

[OECD] Begriffsdefinition laut OECD Frascatti Manual

[Laq] Laqua, I., CIM GmbH Aachen

[Bro92] Brockhoff, K.: Forschung und Entwicklung / Planung und Kontrolle, Oldenburg Verlag, München, 1992.

[Mül02] Müller, E.: Cooperative Planning in Competence-Cell-Based Networks, Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Technische Universität Chemnitz, 2002.

[PRW96] Picot, A.; Reichwald, R.; Wigand, R. T.: Die grenzenlose Unternehmung, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1996.

[Sti00] Stief, J.: Intelligentes Management internationaler Forschungs- und Entwicklungskooperationen, Shaker Verlag, Aachen, 2000, S. 181.

[Wir03] Wirth, S.: Neuplanung von Fabrikplanung und Fabrikbetrieb für die Gestaltung wandlungsfähiger, vernetzter Fabriken. In: Forschungs- und Technologie-management. 2003.

Antizipieren von zukünftigen Entwicklungen in vorwettbewerblichen Netzwerken zur Absicherung der Forschungsthemen von morgen

Dr.-Ing. Volker Grienitz, Leiter Competence Center Strategische Planung, UNITY AG

1 Einleitung

Der fortschreitende Wandel von der nationalen Industriegesellschaft zur globalen Wissens- und Informationsgesellschaft stellt die Unternehmen und Hochschulen vor neue Herausforderungen.

Strategische Planung muss auf der systematischen Auseinandersetzung mit der Zukunft beruhen. Dafür gibt es gute Gründe:

1. Die Zukunft ist anders als die Vergangenheit – daher brauchen wir eine konsequente Auseinandersetzung mit zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten.
2. Zukünftige Entwicklungen kündigen sich zunächst durch sog. schwache Signale an, die wahrnehmbar sind, aber in der Praxis gern ignoriert werden.
3. Zukünftige Entwicklungen sind häufig keine kontinuierlichen Fortschreibungen aktueller Trends, sondern können erheblich von Diskontinuitäten beeinflusst werden.
4. Eine Vorausschau zukünftiger Entwicklungen ist notwendig, weil der Handlungsspielraum mit fortschreitender Zeit immer stärker eingeengt wird und der Aufwand für wirkungsvolle Maßnahmen steigt.
5. Die Auseinandersetzung mit der Zukunft ist nachvollziehbare Denkarbeit.

2 Szenariotechnik

Die Szenariotechnik ermöglicht diese Auseinandersetzung: Sie unterscheidet sich deutlich von der traditionellen Planung, aber auch von dem Propagieren von Trends.

»Es handelt sich weniger um das Voraussagen als um das Vorausdenken der Zukunft.« [Kurt Sontheimer, 1970]

Ein Szenario ist eine allgemeinverständliche und nachvollziehbare Beschreibung einer möglichen Situation in der Zukunft, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruht [GFi99, S. 76].

Der Blick in die Zukunft führt zu mehreren Szenarien, weil basierend auf dem Grundprinzip der multiplen Zukunft mehrere Entwicklungsmöglichkeiten je Einflussfaktor ins Kalkül gezogen werden.

Die Szenarien bilden die Basis für die Bewertung von zukünftigen Handlungsoptionen. Sie weiten den Blick für mögliche zukünftige Entwicklungen. Sie geben Hinweise auf die Erfolgspotentiale von morgen, aber auch für mögliche Bedrohungen des etablierten Handelns von heute zu erhalten.

Jedes Szenario-Projekt verläuft in der Regel nach einem Fünf-Phasen-Modell: Vorbereitung, Analyse, Prognostik, Szenario-Bildung, Szenario-Transfer und Szenario-Monitoring.

- Szenario-Vorbereitung In der ersten Phase wird das Szenariofeld definiert. Der Betrachtungsbereich kann sowohl externe, nicht-lenkbare Umfeldgrößen als auch interne Lenkungsgrößen des Gestaltungsfeldes beinhalten.
- Charakterisierung der Ausgangssituation – Szenariofeld-Analyse Das klar umrissene Szenariofeld wird in der folgenden Phase in unterschiedliche Einflussbereiche untergliedert. Jeder dieser Bereiche wird durch verschiedene Einflussfaktoren beschrieben Es entsteht ein Katalog an Einflussfaktoren, der sämtliche Einflüsse abdeckt.

Weil nicht alle Einflussfaktoren des Kataloges gleichermaßen relevant sind, müssen im nächsten Schritt die wesentlichen Einflussfaktoren extrahiert werden. Die Faktoren werden dazu nach ihrem Verhalten (eher systembestimmend oder getrieben) und der Bedeutung für die Aufgabenstellung bewertet. Diese Reduktion der Komplexität erfolgt durch den Einsatz der Szenario-Software. Das Ergebnis der Vernetzungsanalyse ist die Reduktion auf sog. Schlüsselfaktoren, die das System signifikant beschreiben.

- Antizipation möglicher Entwicklungen in der Zukunft – Szenario-Prognostik Es folgt eine sehr kreative Phase der Szenariotechnik. An dieser Stelle wird der Blick in die Zukunft gerichtet. Je nach Zeithorizont werden für die Schlüsselfaktoren jeweils mehrere denkbare – zwei bis vier – zukünftige Entwicklungen, sog. Zukunftsprojektionen, vorausgedacht. Dabei kommt es nicht auf einen Konsens über mögliche Entwicklungen an. Vielmehr sollen denkbare Entwicklungen beschrieben werden. Projektionen können überzeichnete oder fortgeschriebene Trends sein. Qualitativ hochwertiger sind jedoch alternative Projektionen, die sich aus mehreren Dimensionen zusammensetzen. Durch die Qualität der Projektionen und deren Beschreibung wird die Qualität der später entwickelten Szenarien stark bestimmt.
- Erstellung konsistenter Bilder der Zukunft – Szenario-Bildung Nachdem für die Schlüsselfaktoren mehrere alternative Projektionen vorliegen, werden Zukunftsszenarien gebildet. Alle Projektionen werden auf gegenseitiges gemeinsames Auftreten in der Zukunft bewertet. Anschließend werden alle widersprüchlichen Kombinationen aussortiert. Auch an dieser Stelle kommt die Szenario-Software zum Einsatz. Da die resultierende Anzahl von Kombinationen noch sehr umfangreich ist, werden diese zu in sich homogenen aber untereinander heterogenen „Haufen“ geclustert. Diese Kombinationen stellen die Rohszenarien dar, die anschließend aussagekräftig beschrieben und interpretiert werden müssen. Die Beschreibung erfolgt durch die Kombination der Projektionsbeschreibungen. Die Visualisierung erfolgt durch Landkarten der Zukunft, welche die Ähnlichkeit von Szenarien klar darstellen.
- Von Szenarien zu neuen Geschäftschancen – Szenario-Transfer Einprägsame Szenarioüberschriften sind wichtige Grundlage für die Interpretation der Szenarien. Die Übertragung der Szenarien in den unternehmenseigenen Strategieprozess wird als Szenario-Transfer bezeichnet. In dieser Phase gilt es nun auf Basis der Szenarien, zukünftige Chancen und Risiken für das Unternehmen zu erkennen und Handlungsoptionen für das eigene Unternehmen abzuleiten.

- Beobachtung strategierelevanter Signale – Szenario-Monitoring Der Prozess der Strategieentwicklung ist kein einmalig abgeschlossener Vorgang. Die Szenarien müssen regelmäßig den veränderten Rahmenbedingungen der Umfelder angepasst werden. Dazu müssen die Strategie, die Szenarien, die wichtigsten Einflussfaktoren und deren Indikatoren, die Dynamik der (technologischen) Umfelder in einem strategischen Früh-aufklärungssystem regelmäßig überwacht werden.

3 Organisation und Durchführung

Der Einsatz der Szenariotechnik kann auf vielfältige Art und Weise erfolgen – angefangen von einem zwei- oder dreitägigen Workshop bis hin zu umfangreichen Projekten. Im Detail wird der Szenario-Workshop erläutert.

- Teilnehmer Die Anzahl der Teilnehmer sollte 15 nicht überschreiten. Die Wahl der Zusammensetzung wird durch das zu bearbeitende Thema bestimmt. In der Regel ist es sinnvoll eine heterogene Gruppe zusammenzustellen. Zum einen sollten Personen dabei sein, die unmittelbar mit der späteren Entscheidungsfindung zu tun haben. Darüber hinaus sollten aber auch externe Experten als Ideengeber und kreative Querdenker eingeladen werden. Der Teilnehmerkreis sollte bewusst so gewählt werden, dass aus unterschiedlichen Industriezweigen nur ein Vertreter anwesend ist. Zum anderen kann aber gerade enormes Potenzial durch vorwettbewerbliche Kooperation genutzt werden. In der Regel verstoßen gemeinsame Zukunftsworkshops nicht gegen kartellrechtliche Vorgaben. Des Weiteren fällt es den Experten leicht über die Zukunft zu reden, da diese noch sehr weit weg ist.
- Vorbereitung Der zweitägige Workshop erfordert eine intensive Vorbereitung. Zum einen müssen inhaltlich die Vorarbeiten so gestaltet sein, dass alle Mitglieder des Workshops schnell auf den gleichen Wissenstand gelangen. Zum anderen sollte durch die Vorarbeiten das Thema bereits so gut recherchiert worden sein, so dass die szenario-technikrelevanten Aufgaben (z.B. Auswahl von Schlüsselfaktoren, Identifikation der Zukunftsentwicklungen, Szenariointerpretation) schnell erfüllt werden können.
- Tag 1 Der erste Tag ist der Identifikation der wesentlichen Szenarioelemente und der Beschreibung zukünftiger Entwicklungen gewidmet. Die Erarbeitung der Inhalte erfolgt durch Kleingruppen, die ihre Ergebnisse im Plenum regelmäßig vortragen. Am Abend des ersten Tages werden die Szenarien berechnet.
- Tag 2 Der zweite Tag wird für die Interpretation der Szenarien verwandt. Hierzu werden zunächst die Szenarien mit prägnanten Titel versehen und durch ein Management Summary mit Chancen und Risiken beschrieben. Den Abschluss bildet ein Maßnahmen-katalog mit klaren Verantwortlichkeiten und Zeitangaben, wer was wann an wen berichtet.
- Nachbereitung In der Nachbereitung wird den Teilnehmern die erarbeiten Inhalte sauber dokumentiert. In manchen Fällen ist es ratsam die Ergebnisse in einem kurzen Management Summary zusammen zu fassen, um nicht beteiligten Personen einen Überblick geben zu können.

4 Beispiel

Die Universität Hannover – Institut für Fabrikanlagen (IFA) hat zu einem dreitägigen Workshop „Zukunft Feinblech-Fabrikstrukturen im Wandel“ eingeladen. Teilgenommen haben Experten des Institutes, Experten aus der Industrie, Automobil- und Anlagenhersteller sowie aus der Wissenschaft.

Folgenden Fragen wurden bearbeitet und beantwortet:

- Was sind zukünftige Technologien im Logistikbereich?
- Welche Auswirkungen wird eine Dezentralisierung der Intelligenz auf Logistiksysteme haben?
- Welche Rollen spielen zukünftig mobile Hard- und Softwarekomponenten in der Logistik?
- Identifikation von Einflussfaktoren für die Zukunftsentwicklung des Warentransports sowie Analyse von technologischen Trends auf diesem Gebiet
- Antizipieren von möglichen Umfeldentwicklungen mit einem Zeithorizont von 15 Jahren
- Ableiten von Konsequenzen, Handlungsoptionen und Beobachtungsbereiche aus den Szenarien

Für diesen Workshop wurden bspw. folgende Einflussbereiche identifiziert: Automobilentwicklung, Herstellungsprozess, neue Technologische Entwicklungen, Gesellschaft, Politik und natürlich die Kunden.

Aus der Vernetzung der Einflussfaktoren wurden sog. Systemhebel (z. B. Produktlebenszyklen), Systemindikatoren (z.B. Lieferantenansiedlung) bzw. Vernetzte Faktoren (z.B. Produktionstechnologie) identifiziert. Für die signifikanten Einflussfaktoren (Schlüsselfaktoren) wurden Zukunftsentwicklungen vorausgedacht. Für den Faktor „Stellenwert des Automobils“ wurden folgende vier Projektionen erarbeitet: Imagegetriebene Autobesitzer, Emotionsgetriebene Vielfahrer, Rationale Heimarbeiter und Kostenorientierte Vielfahrer.

Nach der Kombination aller Projektionen wurden fünf Szenarien herauskristallisiert: „Feinblechindustrie in der Krise“, „Aufschwung Feinblech“, „Schwarze Jahre für die Feinblechindustrie“, „Feinblech boomt“ und „Feinblechindustrie in schweren Zeiten“. Abschließend wurden die Szenarien interpretiert.

Der durchgeführte Workshop war ein Bestandteil der Forschungsarbeiten für den Sonderforschungsbereich 362 „Fertigen in Feinblech“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in Bonn.

5 Fazit

Die Szenariotechnik ist ein strategisches Werkzeug, mit dem Entwicklungen einer komplexen und vernetzten Umwelt vorausgedacht, Chancen und Risiken frühzeitig erkannt und Handlungsoptionen abgeleitet werden können.

Literatur

[GFi99] GAUSEMEIER, J.; FINK, A.: Führung im Wandel – Ein ganzheitliches Model zur zukunftsorientierten Unternehmensgestaltung. München: Carl Hanser, 1999.

[WFKG02] Wiendahl, H-P.; Fiebig, C.; Köhrmann, C.; Grienitz, V.: Die Zukunft prognostizieren mit Szenarien - Methodik und Anwendung am Beispiel der Feinblechverarbeitung. In: New Management – Zeitschrift für Unternehmens-wissenschaften und Führungspraxis, 71. Jahrgang, Nr. 5, 2002, S. 42-48.

Interdisziplinäre Modellierung der Produktions- und Logistik-netzwerke

Dmitry Ivanov, Professur für Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre, TU Chemnitz

1 Grundlagen der interdisziplinären Modellierung von Produktions- und Logistiknetzwerken

Der Trend moderner Produktion besteht in der Bildung vernetzter Kooperationsstrukturen von Produktions- und Logistikunternehmen unter Nutzung moderner Internet-Technologien. Dies führt zur Entstehung neuer kundenorientierter internetbasierter Formen der Unternehmens-kooperation, die der Dynamik moderner Märkten entsprechen. Um eine der Komplexität und der Unsicherheit adäquate Modellierungsmethode zu entwickeln, ist eine Kombination und das Zusammenspiel der o.a. Modellierungskonzepte notwendig. Die zwei wichtigsten Fragen bei der Erarbeitung einer Methodologie interdisziplinärer Modellierung der Produktions- und Logistiknetzwerke sind (i) die Bestimmung der relevanten Elemente und Problemklassen entsprechender Theorien und (ii) die Gewährleistung eines korrekten Zusammenspiels verschiedener Methoden. Die zweite Anforderung kann mittels der Theorie von Kategorien und Funktoren [Sok04, Iva06a, Iva06b] erfüllt werden. Die relevanten Elemente und die Problem-klassen entsprechender Theorien sind in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Rahmenkonzept	Vorteile	Nachteile
Systemtheorie Steuerungstheorie	Theoretische Grundlagen komplexer dynamischer Systeme	Erarbeitet für technische Systeme
Analytische Verfahren (OR)	Optimale Lösungen; Methodologische Basis	Statisch, wenig flexibel, nicht für komplexe Systeme
Verteilte Künstliche Intelligenz (MAS, Evolutionsalgo-rithmen)	Geignet für komplexe dezentralisierte Systeme mit aktiven Elementen;	Schwache theoretische Basis; keine optimale Lösungen

Tabelle 1: Vor- und Nachteile konventioneller Modellierungsrahmenkonzepte

Die Entwicklung mathematischer Methoden und Modelle für Unternehmensnetzwerke tendiert in Richtung der Erarbeitung *fundamentaler interdisziplinärer Ansätze* zur netzwerkweiten Modellierung und Optimierung, die die Elemente der klassischen Systemtheorie und des Operation Research mit den Elementen der Multi-Agenten Systeme, der Fuzzy-Logic, der evolutionären Algorithmen vereinen [Iva06a, Bac04]. Die Methodologie zur *interdisziplinären integrativen Modellierung der Produktionsnetzwerke* wird in den folgenden Abschnitten dargestellt.

2 Anforderungen an Modelle von Produktions- und Logistiknetzwerken

Die Unterschiede der Modelle von Produktions- und Logistiknetzwerken zu den klassischen Problemen der Scheduling Theorie und zu den Problemen der Vendor Selection bestehen vor allem in einem höheren Unsicherheitsniveau, in der Kombination von zentraler und dezentraler Steuerung, in einer großen Menge an unkontrollierbaren Faktoren, in schwerformalisierbaren Soft-Faktoren (Ziele und Rahmenbedingungen), in einer höheren Strukturdynamik und in der Aktivität von Netzwerkelementen. Ausgehend von den in [Iva06a, Iva06b, Iva06c] durchgeführten Analysen lassen sich folgende Anforderungen an die Modelle von Produktions- und Logistiknetzwerken ableiten:

1. Gegenstand der Modellierung sind nicht nur die Objekte, sondern auch die Dynamik der Objektinteraktionen, der Umgebung und der Modelle.
2. Als Planungsergebnisse sollen sowohl die struktur-funktionale Netzwerkgestalt als auch die Netzwerkbetreibensmechanismen generiert werden.
3. Es soll eine Wechselbeziehung von Planungs-, Monitoring- und Regulierungsmodellen auf einheitlicher methodologischer Basis gewährleistet werden. Das heißt, Prozesse und Modelle sollen an die aktuelle Betreibensumgebung dynamisch angepasst werden.
4. Es besteht eine bestimmte Zeitdifferenz zwischen der Entscheidung über die Netzwerkrekonfigurierung und der Realisierung dieser Entscheidung. In der Praxis führt es zu gleichzeitig durchgeführten Aktivitäten für die struktur-funktionalen Netzwerkumgestaltung und für den Übergang zu einem „neuen“ Netzwerk. Demzufolge soll die dynamische Anpassung sowohl die simultane Synthese einer neuen Netzwerkgestalt als auch und die Übergangsmechanismen beinhalten.
5. Berücksichtigung spezieller Aspekte der Komplexität und der Unsicherheit.

Um eine korrekte Berücksichtigung dieser Anforderungen zu gewährleisten, ist eine *interdisziplinäre Modellierungsmethodologie* notwendig. Die isolierten Betrachtungen von verschieden Modellierungsrahmenkonzepten sowie von verschiedenen Phasen des Unternehmensnetzwerkmanagements sollen zu einer ganzheitlichen Betrachtungsweise zusammengeführt werden. Die konventionellen Rahmenkonzepte sollen nicht gegenübergestellt werden, sondern als ein kombiniertes Rahmenkonzept betrachtet. Es entsteht dadurch ein erweitertes Modellierungsrahmenkonzept, das die Vorteile konventioneller Rahmenkonzepte miteinander verknüpft. Dadurch entstehen die Voraussetzungen zur Bildung einer ganzheitlichen Betrachtungsweise, aufgrund derer verschiedene Problemklassen des Unternehmensnetzwerkmanagements auf einer einheitlichen methodologischen Basis gelöst werden können.

3 Die Basisprinzipien von DIMA (Decentralized Integrated Modeling Approach)

Dieser Abschnitt stellt die Basisprinzipien von DIMA (Decentralized Integrated Modeling Approach) dar. Im DIMA-Konzept wird die *Integration* aus drei Sichten betrachtet: Integration von Planungs- und Steuerungsmodellen, Integration von Entscheidungsunterstützungsebenen und Implementierung des Konzepts der durchgängigen Modellierung „Konzeptionelles Modell → Mathematisches Modell → Software“ unter Benutzung integrierter mathematischer Modelle (s. Abbildung 1).

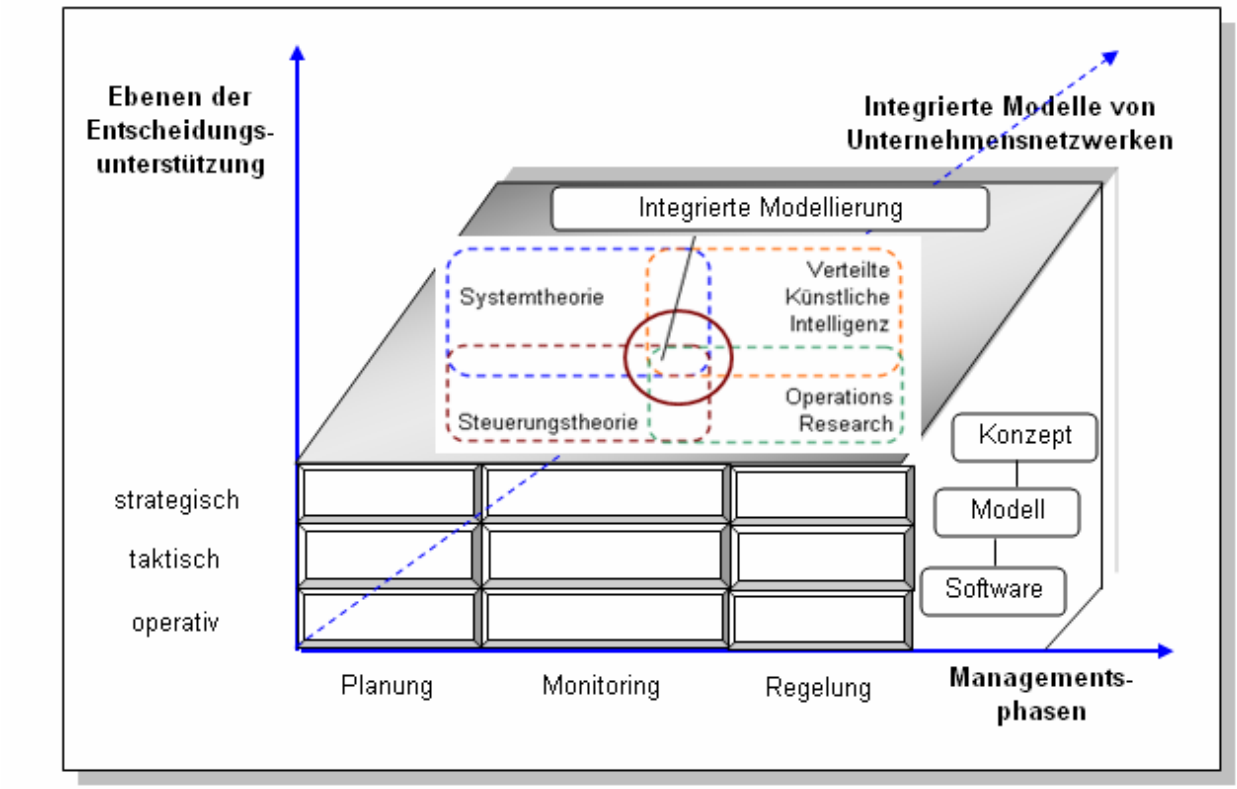


Abbildung 1: Integrierte Modellierung von Unternehmensnetzwerken

Die grundlegenden Bausteine der DIMA-Methodologie sind das General Systems Framework, das Integrated Modelling Framework und das Simulation Framework. *Das General Systems Framework* definiert konzeptionelle Modelle, Meta-Methodologien sowie Kernkategorien, -definitionen, -spezifikationen und ein Kennzahlensystem. Es gilt als Basis für eine durchgängige Linie ausgehend von konzeptionellen Modellen über die mathematischen Modelle bis hin zu Lösungsalgorithmen und Simulationssoftware. Als Inhaltsbeispiele des *General Systems Frameworks* lassen sich (i) eine Meta-Methodologie von Kombination der Steuerungstheorie- und Agentenrahmenkonzepte, (ii) konzeptionelle Modelle der Planung und Steuerung, des Risikomanagements und der Entscheidungsunterstützung in Unternehmensnetzwerken, (iii) systemtheoriebasierte Kategorien zur Unternehmensnetzwerkanalyse wie z. B. Stabilität, Zuverlässigkeit, Empfindlichkeit usw., nennen.

Das *Integrated Modelling Framework* definiert die Regeln der integrativen interdisziplinären Bildung von mathematischen Modellen. In diesem Framework werden die konstruktiven Methoden zur (i) Kombination verschiedener Modellklasse und (ii) zur Verbindung der Teilprobleme Unternehmensnetzwerksynthese und -analyse zusammengefasst. Die grundlegenden Bausteine dieses Frameworks sind ein *Multi-Agenten-Modellierungs-rahmenkonzept* als konzeptioneller Modellträger, *Multimodell-Komplexe* und ein *System adaptiver Planung und Steuerung*. Eine koordinierte Anwendung verschiedener Modelle mittels Multimodell-Komplexen lässt die Modellierungsqualität wegen der Kompensation der Nachteile von einem Modell durch die Vorteile anderer Modellen erhöhen. Die Multimodell-Komplexe lassen ein Konzept *„virtueller" Modellierung* entstehen, das auf einer gezielten Auswahl verschiedener Modellklassen zur Problemsstellung, Problemlösung und Ergebnisdarstellung entsprechend den Modellierungszielen, der Datenstruktur usw. beruht. Die Planung im adaptiven Kontext wird nicht als ein diskreter sondern als ein kontinuierlicher Prozess behandelt. Für die Planadaptierung werden gleichzeitig die Informationen über die vergangenen, laufenden und prognostizierten Systemzustände einbezogen. Dies ermöglicht, die Phasen des Netzwerkbildens und -betreibens komplex zu betrachten, sowie die entsprechenden Modelle an die laufenden Betreibungsbedingungen mittels, z.B. Änderungen

der Partnerauswahlprinzipien, der Algorithmusstruktur, der Parameter und Kriterien des Planungsmodells usw. anzupassen.

Das *Simulation Framework* integriert die Bildung mathematischer Modelle, Algorithmen und derer Implementierung als Entscheidungsunterstützungssoftware. Basiert auf dem Integrated Modelling Framework werden interdisziplinäre Modelle, Algorithmen und Simulationswerkzeuge erarbeitet. Durch bestimmte Methoden (siehe den nächsten Abschnitt) wird es möglich, ein Konzept einer „virtuellen" Modellierung zu entwickeln, das auf einer gezielten Auswahl verschiedener Modellklassen zur Problemsstellung, Problemlösung und Ergebnisdarstellung entsprechend den Modellierungszielen, der Datenstruktur usw. beruht. Als Beispiele solcher Modelle und Algorithmen wurden die Probleme der Planung, der operativen Steuerung und der dynamischen Anpassung von Unternehmensnetzwerken betrachtet.

4 Zusammenfassung

Die dargestellte DIMA-Methodologie stellt ein interdisziplinäres Modellierungsrahmenkonzept dar, das den Besonderheiten der Netzwerkmodellierung Rechnung trägt. Dieser Ansatz bildet eine einheitliche methodologische Basis der Unternehmensnetzwerkmodellierung, von konzeptionellen Modellen über die mathematischen Modelle bis hin zu Lösungsalgorithmen und Simulationssoftware. Von besonderer Bedeutung ist das *Integrated Modelling Framework*, das auch das interessanteste Wissenschaftsnovum beinhaltet. Aufgrund einer Kombination der Rahmenkonzepte der Systemtheorie, der Steuerungstheorie, des Operations Research mit den modernen Evolutionssystemstheorien erlaubt die DIMA-Methodologie eine Berücksichtigung der Aktivität von Systemelementen, eine systematische Unsicherheitseinbettung in die Planungs- und Steuerungsmodelle, eine kombinierte Netzwerkbeschreibung und die Verbindung der Modelle aller Planungs- und Steuerungsprozesse.

Literatur

[Bac04] Bacquet, J.; Fatelnig, P.; Villasante, J.; Zwegers, A.: An outlook of future research needs on networked organizations. in: Virtual Enterprises and Collaborative Networks, edited by L. Camarihna-Matos, Kluwer Academic Publishers, 2004, pp. 17-24.

[Iva06a] Ivanov, D.: DIMA - Decentralized Integrated Modeling Approach – Towards The Enterprise Network Theory, Proceedings of the German-Russian Logistics Workshop, 20.-21 April, Saint Petersburg, Russia, 2006, S. 23-46.

[Iva06b] Ivanov, D.; Arkhipov A.; Sokolov, B.: Intelligent planning and control of manufacturing supply chains in virtual enterprises, in: International Journal of Manufacturing Technology and Management, accepted for publishing in 2006.

[Iva06c] Ivanov, D.: DIMA - Decentralized Integrated Modeling Approach – Towards The Enterprise Network Theory, Proceedings of the German-Russian Logistics Workshop, 20.-21 April, Saint Petersburg, Russia, 2006, S. 23-46.

[Sok04] Sokolov, B.V.; Yusupov, R.M.: Conceptual Foundations of Quality Estimation and Analysis for Models and Multiple-Model Systems. International Journal of Computer and System Sciences, No.6 (2004), pp.5-16, 2004.

Flexible Unternehmenssoftware in kollaborativen Strukturen - Collaborative Supply Chain Management

Hans Freitag, Geschäftsführender Gesellschafter, SIGMA Chemnitz GmbH

1 SIGMA

Mit der Beherrschung von Spitzentechnologien, der Mitarbeiterkompetenz und der Unterstützung von Kooperations- und Geschäftspartnern steht SIGMA im Zentrum der wichtigsten IT-technischen Innovationen. Als Entwicklungspartner in diesem Bereich verbindet SIGMA Consulting und Engineering sowohl in der Strategieentwicklung und Managementberatung als auch in der Informationstechnologie. Wir führen Projekte zum Erfolg, indem wir das gesamte Spektrum an IT-Services abdecken und dabei die Beratung mit der Implementierung von Standard-Softwarelösungen über hochqualifizierte Eigenentwicklungen und Individuallösungen verbinden.

2 Einleitung

Immer mehr Unternehmen entwickeln ein Bewusstsein dafür, dass zukünftige Potentiale zur Erringung von Wettbewerbsvorteilen nicht allein in der Verbesserung interner Prozesse, sondern im Zusammenwirken aller an der Erstellung eines Produktes beteiligten Unternehmen liegen. Durch die gezielte Optimierung von Beschaffungs-, Distributions- und Absatzprozessen, also effizientem Supply Chain Management (SCM), können Partner bzw. Lieferanten viel stärker als bisher in Unternehmensprozesse eingebunden werden. Die hierbei entlang der Wertschöpfungskette entstehenden neuen Business-, Marketing- und Vertriebsnetzwerke kennzeichnen den Collaborative Commerce, der heute Entscheidungen über neue betriebliche Anwendungssysteme erfordert. Da diese Netzwerke immer komplexer und ihre Steuerung immer schwieriger wird, wird der Ruf nach flexiblen Softwarelösungen, die komplexe Aufgabenstellungen bewältigen können, immer lauter. Traditionelle Unternehmenssoftware, die „nur“ auf die Optimierung interner Abläufe ausgelegt ist, hat ausgedient. An ihre Stelle treten Programme, die so genannte kollaborative Prozesse unterstützen.

3 Definition Supply Chain Management

In der Literatur findet sich eine Vielzahl von unterschiedlichen Definitionen von Supply Chain Management. Hauptziel der Supply Chain (SC) ist es, Kundenbedürfnisse zu erfüllen und gleichzeitlich Gewinn zu erzielen. Eine Supply Chain ist dynamisch und beinhaltet alle direkt oder indirekt an der Erfüllung eines Kundenwunsches Beteiligten (Hersteller, Lieferanten, Lager, Einzelhändler und den Kunden selbst).

Das Supply Chain Management hat die Aufgabe, sämtliche Prozesse innerhalb der SC zu planen, zu steuern bzw. zu kontrollieren und Lieferanten effizient zu integrieren, so dass Produkte oder Dienstleistungen am richtigen Ort, zur richtigen Zeit und in der richtigen Menge unter Minimierung der Gesamtkosten und Maximierung der Servicequalität eingekauft, hergestellt und ausgeliefert werden können.

Das wichtigste Ziel des SCM ist die Steigerung der Effizienz der Wertschöpfungskette und dadurch die Erlangung von Wettbewerbsvorteilen. Wegen der Endkundenorientierung des SCM hat die Erfüllung der Bedürfnisse des Endkunden primäre Bedeutung.

4 Netzwerkstruktur, Komplexität und Dynamik der Supply Chain

Seit einigen Jahren findet eine tiefgreifende Umstrukturierung aller Wirtschaftsprozesse statt. Die fortschreitende Globalisierung führt zu einer neuen Arbeitsteilung zwischen Herstellern, Zulieferern, Dienstleistern und Handelspartnern. Derartige Netzwerke aus heterogenen Partnerfirmen haben den großen Vorteil, schnell und flexibel auf den sich ständig ändernden globalen Märkten kundenorientiert handeln zu können. Dabei sind die Mitglieder der Supply Chain meist individuelle Unternehmen, die zwar untereinander vernetzt sind, aber selbständig Entscheidungen treffen, die, auch wenn es sich dabei um innerbetriebliche handelt, auch Auswirkungen auf die anderen Netzwerkpartner haben. Da die beteiligten Unternehmen zudem meist Mitglieder mehrerer Supply Chains sind, besitzt das Gesamtsystem eine hohe Komplexität und Dynamik.

5 Optimale Arbeitsabläufe bei unternehmensübergreifender Zusammenarbeit

Im Prinzip kann sich kein Unternehmensbereich mehr einer Kooperation mit Partnerfirmen entziehen. Dabei erweist sich das Internet als wirksames Hilfsmittel bei der Gestaltung von kollaborativen Strukturen. Hersteller, Lieferanten, Händler und Wiederverkäufer können enger und besser zusammenarbeiten als je zuvor. Moderne, technologiegestützte Netzwerke ermöglichen eine direkte Steuerung des Kaufprozesses durch den Kunden, eine bessere Koordination der Partner in der Zulieferkette und eine Senkung der operativen Kosten für jeden Betrieb innerhalb der SC.

Dabei ist in den Unternehmen ein Umdenkprozess notwendig und die vorherrschende Mengenorientierung - dokumentiert durch bislang genutzte Kennzahlen wie Füllrate, Anlagennutzung etc. - wird durch Wertorientierung (Gesamtzykluszeit, Gesamtanlagenrendite) abgelöst. Dass dabei komplett neue Anforderungen an die Unternehmenssoftware gestellt werden, ergibt sich beinahe von selbst. Denn wenn die Konkurrenz einzelner Unternehmen untereinander künftig vom Wettbewerb unter Firmengruppen abgelöst wird, bedarf es zwangsläufig im Rahmen der Partnerschaft einer weitreichenden prozesstechnischen Integration. Klassische ERP-Software (Enterprise Resource Planning), mit ihrem eingeschränkten Blickwinkel auf das Optimieren der inneren Unternehmensabläufe und Kostenkontrolle, ist zumindest in der traditionellen Ausrichtung mit dieser Aufgabe eindeutig überfordert.

6 Lösung

Die Entwicklung und Implementierung einer vernetzten, flexiblen Beschaffungskette, die alle Partner integriert, ist ein unerlässlicher erster Schritt für Unternehmen, die ihre Lagerbestände und die damit verbundenen Kosten reduzieren und die Lieferung von Produkten und Dienstleistungen beschleunigen möchten. Die daraus resultierende gemeinsame Verwaltung statischer oder dynamischer Informationen, wie etwa Bestandslisten, Zeitpläne und Prognosen erfordert die Integration von Back-End-Systemen wie z.B. dem ERP-System. Durch die Abwicklung von Arbeitsvorgängen über ein Netzwerk (Internet, Virtual Private Network (VPN)) können sich Unternehmen und ihre Partner als eine einzige virtuelle Organisation betrachten. Der Versand von Produkten erfolgt zeitlich optimiert auf Abruf und Zahlungszyklen werden gestrafft. Mit der Schaffung von Online-Marktplätzen und Portalen können Unternehmen neue Geschäftsprozesse entfalten und die Beförderung ihrer Produkte vom Lieferanten zum Kunden beschleunigen.

Mit der Implementierung des SCM-Systems können Unternehmen beispielsweise Kosten für Bestandsführung, Transport und Lagerung reduzieren, Organisationsabläufe straffen, Produkteinführungszeiten verkürzen, Produktqualität sichern und Serviceleistungen in Just-in-Time- und Auftrags-Fertigung verbessern. Neuere Studien zeigen die Notwendigkeit einer

weitergehenden, auf Ganzheitlichkeit ausgerichteten Optimierung der Supply Chain und weisen nachdrücklich auf den erheblichen Nachholbedarf gerade in den mittelständischen Unternehmen hin. Die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit Lieferanten, das Networking mit anderen Herstellern und die enge Kooperation mit den Kunden sind für hochtechnologisch geprägte, auf Fertigung ausgerichtete Unternehmen von größter Bedeutung.

Die SSA Global-Lösungsstrategie verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz, um variantenreiche Produkte, Prozesse und Strukturen flexibel abbilden zu können. Der ERP-Kern mit der effizienten Planung und Steuerung der Unternehmensabläufe wurde neben CRM um weitere strategische Lösungen ergänzt, die Kunden und Lieferanten einbeziehen (SCM - Supply Chain Management, PLM - Product Lifecycle Management). Die Architektur von SSA®ERP LN basiert auf einer webbasierten Benutzeroberfläche, erleichtert den Übergang zur serviceorientierten Architektur und ermöglicht eine auf Standards basierende, übergreifende Integration von Applikationen.

SSA®ERP LN verfügt über ausgeprägte Fertigungsfunktionalitäten und umfassende Möglichkeiten für die Anbindung von Außendienstmitarbeitern. Darüber hinaus beinhaltet sie spezielle Lösungstemplates für die Zielmärkte Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Elektronik und Elektrotechnik sowie Maschinen- und Anlagenbau.

From IMK to IMK2 – Reengineering of a Metamodel

Lavinio Cerquetti, Doan Isakov, Tobias John, Wolfgang Benn, Department of Computer Science, Database Group, Chemnitz University of Technology

Abstract

The aggregation of small and medium-sized enterprises into production networks is based on information about resources, competences, specific know-how, prices and deadlines that has to be collected, saved, kept up-to-date, searched and finally transferred between cooperation partners. In order to structure and handle this information, an IT model is necessary. This paper will provide an overview of the metamodels of the IMK and IMK2 distributed software systems developed in the frame of the Collaborate Research Center 457. A brief description of the former metamodel will be given and the problems that arose during its design and implementation will be pointed out. Furthermore, its reengineering and the transition to the new IMK2 metamodel will be discussed along with the inherent architectural advantages offered by the up-to-date technologies around which IMK2 is based. Finally, the main design ideas of the IMK2 metamodel will be presented, with a particular focus on its extensibility towards new content types and its unitary access paradigm.

1 Introduction

The IMK and IMK2 distributed software systems have been developed in the frame of the CRC457 research project, whose goal has been to investigate the possibility for clusters of small autonomous competence units – the small and medium-sized enterprises which, holding a 50% share of the gross added value and almost two thirds of the employees in the Germany, make up the spine of its economy - to effectively share their resources and competences by dynamically reorganizing themselves into customer oriented and service-based non-hierarchical networks finalized to the production of complex goods [IfM04, BfW98, Mül05]. The acronym IMK stands for Informationstechnischer Modellkern, which could be translated as “Core Information Model”. The Core Information Model is a database of competence units, which possess individual competences, have various resources at their disposal and occupy a location. Rather than being part of a hierarchical structure, competence units exist independently and are in free competition with each other. Regional proximity allows them to group temporarily in order to achieve technological, economic, ecological or social benefits. The IMK framework, its components and their functionality are based on a single unified metamodel which represents a general view of all competence units and describes their static and dynamic features, and all specific competence unit types are derived from this general metamodel [Gör01, NGT02, Ren04].

In the following section the IMK metamodel will be briefly analyzed, with a particular emphasis on its structural and implementation-related limitations, which motivated the IMK2 project - a reengineering of the original IMK metamodel and software system – whose main design ideas and implementation advantages will be described in section 3.

2 IMK – Metamodel and Limitations

The IMK project is based on a unified metamodel that describes the general structure of a competence unit, from which all specific unit types have been derived. Figure 1 illustrates this structure.

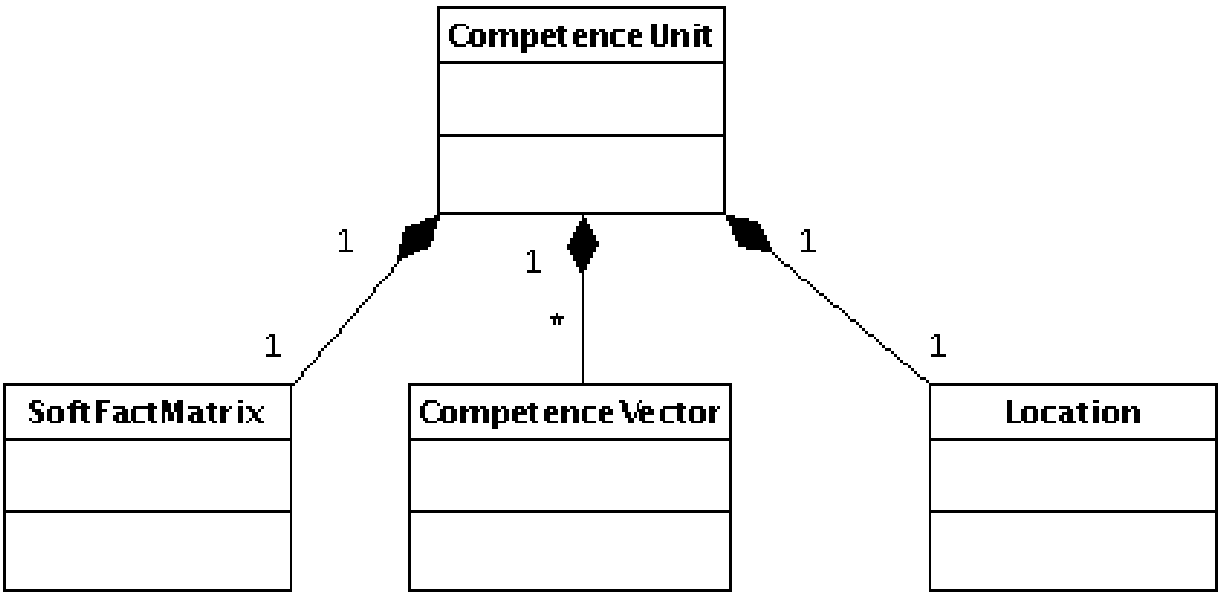


Figure 1: IMK Metamodel

The competences, capabilities and resources of competence units are represented by way of competence vectors and with a so-called softfact matrix. Competence vectors describe specific services that can be provided by a unit and are aggregated with a logical OR operation in order to represent all the roles and responsibilities a unit can fulfill in the networked production of complex goods. A softfact matrix serves the purpose of assessing the capabilities of a competence unit in regard to their mental state and their ability and readiness to cooperate with other units. Every competence unit is assigned a single location and a single softfact matrix, whereas the number of owned competence vectors is not limited [Gör05]. The IMK metamodel does not specify how these components are implemented, leaving the developers the responsibility of designing and implementing coherent and unitary access paradigms.

The software development process for the IMK project has been performed independently for all types of competence units based on models derived from the general structure described earlier, hence resulting in several separate subprojects. Each of these can be viewed as a two-tier software system, consisting of a database layer and an application logic layer, developed in a mix of Java, C# and C++. In order to maintain a natural representation of information throughout all system tiers, a pure object-oriented database has been used as data repository. This development strategy has led to an inhomogeneous class hierarchy and a non-uniform view of competence unit types, which results in a number of inconsistent behavioral patterns and partially redundant class definitions. Each subproject took a different approach in representing the structural details of competence units that did not necessarily comply with the generic structure. In some of the subprojects the concept of competence vectors was bypassed by aggregating competence vector elements directly in the competence unit classes. These inconsistencies limit the extensibility and the interoperability of the IMK project and reduce its robustness and solidity. Extending the available functionality becomes a bulky task, as every structural detail in each subproject has to be considered. Furthermore, they cause redundancies, inter-project inconsistencies and data duplication in the application logic and in the database layers of the IMK system. Finally, data validation and integrity rules are extremely hard to implement, as they are not supported in the pure object-oriented model IMK is based on and thus need to be completely offloaded to the application developers.

3 IMK2 Metamodel

As described in the previous section, the limitations in IMK resulted mostly from the lack of a uniform view of competence unit types and a harmonic class hierarchy. The existence of five independent analysis and design models has led to five conflicting interpretations and implementations of the main concepts and ideas, which have made extending the project a difficult task.

In order to solve these issues, the reengineered IMK2 software system has been designed around a unitary semantic metamodel and a coherent set of J2EE [Sun03] and Java based platform specific models. Furthermore, the architecture of IMK2 follows the current best practices of software engineering and is heavily based on design patterns [GJV95]. The metamodel of IMK2 includes a number of enhancements in comparison to IMK and succeeds to a great extent in straightening out its limitations. Figure 2 illustrates the main structural characteristics of the IMK2 metamodel. Having a homogeneous class hierarchy has made it possible to implement a unitary software system, minimizing the inconsistencies and guaranteeing a consistent view over all data.

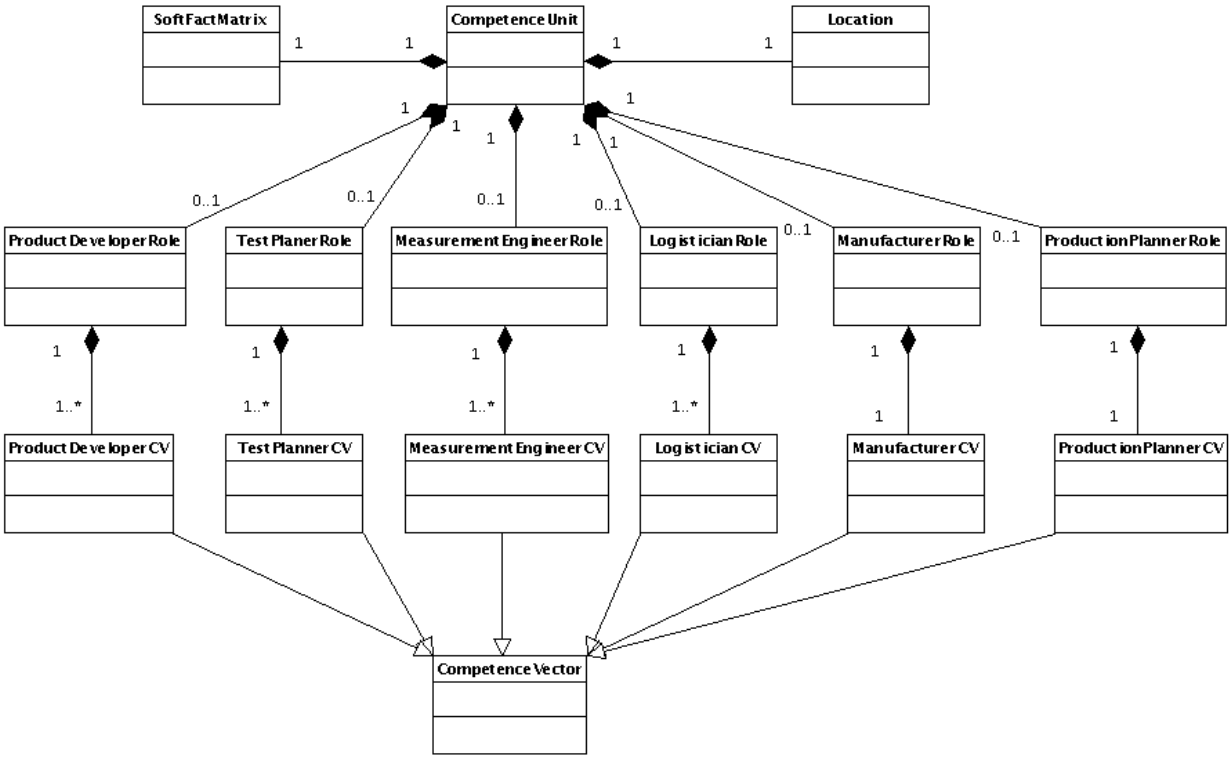


Figure 2: IMK2 Metamodell

In IMK2 each competence unit is an instance of the class CompetenceUnit, which aggregates a SoftFactMatrix and a Location class. The type of a competence unit is indicated by its role, which is a new concept introduced in IMK2. As shown in Figure 2, the class CompetenceUnit aggregates all roles implemented in IMK. One of the essential advantages of this approach is that now a competence unit can take up more than one role, whereas the IMK metamodel limited a competence unit to a single one. Each competence unit role aggregates one or more instances of a role-specific competence vector, which implements in a uniform way the common structure and behavior defined in the generic CompetenceVector interface. Thus, the developer is freed from the most error-prone tasks associated with the definition of a new competence unit type, as all the existing interfaces and most of the wiring code can be reused.

Moreover, in the IMK2 software system all the project-specific IMK models have been merged into a unified and harmonic metamodel, providing the infrastructure needed for the resolution of the redundancies and inconsistencies which were formerly present both at application and at database level, resulting in a single database schema and in a coherent class hierarchy. Additionally, semantically identical classes have been consolidated, up to member definitions and method signatures.

One additional goal which was pursued from the beginning of the remodeling process was backward compatibility. As the IMK distributed software system was already in use and changing its interfaces would have broken the existing front-ends, a decision was taken to keep intact all the old web service signatures and to add new ones, which comply with a unified standard and offer an extended set of functionalities. The old web services, although still available, have been deprecated and new front-ends are encouraged to make use of the extended and standardized web services provided by IMK2.

Furthermore, reorganizing IMK2 as a web service and XML based distributed application has made it possible to switch to an infrastructure based on thin software clients, freeing the front-ends from all knowledge about the structure and the behavioral characteristics of the back-end data objects, whereas in the original IMK project clients were strictly coupled with the data objects on the server side. Finally, the extensive utilization of the EJB3 API [Sun06] - a state-of-the-art J2EE technology - has made it possible to remove all database dependencies from the application and middleware tiers. The former is strictly based on a document-oriented XML data representation, whereas the latter manages the data in a purely object-oriented way.

4 Conclusion

This paper has discussed the IMK and IMK2 metamodels developed in the frame of the CRC457 research project. After a short overview of the goals of the CRC457 project, the structure of IMK has been discussed together with its limitations, which have led to its remodeling and reengineering into IMK2 whose main goals and advantages are:

- A unified semantic and data model.
- A unified class hierarchy, characterized by a single competence unit interface and with no redundant or overlapping class definition.
- A unified and consistent database schema.
- A distributed, scalable and multi-tier software system centered on platform-neutral and data independent web services.
- The usage of document-based XML representation for all information exchange to and from the IMK2 software system.
- A thin client layer: front-ends do not possess any knowledge about the structure and the business processes associated with the back-end data objects.
- Complete backward compatibility with the original IMK specification.
- Vastly increased efficiency, maintainability, robustness and extensibility.
- Indeed, the remodeling and reengineering performed in the frame of the IMK2 project have led to a significant increase in the system features while at the same time dropping by more than 50% the code size and the number of model classes.

Indeed, the remodeling and reengineering performed in the frame of the IMK2 project have led to a significant increase in the system features while at the same time dropping by more than 50% the code size and the number of model classes.

References

[IfM04] Institut für Mittelstandsforschung: Mittelstand – Definition und Schlüsselzahlen. Bonn, 21 December 2004. URL: http://www.ifm-bonn.org/dienste/daten.htm.

[BfW98] Bundesministerium für Wirtschaft: Kleine und mittlere Unternehmen. Früherkennung von Chancen und Risiken. Arbeitsheft, Berlin, 1998.

[Sun03] J2EE 1.4 Specification. Sun Microsystems, 24 November 2003. URL: http://java.sun.com/j2ee/j2ee-1 4-fr-spec.pdf.

[Sun06] EJB3 Specification. Sun Microsystems, 8 May 2006. URL: http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/final/jsr220/.

[GJV95] Gamma, E.;Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J.: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison Wesley, 1995.

[Gör05] Görlitz, O.: Inhaltsorientierte Indexierung auf Basis künstlicher neuronaler Netze. Shaker, 2005.

[Gör01] Görlitz, O.; Neubert, R.; Mehnert, J.: Anbietersuche für der Aufbau kompetenz-zellenbasierter Fertigungsnetze, in: Tagungsband Vernetzt planen und produzieren – VPP2001. Chemnitz University of Technology, 2001.

[Mül05] Müller, E.: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Arbeits- und Ergebnisbericht 2003, 2004, 2005 zum Sonderforschungsbereich 457, Chemnitz University of Technology, 2005.

[NGT02] Neubert, R.;Görlitz, O.;Teich, T.: Abgleich von Angebots und Anforderungs-vektoren von Kompetenzzellen für die automatische Generierung von Prozessketten, in Journal: PPS-Management 1/2002. Berlin: GITO Verlag.

[Ren04] Rentzsch, M.: Anbietersuche für Arbeitsplanungsaufgaben im Informations-technischen Modellkern. Chemnitz University of Technology, 2004.

Software-Tool zur Beschreibung von Kompetenzen der Produktentwicklung: „KoAg“

Prof. Dr.-Ing. Dieter Weidlich, Dipl.-Ing. Ralf Steiner, Dipl.-Ing. Jörg Riegel, Michael Oettel
IWP - Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse, Technische Universität Chemnitz

1 Einführung

Die kompetenzzellenbasierte Vernetzung stellt für die kooperative Zusammenarbeit von elementaren Leistungseinheiten einen neuartigen wissenschaftlichen Ansatz zur Gewährleistung der Wettbewerbsfähigkeit dar [Mue04]. Die Gestaltung und Modellierung von Abläufen in der Produktentwicklung, als Teil des kompetenzzellenbasierten Wertschöpfungsprozesses, erforderte die vollständige wissenschaftliche Durchdringung und Systematisierung derartiger Engineering-Dienstleistungen [Neu06]. Grundlage der Umsetzung bildet der konzipierte Aufbau des Partialmodells der Produktentwicklung, als Beschreibungs- und Suchalgorithmus für Fach- und Methodenkompetenzen. Darauf basiert die softwaretechnische Umsetzung im Kompetenz-Agenten (KoAg). Somit wird der Nachweis der Funktionsfähigkeit der entwickelten Algorithmen und Instrumentarien erbracht. Ausgehend von einem Kundenauftrag können innerhalb kürzester Zeit mögliche Kooperationslösungen generiert werden. Dies unterstützt die systematische Vorgehensweise zur Gestaltung von kompetenzzellenbasierten Engineering-Dienstleistungen. Der Kompetenz-Agent ermöglicht es Kompetenzzellen (KPZ), aktiv im Kompetenznetz zu agieren und im Produktionsnetz erfolgreich Produktentwicklungen zu realisieren. Am Beispiel der Entwicklung einer Werkzeugmaschine wird die Funktionsweise des Kompetenz-Agenten für kompetenzzellenbasierte Engineering-Dienstleistungen vorgestellt.

2 Beschreibungsalgorithmen von KPZ der Produktentwicklung (PE-KPZ)

KPZn werden durch Beschreibungsvektoren näher beschrieben, d. h. es werden Geschäftsobjekte (materielle/immaterielle Produkte), mit Aktivitäten und der jeweiligen Projektcharakteristik verknüpft. Gemeinsam mit beschriebenen Methoden und nichtpersonellen Ressourcen werden diese in einem Beschreibungsvektor zusammengeführt [Neu05a].

Im ersten Schritt wird zur Beschreibung der Produktentwicklungskompetenzzelle (PE-KPZ) der jeweils zutreffende Kompetenzkomponententyp (fachgebiets-, produkt- bzw. aktivitätsspezifisch) ausgewählt (siehe Abbildung 1). Im Anschluss daran können anhand des Algorithmus weitere Auswahlkriterien markiert und somit die Komponentenbeschreibung vervollständigt werden.
PE-KPZn setzen sich aus Kompetenzkomponenten der Fach- und Methodenkompetenz, nichtpersonellen Ressourcen und als untergeordnetes Kriterium aus Informationsträgern (z. B. Entwürfe) zusammen. Fachgebietsspezifische, produktspezifische und aktivitätsspezifische Kompetenzkomponententypen beschreiben Kompetenzkomponenten der Fachkompetenz von KPZ. Methodenspezifische Ausprägungen der KPZ werden durch Kompetenzkomponenten der Methodenkompetenz beschrieben. Die Pfade in Abbildung 1 entsprechen dem Vorgehen zur Beschreibung von Kompetenzkomponenten und somit deren Generierung im Kompetenz-Agenten.

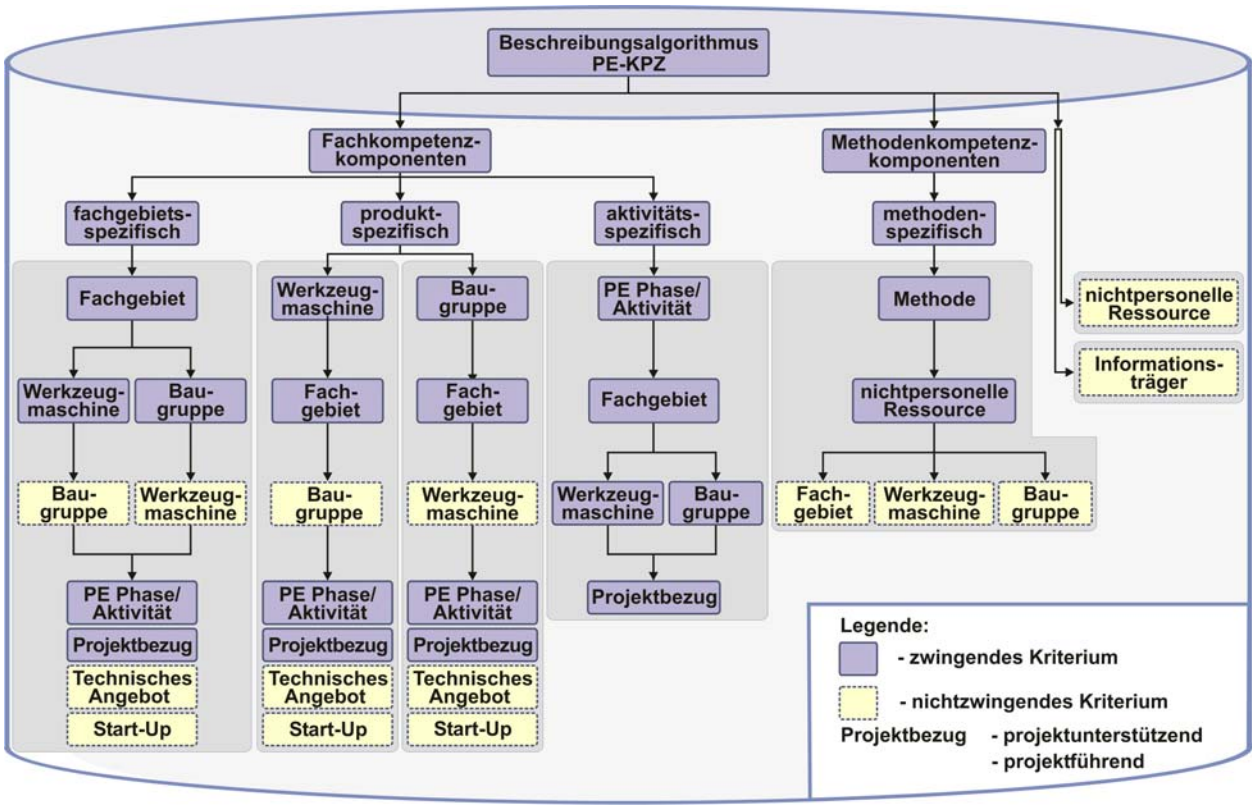


Abbildung 1: Beschreibungsalgorithmus PE-KPZ

Durch die Auswahl von entsprechenden Kompetenzzellenkomponenten der Fachkompetenz, Methodenkompetenz und der nichtpersonellen Ressource wird die KPZ umfassend beschrieben. Die Gesamtheit aller ausgewählten Komponenten entspricht dem jeweils spezifischen Kompetenzzellenprofil einer KPZ.

Zur Suche von KPZ werden entsprechende Anforderungsvektoren erstellt und es erfolgt eine, technisch und wirtschaftlich bewertete, hierarchielose Auswahl mittels des KoAg. Die Vorgehensweise zur Suche von KPZ (dem Erstellen von Anforderungsvektoren) ist analog dem Vorgehen bei deren technischer Beschreibung, d. h. es werden bei der Suche ganz gezielt benötigte Kompetenzkomponenten der Fach- und Methodenkompetenz in der Phase der Produktionsnetzbildung gefunden und zur Wertschöpfung innerhalb der Produktentwicklung miteinander verknüpft. Die Besonderheit besteht darin, dass die im Anforderungsvektor gestellten Attribute eindeutig einem Kompetenzzellentyp mit den gestellten Beschreibungsmerkmalen entsprechen.

Die Anforderungsvektoren sind auf Basis von Aktivitäten informationstechnisch verarbeitbar und beschreiben konkrete Produktentwicklungsaufgaben. In der Folge können PE-KPZ weitestgehend automatisiert im Kompetenznetz identifiziert, nach betriebswirtschaftlichen und technischen Kenngrößen (Kompetenzpotenzial) bewertet und auftragsabhängig vernetzt werden. Der spezielle Anspruch an den entwickelten Beschreibungsalgorithmus besteht in der Informationsreduktion auf wesentliche Beschreibungsmerkmale innerhalb der Kompetenzkomponenten. Dadurch wird einerseits eine zielgerichtete Kandidatenauswahl auf Kompetenznetzebene (KoAg) und andererseits eine aufwandsarme Integration der jeweils selektierten PE-KPZ auf Produktionsnetzebene sichergestellt. Dies führt zu einer Komplexitätsreduktion, da sich die Anforderungsvektoren, unter Beachtung der benötigten Funktionalitäten, auf bestimmende Parameter beschränken.

3 Softwaretechnische Umsetzung

Die entwickelte kompetenzzellenbasierte Vorgehensweise im Produktentwicklungsprozess wird durch die Softwarelösung des Kompetenz-Agenten unterstützt [Neu05b]. Der Kompetenz-Agent ermöglicht KPZ, sich bezüglich ihrer Kompetenzen zu beschreiben, aktiv im Kompetenznetz zu agieren und im Produktionsnetz erfolgreich Produktentwicklungen zu realisieren. Andere KPZ nutzen diese archivierten Informationen, um bestmögliche Kooperationspartner für eigene Projekte zu ermitteln. Diese Selektion aus allen geeigneten KPZ erfolgt über ein automatisches Bewertungssystem, in dem für jede geeignete KPZ das Potenzial der entsprechenden Kompetenzkomponente und das spezielle Angebot für die Projektumsetzung (Engineering-Dienstleistung) ausgewertet werden.

Alle Daten für die Ermittlung der Potenziale von Kompetenzkomponenten werden automatisch vom System verwaltet. In einer MySQL-Datenbank werden die Kompetenzzelleninformationen und Projektdaten abgelegt. Die KPZn haben über ein PHP-Interface Zugriff auf diese Daten. Das Nutzerinterface besteht aus HTML-Webseiten, die dynamisch aus dem PHP-Quellcode auf dem Webserver erstellt werden. Damit ist es jederzeit möglich, ohne spezielle Clientsoftware auf das System zuzugreifen. Lediglich ein Internetbrowser mit http-Protokoll ist für den Zugriff notwendig.

Weiterhin werden in der Datenbank alle Daten des Beschreibungsalgorithmus gespeichert. Dieser Algorithmus wurde nicht statisch in den Programmcode implementiert, sondern kann getrennt in mehrere Tabellen der Datenbank und eine spezielle Programm-Klasse jederzeit neu konfiguriert werden, um Komponenten zu beschreiben, zu suchen oder darzustellen. Durch diese Form der Implementierung ist eine Erweiterung oder Veränderung des Algorithmus einfach umsetzbar. Dem Administrator des Systems innerhalb des Kompetenznetzes obliegt die Verwaltung der Daten des Beschreibungsalgorithmus. Er hat durch ein spezielles Interface Zugriff auf alle Nutzerinformationen, mit der Möglichkeit diese zu bearbeiten.

Ein wesentlicher Bestandteil des Systems ist die Beschreibung, Archivierung und Suche von KPZ und deren Komponenten. Als Muster für die Erzeugung und Verarbeitung der einzelnen Komponenten wird stets der Beschreibungsalgorithmus verwendet. Somit ist eine effiziente Integration des Algorithmus sehr wichtig. Eine relativ einfache Umsetzung des Algorithmus wäre die starre Implementierung aller Systemkomponenten. Das hieße, alle Teile des Systems auf jeden möglichen Zustand beim Abarbeiten des Algorithmus (beim Beschreiben, Suchen, u. a.) durch einzelne spezielle Routinen vorzubereiten. Dieses Verfahren führt zu einem erhöhten Umfang des Quellcodes. Änderungen im Beschreibungsalgorithmus sind dann nur äußerst schwierig durchzuführen. Für eine flexible Umsetzung des Algorithmus wurde dieser daher komplett dynamisch in das System integriert.

Der Algorithmus wurde deshalb in einfache Datenstrukturen zerlegt und in der Datenbank in mehreren Tabellen so gespeichert, dass alle Teile des System mit wenig Aufwand auf den für sie relevanten Teil des Algorithmus zugreifen können. Zum einfachen Zugriff auf diese Algorithmusdaten wurde eine spezielle Programm-Klasse entwickelt.

Der Beschreibungsalgorithmus gibt vor, in welcher Reihenfolge die einzelnen Objekte einer Kompetenzkomponente beschrieben werden müssen (Struktur), von welchem Typ diese Objekte sind, wie diese Objekte beim Beschreiben zu behandeln sind (z.B. optionale Eingabe) und aus welcher Menge von Beschreibungsobjekten gewählt werden kann, um das Objekt zu spezifizieren. Diese Informationen werden in drei Informationsgruppen aufgeteilt und in Tabellen der Datenbank verwaltet: kpz_beschrstr (Strukturdaten), kpz_objtyp (Informationen zum Typ der Objekttypen) und kpz_beschrobj (Menge der Beschreibungsobjekte). Die Beschreibungsstruktur des Algorithmus lässt sich leicht in eine Baumstruktur überführen (siehe Abbildung 2).

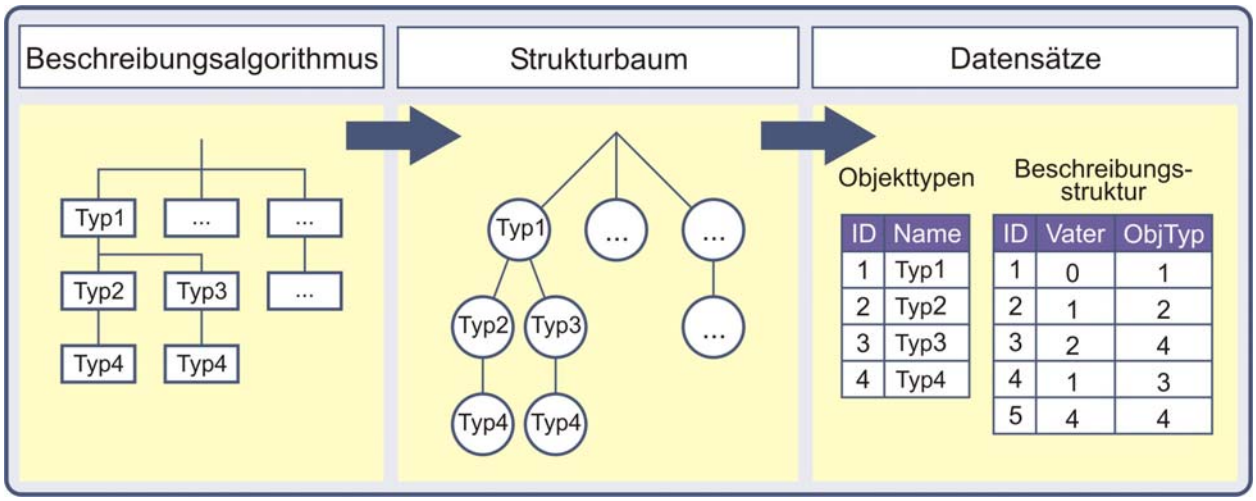


Abbildung 2: Beschreibungsstruktur

Die Strukturknoten werden in einer Liste *kpz_beschrstr* der Datenbank gespeichert. Die Objekttypen werden in der Liste *kpz_beschrobjtyp* verwaltet. Ein solcher Objekttyp-Listeneintrag bezeichnet hauptsächlich den Typ eines Strukturobjekts im Algorithmusbaum durch das Zuweisen eines Beschreibungsobjektpools und die Spezifikation des Informationstyps. Die Information eines Objekts kann die in Tabelle 1 dargestellten Typen annehmen. Ferner enthält der Listeneintrag Informationen zur Bezeichnung des Objekttyps im Beschreibungs-, Such- und Analysevorgang von Komponenten und zur graphischen Darstellung der Strukturbaumobjekte.

Standardinformation	Der Nutzer wählt beim Beschreiben des Objekts aus der Menge der Beschreibungsobjekte maximal ein Beschreibungsobjekt aus. Die Beschreibungsobjekte sind in einer mehrstufigen Hierarchie (Baumstruktur) hinterlegt.
Zusatzinformation	Der Nutzer wählt beim Beschreiben des Objekts aus der Menge der Beschreibungsobjekte beliebig viele Beschreibungsobjekte aus. Die Beschreibungsobjekte sind in einer einfach unstrukturierten Liste hinterlegt.
Substruktur	Der Nutzer beschreibt das Objekt, indem er die Unterstruktur des Objekts beschreibt.

Tabelle 1: Objekttypen

Um Objekte noch detaillierter beschreiben zu können, wird über Substrukturen die Möglichkeit geschaffen, diesen Objekten einen eigenständigen Beschreibungsalgorithmus zuzuweisen. KPZn besitzten im KoAg eine eindeutige Identifikationsnummer, über die z. B. die Besitzverhältnisse für Kompetenzkomponenten und Projekte beschrieben werden. Außerdem enthält sie Anmeldeinformationen für das System, d. h. jede Zelle hat einen eigenen Nutzerzugang. Neben den allgemeinen Informationen zur KPZ werden noch deren Kontaktdaten archiviert und in einem Datensatz *kpz_kpzlist* verwaltet. Auf weiterführende Darstellungen in Bezug auf die Projekt-, Angebot- und Nachrichtendatenstruktur des KoAg soll im Umfang dieses Artikels verzichtet werden.

Jede KPZ kann im KoAg eigene Projekte und Teilprojekte anlegen (projektführend) und in Projekte von anderen KPZ eingebunden werden (projektunterstützend). Gleichzeitig wird dem Projekt eine eindeutige fortlaufende Auftragsnummer zugewiesen (siehe Abbildung 2).

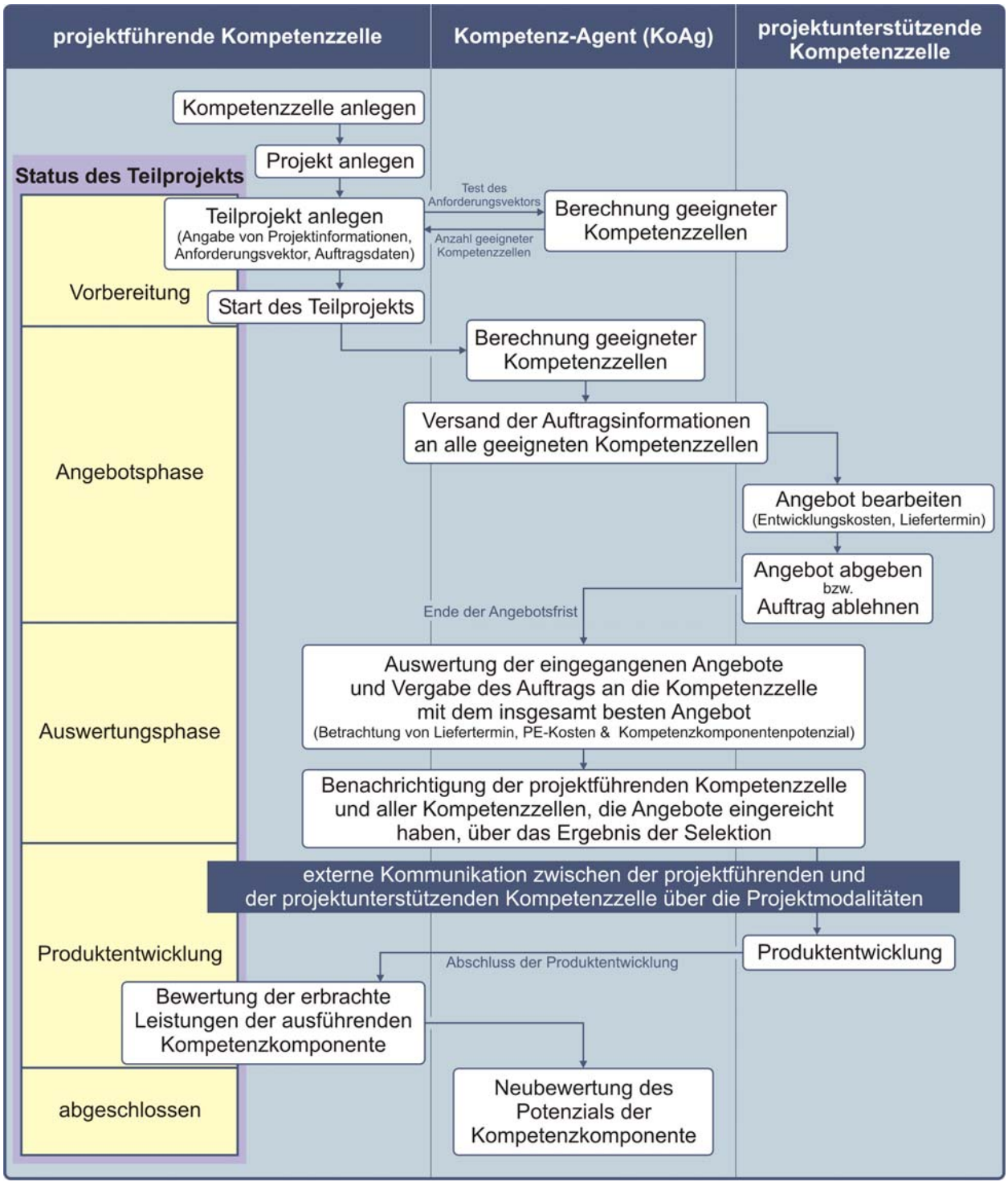


Abbildung 3: Struktur des Projektablaufes im KoAg

Neue Teilprojekte werden in einer Folge von Dialogen erzeugt, in denen zunächst allgemeine Angaben zum Teilprojekt (Name, Kurzbeschreibung) gemacht werden. An dieser Stelle ist es auch möglich eine Datei mit detaillierten Informationen zum Teilprojekt an das System zu senden, die später den Auftragnehmern bereitgestellt wird. Nun folgt die Erstellung des Anforderungsvektors für die benötigte Kompetenzkomponente. Der vollständige Vektor wird in der Datenbank gespeichert. Der Nutzer hat nun die Möglichkeit diesen Anforderungsvektor zu testen. Dazu wird eine Suche aller gültigen KPZ durchgeführt, d. h. eine Suche nach KPZn, die Komponenten enthalten, die dem Anforderungsvektor genügen.

Als Ergebnis dieser Suche wird dem Nutzer die Zahl der gültigen KPZn angegeben. Diese Anzahl kann vom Nutzer als Hilfe genutzt werden, um die Qualität seines Anforderungsvektors zu bestimmen. Er hat nun die Möglichkeit, den Vektor zu überarbeiten, oder mit dem nächsten Schritt der Projektbeschreibung den Ablauf fortzusetzen. Im Anschluss daran werden die Rahmenbedingungen für den Ablauf des Teilprojekts festgelegt (siehe Abbildung 3):

- Meldefrist für Angebote;
- Spätester Fertigstellungstermin der Produktentwicklung;
- Produktentwicklungskosten sowie
- Zielkostenvorgaben (Kosten der späteren realen Umsetzung des Teilprojekts).

Die Beschreibung der Projektanforderung ist damit abgeschlossen und alle Daten werden in der Datenbank gespeichert. Das Teilprojekt erhält den Status *‚1'* (Vorbereitungsphase) und die angegebenen Daten können weiterhin bearbeitet werden. Nach dem ausgeführten Start des Teilprojektes erhält es den Status *‚2'* (Angebotsphase) und der KoAg übernimmt nun selbständig alle weiteren Schritte zur Ermittlung des besten Projektpartners.

Im ersten Teil der Angebotsphase ermittelt das System aus den Daten des Anforderungsvektors zunächst noch einmal alle KPZ, die Komponenten mit den entsprechenden Eigenschaften besitzen. Jede der ermittelten KPZ erhält nun die Möglichkeit ein Angebot zu dem Teilprojekt zu erstellen. Dazu wird für jede dieser KPZ ein leerer Auftrags-Datensatz in der Datenbank angelegt (Status *‚0'* – undefiniert). Ab diesem Moment existiert in der Projektverwaltung (Kategorie ‚Unterstützte Projekte') dieser ausgewählten KPZ ein Vermerk zu diesem Teilprojekt mit der Möglichkeit ein Angebot zu formulieren und abzugeben. Vom System wird zusätzlich noch eine Nachricht an alle diese Zellen verfasst, um die KPZn über die ausgewählte Kompetenzkomponente zu informieren und auf die Angebotsmöglichkeit für das entsprechende Teilprojekt hinzuweisen.

Nach Ablauf der Meldefrist für Angebote werden alle eingegangenen Angebotsinformationen ausgewertet. Das System befindet sich jetzt in der Auswertungsphase (Status *‚3'*). KPZn, die ihr Angebot nicht innerhalb der Frist abgegeben bzw. die Abgabe eines Angebots abgelehnt haben werden ab sofort nicht weiter berücksichtigt. Ebenso werden die Zellen, deren Angebote die Rahmenbedingungen des Teilprojekts nicht erfüllen, aus der Liste der möglichen Projektpartner entfernt. Aus den verbleibenden KPZ wird jetzt die mit dem besten Angebot anhand der Rahmenbedingungen (Kompetenzpotenzial, Kosten, Termin) unter Berücksichtigung der Kundengewichtung hierarchielos ausgewählt. Die am besten anwendbare KPZ erhält vom System eine entsprechende Benachrichtigung. Die projektführende KPZ und alle anderen KPZ, die an dem Angebotsprozess beteiligt waren, erhalten ebenfalls eine Systemnachricht über das Ergebnis der Selektion. Nachdem Auftraggeber und Auftragnehmer feststehen, befindet sich das Teilprojekt jetzt in der Phase ‚Produktentwicklung' (Status *‚4'*) bis zum Abschluss der realisierten Produktentwicklung.

Nach Abschluss eines Teilprojektes erfolgt ein entsprechender Vermerk im System. Nun bewertet die projektführende KPZ in einem Dialog die erbrachten Leistungen der ausführenden KPZn. Diese Bewertung wird mit den Teilprojektinformationen in der Datenbank zur Berechnung des nunmehr veränderten Potenzials der entsprechenden Kompetenzkomponente der ausführenden KPZ gespeichert. Als Zustand des Teilprojekts wird jetzt ‚abgeschlossen' (Status *‚5'*) vermerkt.

4 Verifizierung am Beispiel

Am Beispiel der Entwicklung einer Sonderschleifmaschine wird die prinzipielle Vorgehensweise kompetenzzellenbasierter Produktentwicklungen verdeutlicht. Durch die Gliederung der Struktur

der Sonderschleifmaschine in die realisierbaren Module werden die Fachgebiete Elektro- und Informationstechnik in die Produktentwicklung eingebunden. Für jede Baugruppe existiert eine entsprechende Anforderungsliste. Daraus können Anforderungsvektoren abgeleitet und auf diesen basierend die geeigneten PE-KPZ im KoAg gesucht werden. Diese KPZn erstellen entsprechende Angebote zur Realisierung. Im Anschluss daran wird die am besten anwendbare KPZ automatisiert und optimiert, auf Basis der technischen (Kompetenzpotenzial) und betriebswirtschaftlichen (PE-Kosten, Termin) Kriterien ausgewählt.

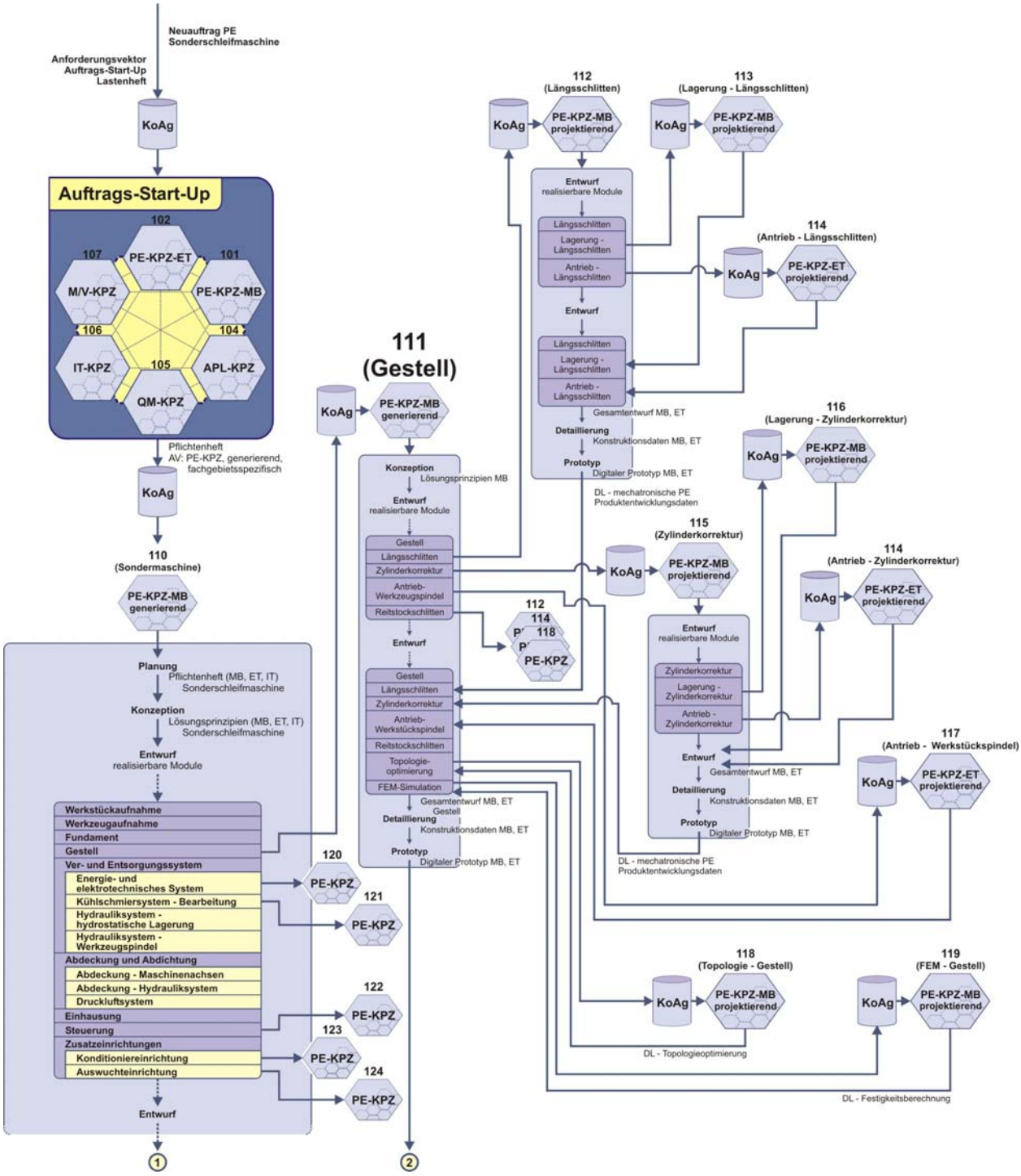


Abbildung 4: Kompetenzzellenbasierte Produktentwicklung – Sonderschleifmaschine (Ausschnitt)

Im dargestellten Prozess ist beispielhaft für die Hauptbaugruppe Gestell dargestellt, wie sich der Produktentwicklungsprozess in weitere Teilprojekte verzweigt (siehe Abbildung 4). Die PE-

KPZ-MB (Maschinenbau) 111 fungiert, in Bezug auf das Gesamtprojekt der Sonderschleifmaschine, als projektunterstützende KPZ zur Umsetzung einer Anpassungskonstruktion, mit dem Produktentwicklungsziel der Erstellung des digitalen Prototypen Maschinengestell.

Für das Teilprojekt Gestell agiert diese KPZ projektführend. Durch die PE-KPZ-MB 111 werden weitere Anforderungsvektoren zur Suche und hierarchielosen Auswahl von projektunterstützenden KPZn erstellt und mit diesen gemeinsam die Produktentwicklung der Baugruppe Gestell realisiert. Aufgrund der Komplexität der Sondermaschine werden die Baugruppen Energie- und Elektrotechnisches System, Kühlschmiersystem Bearbeitung, die Steuerung, die Konditioniereinrichtung und die Auswuchteinrichtung ebenfalls in Teilprojekten, parallel zu den Tätigkeiten der projektführenden KPZ entwickelt. Am kompetenzzellenbasierten Produktentwicklungsprozess sind insgesamt 28 PE-KPZ beteiligt. Innerhalb des Prozesses wurde infolge der Neuheit des Produktes (neues Maschinenkonzept) meist generierend vorgegangen, da keine vergleichbaren Projekte bzw. Konstruktionsdaten zur Verfügung standen.

Die projektierende Vorgehensweise, unter Verwendung bestehender Lösungen kam bspw. für die Entwicklung der Antriebseinheiten, der Sensoren sowie der Zentrierspitzen zur Anwendung. Hierfür konnte auf Entwürfe bzw. Entwicklungen ähnlicher Projekte zurückgegriffen werden. Weiterhin kamen methodenspezifische projektunterstützende KPZ zur FEM-, Mehrkörpersimulation und Topologieoptimierung zum Einsatz. Aufgrund des hohen Spezialisierungsgrades dieser KPZ ist ein qualitativ höherwertiges Ergebnis bezüglich der Produktentwicklung zu erwarten.

Im Vergleich zu der konventionellen Produktentwicklung kommt es kaum zu Änderungen der Arbeitsaufgabe sondern vorwiegend zu Änderungen im Arbeitsstil. Innerhalb der Entwicklung einer Sondermaschine arbeitet der Konstrukteur einzeln oder mit wenigen Partnern im Team. Im kompetenzzellenbasierten Produktentwicklungsprozess erhöht sich der Koordinations- und Kommunikationsaufwand erheblich. Dies erfordert die Anwendung innovativer Informations- und Kommunikationstechnologien, wie bspw. Virtuelle Realität als Kommunikations- und Visualisierungsmedium, sowie die homogene Nutzung von Softwareschnittstellen und Datenformaten [Wei04a;b]. In dem dargestellten Produktentwicklungsprozess arbeiten die projektführende PE-KPZ-MB 110, die projektunterstützenden KPZn Gestell (PE-KPZ-MB 111), Werkstückspindel (PE-KPZ-MB 125) und hydrostatische Lagerungen ((PE-KPZ-MB 126/131) notwendigerweise mit der gleichen CAD-Software. Zwischen diesen KPZn erfolgt ein permanenter Datenaustausch.

Die hierarchielose Auswahl der gesuchten KPZ gewährleistet für die Projektrealisierung immer die Einbeziehung des optimalen Entwicklungspartners, unabhängig davon, ob es sich um einen terminlichen, finanziellen oder kompetenzpotenzialorientierten Vorteil handelt. Durch die Synergieeffekte in der Zusammenarbeit der KPZ wird die Entwicklung neuer innovativer Produkte beschleunigt.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der kompetenzzellenbasierten Wertschöpfung wurden für die Produktentwicklung die Beschreibungsalgorithmen und deren softwaretechnische Umsetzung im Kompetenz-Agenten vorgestellt. Es ist möglich, die Organisationseinheit der KPZ zu beschreiben und diese in einem kompetenzzellenbasierten Produktentwicklungsprozess, durch eine hierarchielose Auswahl kooperativ zu verknüpfen. Dies stellt einen ersten Ansatz zur Überführung des Organisationskonzepts des hierarchielosen Produktionsnetzes in ein praxisnahes Umfeld dar. Aus den Ergebnissen der Arbeit können als künftige Forschungsziele abgeleitet werden:

- die Weiterentwicklung des Konzepts, insbesondere von Bewertungsverfahren hinsichtlich der Fach- und Methodenkompetenz,

- die reale Umsetzung eines prototypischen Kompetenznetzes,
- die Bildung von Kompetenzclustern als Basis zur Generierung innovativer Produkte, basierend auf einer Kompetenzpotenzialbewertung sowie
- die Übertragung des Forschungsansatzes auf weitere Produkte des Maschinenbaus.

Es besteht weiterer Forschungsbedarf im Bereich der informationstechnischen Infrastruktur als Grundlage zur Erschließung von Synergien im Kooperationsverbund. Dies reicht von der Schnittstellengestaltung existierender EDM-/PDM-Systeme bis hin zur Gestaltung einheitlicher Standards zur Erstellung technischer Angebote und zur Repräsentation relevanter Konstruktions- und Auftragsdaten. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Integration der Soft-Facts in den Kompetenzrahmen der Produktentwicklung. Dabei ist zu untersuchen, auf welcher Grundlage Veränderungen im Kompetenzprofil ermittelt bzw. vollzogen werden und welchen Einfluss Soft-Facts im ingenieurwissenschaftlichen Umfeld auf das Kompetenz-potenzial der KPZ haben.

Literatur

[Mue04] Müller, E.: Intelligente Produktionsnetzwerke – neue Organisationsformen der Produktion. In: „Vernetzt planen und produzieren – VPP 2004“. Tagungsband, Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 8, Chemnitz: TU Chemnitz, 2004.

[Neu05a] Neugebauer, R.; Weidlich, D.; Steiner, R.: Description and Search of Competence Cells of the Product Development in Non-Hierarchical Production Networks. In: WGP-Annals “Production Engineering – Research and Development in Germany”, Volume XII/2, 2005.

[Neu05b] Neugebauer, R.; Steiner, R.; Weidlich, D.: Kompetenzzellenbasierte Produkt-entwicklung mechatronischer Produkte. In: ZWF, 6/2005.

[Neu06] Neugebauer, R.; Weidlich, D.; Riegel, J.; Steiner, R.: Competence-Cell-Based Approach to Solution for Distributed Product Development. In: Proceedings of 16th CIRP International Design Seminar, July 16-19, 2006, Kananaskis, Canada, 2006.

[Wei04a] Weidlich, D.; Kolbig, S.; Steiner, R.: Potentials of Virtual Reality Technology for Product Development in Non-Hierarchical Production Networks. Proceedings of the TMT 2004 International Research/ Expert Conference, “Trends in the Development of Machinery and Associated Technology”. Neum, Bosnia and Herzegovina, 2004.

[Wei04b] Weidlich, D.; Riegel, J.; Steiner, R.: Beitrag von Virtual Reality-Technologien im Produktentwicklungsprozess. In: Müller, E.; Spanner-Ulmer (Hrsg.): Tagungs-band "Vernetzt planen und produzieren - VPP 2004". Institut für Betriebs-wissenschaften und Fabriksysteme, Chemnitz, 2004.

MTM als standardisierte Prozesssprache für vernetztes Planen

Dr.-Ing. Bernd Britzke, Deutsche MTM-Vereinigung e.V., Leiter des MTM-Instituts, Dipl.-Ing. Thomas Weber, Deutsche MTM-Vereinigung e.V., wissenschaftlicher Mitarbeiter

Einführung

Der Umfang und vor allem die Geschwindigkeit von Veränderungsprozessen in der Industrie haben in den letzen Jahren enorm zugenommen. Planung wird nahezu zum Tagesgeschäft, dennoch nicht weniger komplex. Dadurch sind Planungsprozesse heute u. a. durch eine hohe Vernetzung von Einzelkompetenzen gekennzeichnet, die verschiedene Spezialdisziplinen, wie Ressourcenplanung, Material- und Informationsflussgestaltung, Ergonomie etc. schnell und flexibel in Interaktion bringen müssen. Standards, insbesondere standardisierte Modelle für den Objektbereich der Planung, lassen diese Planungsszenarien überhaupt erst beherrschbar machen. Gerade jüngere Entwicklungen zur Digitalen Fabrik veranschaulichen den Wunsch solcher Modellbildungen und auch deren Problematik. Der Chancen einer standardisierten Prozesssprache, wie sie MTM darstellt, werden dagegen häufig nicht genutzt.

Wie sehen Fachplaner ihr Aufgabengebiet

Nähern wir uns diesem scheinbaren Spannungsfeld zwischen modernen ganzheitlichem Prozessdesign und traditioneller Methodik einmal ganz pragmatisch aus dem Blickwinkel der Fachplaner typischer großer und kleiner Unternehmen, beispielsweise im Automobilbereich. Der obere Teil von Abbildung 1 verdeutlicht schematisch, dass auf Grund des unterschiedlichen Komplexitätsgrades der Endprodukte die Arbeitsteilung im Planungsprozess beim OEM (original equipment manufacturer: Diese Klassifizierung kann auch auf kleine und mittel-ständische Unternehmen (KMU) zutref-fen, wird in der Praxis jedoch häufig synonym für Finalproduzenten im Automobilbereich verwendet. Man spricht auch von den „großen OEM´s“, diese sollen hier unter dem Begriff OEM subsummiert sein.) typischerweise artteilig und beim KMU typischerweise mengenteilig angelegt ist. So wird der Planer beim Automobilzulieferer eher die gesamte Wertschöpfungskette für ein Erzeugnis und damit eine Vielzahl von Technologien planerisch durchdringen müssen, während der OEM-Planer eher in einer Technologie - hier üblicherweise die Montage von Baugruppen und Bauteilen zu einem Fahrzeug - spezialisiert ist.

Diese Situation führt auch zu einer unterschiedlichen Gewichtung von Optimierungszielen: Sieht der KMU-Planer eher die Funktion der gesamten Wertschöpfungskette im Vordergrund, so stellt sich dem OEM-Fachplaner die Aufgabe der Erfüllung von Teilzielen, die aus dem artteiligen Planungsprozess resultieren. Kann beispielsweise der Zulieferer viele Parameter des Prozesses, wie Taktzeit, Reihenfolge, Versorgungszyklen etc. voll beeinflussen, so sind dem OEM-Planer die meisten Parameter vorgegeben (siehe Abbildung 1, unten). Er gewichtet beispielsweise die Einhaltung von Zeitvorgaben (Taktzeit) viel mehr als sein Kollege beim Lieferanten. Dieser wiederum hat die Möglichkeit der Kompensation von Unsicherheiten in der Montagezeit, z. B. durch Gestaltung der Toleranzen in vorgelagerten Prozessschritten. Sein Gestaltungsspielraum bzgl. des Gesamtprozesses ist ungleich größer, die Notwendigkeit der Abstimmung mit Fachkollegen bzgl. des Gesamtprozesses jedoch ungleich kleiner.

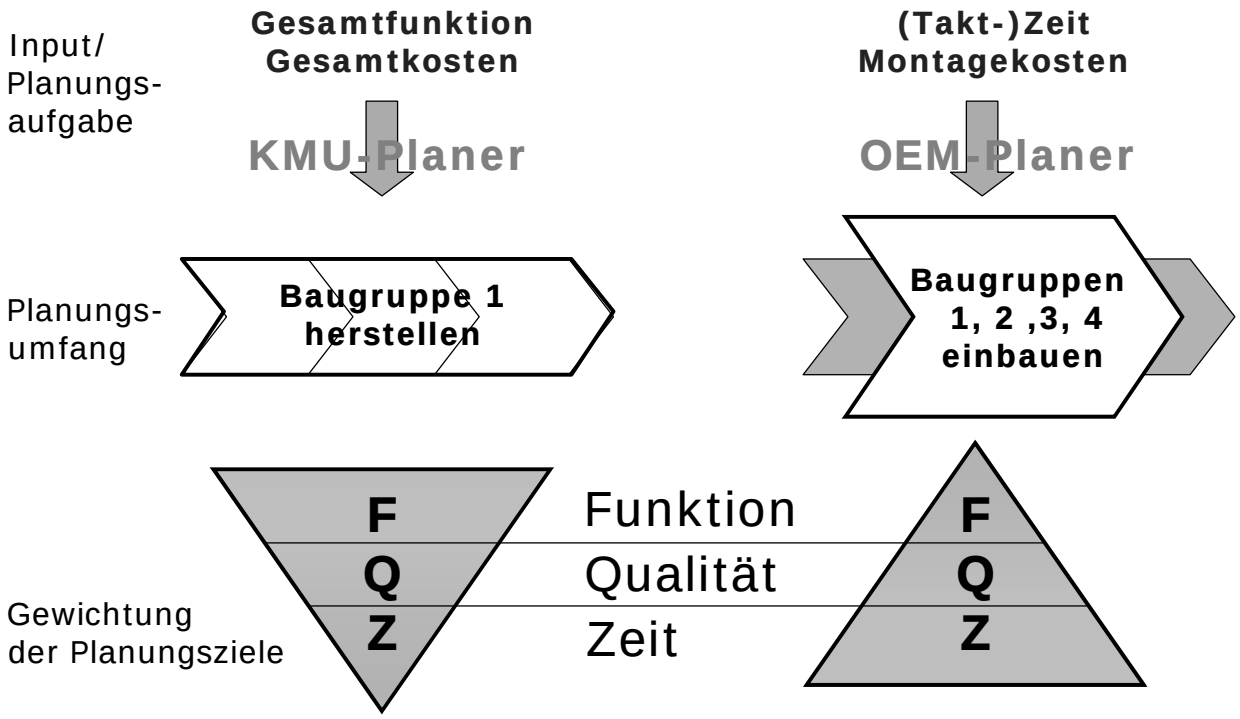


Abbildung 1: typische Verschiebung in der Gewichtung von Optimierungszielen

Was bedeutet das? Es ließe sich die Annahme ableiten, dass Planer beim OEM dem erhöhten Abstimmungsaufwand mit einer weitaus homogeneren Kommunikationsbasis über den Prozess begegnen - einer einheitlichen Sprache. Diese muss zumindest die als typisch herausgestellte Zielgröße Zeit als Output liefern und den Prozess standardisiert beschreiben. Die Mitgliedsunternehmen der Deutschen MTM-Vereinigung e. V. bestätigen, dass nahezu alle deutschen Automobilhersteller MTM zur Prozessbeschreibung und Zeitfindung nutzen - Grund, einen ursächlichen Zusammenhang zu vermuten?

Prozessmodell und Prozessauflösung

Bisher wurde festgestellt, dass vom OEM-Fachplaner eine größere Planungstiefe abgefordert wird, was einen höheren Abstimmungsbedarf hervorruft. Dies muss natürlich Niederschlag in den verwendeten Prozessmodellen finden. In Abbildung 2 ist dieser Zusammenhang als Wahrnehmung des Prozesses in verschiedenen Ebenen dargestellt: Obwohl es objektiv keine Unterschiede in der Auflösungsmöglichkeit von Prozessen gibt, erfolgt die Wahrnehmung mit unterschiedlicher Schärfe.

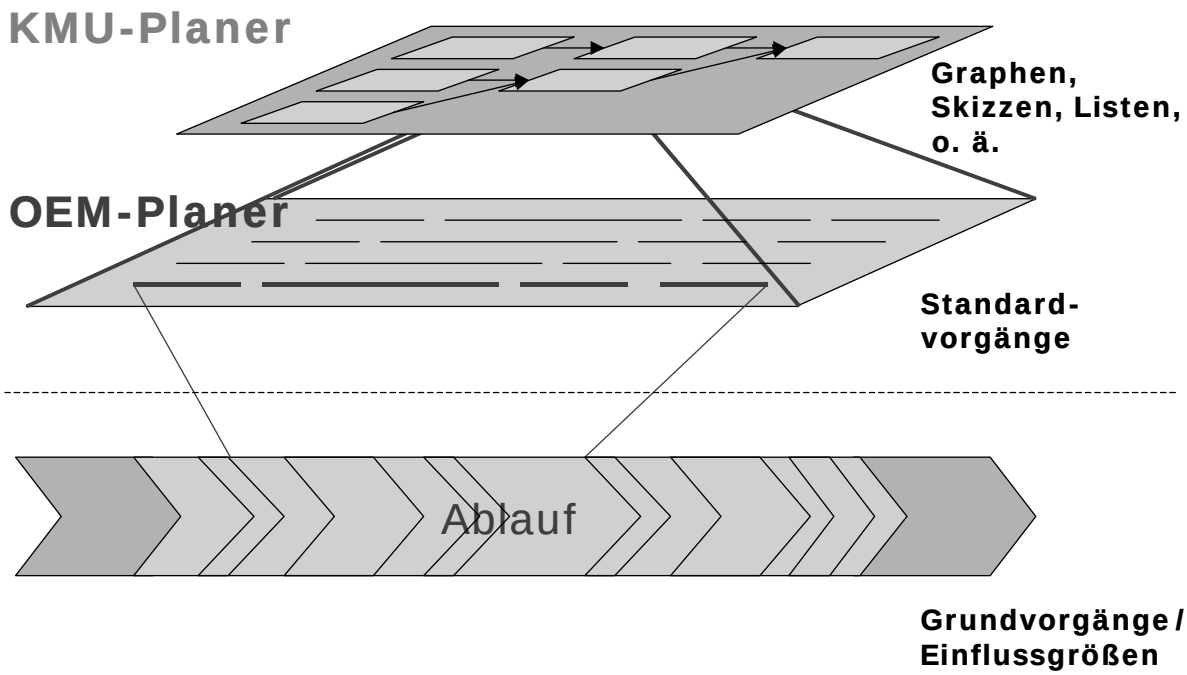


Abbildung 2: Wahrnehmung des Prozesses in Ebenen

Grund dieser Wahrnehmungsunterschiede ist der beherrschbare Komplexitätsgrad der Planungsaufgabe. Dieser wird in Abbildung 2 auf die Anzahl zu planender Schritte vereinfacht. Beide Planer (KMU und OEM) können unter der Annahme gleicher Fähigkeiten und Fertigkeiten die gleiche Anzahl von Schritten bearbeiten. Während der auf den Gesamtprozess fokussierte KMU-Planer unter diesen Bedingungen den Prozess niemals bis auf die Ablaufebene durchdringen kann, ist dies für den OEM-Planer Normalität. Der KMU-Planer muss daher mit verdichteten Informationen planen, während der OEM-Planer „näher“ am realen Prozess arbeitet.(Häufig ist das am Beispiel der Zeitfindung nachzuvollziehen: Muss sich ein Großserienplaner über die Einflussgrößen auf die Montagezeit detailliert Gedanken machen, nimmt der KMU-Planer diese oft als gegebene Information aus betrieblicher Erfah-rung oder Vergleichsdokumenten hin. Er nimmt die Zeit aufgrund fehlender Planungstiefe lediglich als Kalkulationsgrundlage, nicht jedoch als Gestaltungsfeld wahr.).

Dennoch müssen sich KMU und OEM in ihrer Lieferantenbeziehung planungsseitig „verstehen“. Das bedeutet, beide Planer brauchen eine standardisierte Kommunikationsplattform, um gemeinsam die für sie jeweils relevanten Prozessinformationen zu nutzen. Dabei wird die Bedeutung der Prozessauflösung deutlich. Hier gilt es, Informationsangebot von unten und Informationsnachfrage von oben durch sinnvolle Filter abzugleichen, d. h. welche Information wird wie von unten nach oben durchgeleitet.

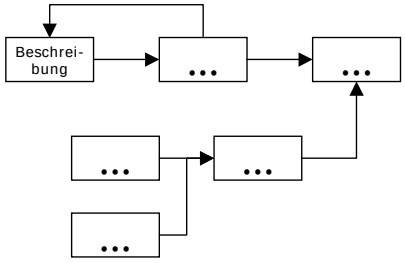
<table>
<tr><th></th><th>Zulieferer (KMU)</th><th>OEM</th></tr>
<tr><td>Prozess-modell</td><td>▪ Nicht formalisiertes Beschreibungsmodell
 
</td><td>▪ Standardisierte MTM-Prozessbeschreibung
<table>
<tr><th>Kode</th><th>Beschreibung</th><th>A*H</th><th>Zeit</th></tr>
<tr><td>...</td><td>Standardvorgang 1</td><td></td><td>14,3</td></tr>
<tr><td>...</td><td>Standardvorgang 2</td><td>12</td><td>65,6</td></tr>
<tr><td>...</td><td>...</td><td>...</td><td>...</td></tr>
<tr><td colspan="3">∑</td><td>514,4</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Ergebnis</td><td>▪ Struktur</td><td>▪ Ablauf + Normzeit</td></tr>
<tr><td>In-formations-gehalt</td><td>▪ Technologiefolge
▪ Ggf. Teile, Baugruppen
▪ Ggf. Arbeits-/Sach-mittel
▪ Zeit</td><td>▪ Kostentreiber im Prozess (z. B.: Wege, Positionieraufwand)
▪ Gestaltungschancen (Produkt, Layout, Logistik, Ergonomie)
▪ Informationsbasis für Arbeitsorganisation</td></tr>
</table>

Abbildung 3: Vergleich der Prozessmodelle von KMU- und OEM-Planern

MTM als Prozesssprache

Die Modellierung von Prozessen mit MTM basiert auf der Tatsache, das Prozesse auf der elementaren Ebene aus einer begrenzten Anzahl sich wiederholender Abschnitte bestehen. Eine in der Praxis übliche, auf den informellen Kern von Prozessen verdichtete Darstellung dafür ist der Ablaufabschnitt (vgl. [REF72]. Sie lehnt sich an das Modell des Arbeitssystems an und kennzeichnet dort eine „Bestimmungsgröße, mit der das Zusammenwirken der Ressourcen Mensch und Arbeits-/Sachmittel bei der Eingabe-Ausgabe-Transformation beschrieben wird“ (vgl. [BLa06]).

Bereits Untersuchungen am Anfang des 20. Jahrhunderts [Gil21] zeigten, dass die Anzahl möglicher Unterschiede zwischen Ablaufabschnitten bei der manuellen Arbeit bei einer Prozessauflösung bis in die Ebene von Grundbewegungen gering genug ist, um eine handhabbare Anzahl universeller Prozessbausteine klassifizieren zu können. Dies führte zur Entwicklung von MTM-1 [LMS40]. Aus der Weiterentwicklung dieser Prozesssprache mit dem Fokus auf Aggregationsebenen, die modulare Prozessbausteine mit verdichteten Informationen beinhalten, entstand das heutige MTM-Prozessbausteinsystem (siehe Abbildung 4). Dort finden neben der hierarchischen Prozessauflösung mittels sogenannter Prozesstypen auch Spezifika Beachtung, welche eine definierte Arbeitsorganisation einschließlich der daraus resultierenden Routinebildung beim Mitarbeiter berücksichtigen.

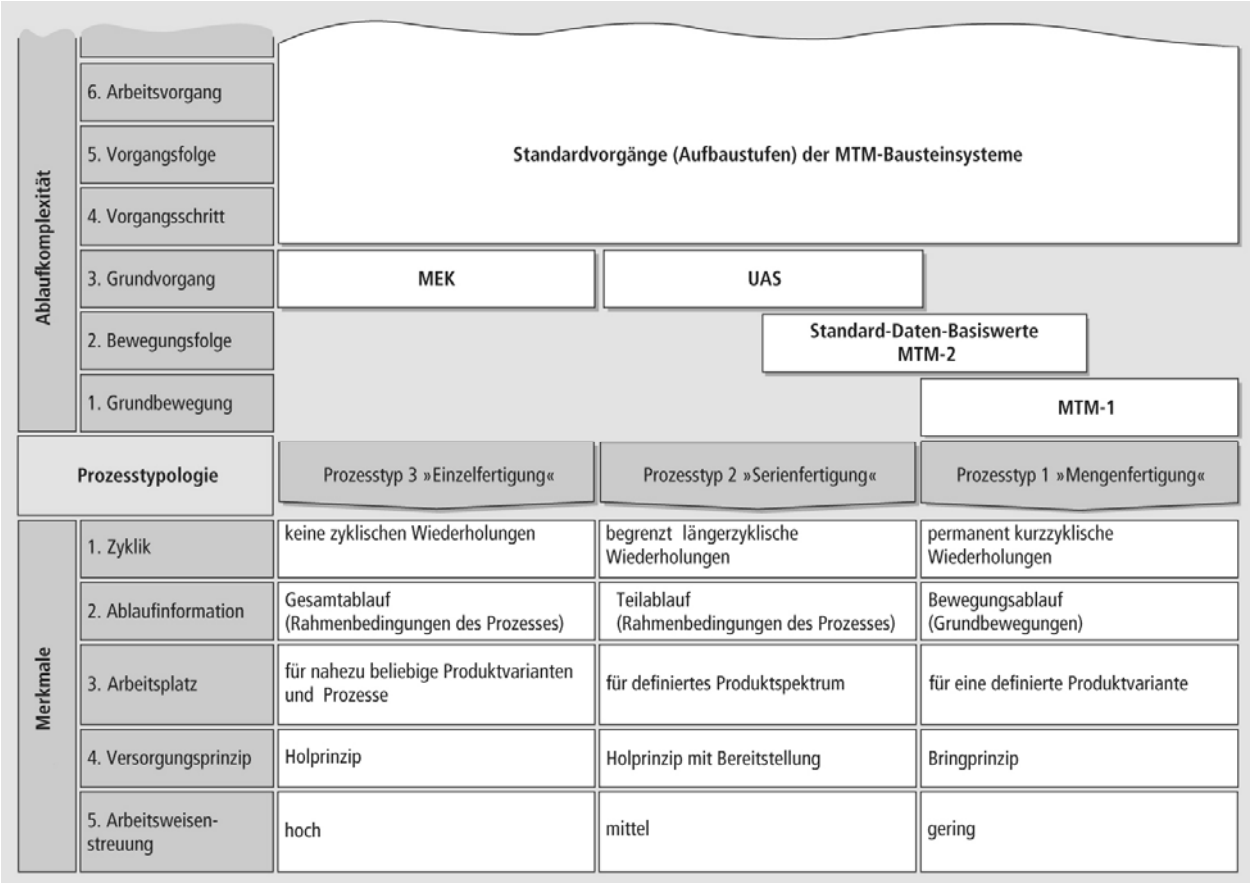


Abbildung 4: MTM-Prozessbausteinsystem

Mit Hilfe dieser Bausteine gelingt es heute unter Einsatz moderner DV-Tools (Standardsoftware für die Erstellung und betriebliche Nutzung von MTM-Prozessbausteinen ist TiCon®), Informationen für Kalkulation und Gestaltung von Arbeitsabläufen durchgängig in der notwendigen Schärfe bereitzustellen. Das nutzen weltweit erfolgreiche Unternehmen unterschiedlichster Branchen wie AIRBUS, BSH, DaimlerChrysler, LINDE u. a. m., um das Wissen von Planungsbeteiligten und Planungsbetroffenen unter- und mitein-ander zu vernetzen und daraus entstehende Synergiepotenziale für die Gestaltung der Leistungserstellung zu nutzen.

Kontakt: MTM-Institut
Eichenallee 11
15738 Zeuthen
institut@dmtm.com

Literatur

[BLa06] Produktivitätsmanagement von Arbeitssystemen. Stuttgart: Schaeffer-Poeschel, 2006.

[Gil21] Gilbreth, F.B.: Bewegungsstudien. Berlin: Verlag Julius Springer, 1921

[LMS40] Lowry, S.M., Maynard, H.B., Stegemerten, G.J.: Motion and Time Study. New York: McGraw-Hill Book Company, 1940.

[REF72] REFA (Hrsg.): Methodenlehre des Arbeitsstudiums. Bd. 2 Datenermittlung. München: Hanser, 1972.

Die Lösungskompetenzdatenbank–ein Beitrag zur Netzwerkbildung

Mag. Math. Ebeling, Karl-Heinz, EIC EBELING Industrie Consult

Seit 1992 auf dem Gebiet der Netzwerkorganisation, Initiierung etc. tätig. Die Idee zur Lösungskompetenzdatenbank entstand evolutionär seit 1995 und verstärkt in Zusammenarbeit mit Thüringer und Sächsischen Mittelständlern seit 1999.

1 Szenario

Ein Unternehmen hat ein Problem und sucht einen Lösungspartner.

Was tut er: Er sucht!

Wo:

- Zunächst in seinem Bekanntenkreis (Zulieferer, Kunden, regionales Umfeld)
- In Datenbanken, wobei der Begriff nicht an EDV gebunden ist. Auch ein Branchen-telefonbuch ist eine Datenbank.

Wird er fündig? Vielleicht, aber nicht sicher.

Weil: Alle dem Autor bekannten Datenbanken / Nachschlagewerke sind nicht lösungs-orientiert.

Sie sind entweder branchenorientiert – was nützt es ihm, wenn sein Problem branchenneutral ist.

oder produktorientiert – er will aber kein Produkt sondern einen Partner.

Das ist das Dilemma!

Der Unternehmer findet für sein Problem in den herkömmlichen Unternehmens-präsentationen – ob elektronisch oder auf Papier – den Lösungspartner nicht!

Einschränkung:

Selbstverständlich findet er irgendwann und irgendwo einen Partner für sein Problem, aber mit welchem Aufwand und zu welchem Preis!

Einige Praxisbeispiele:

- Ein Unternehmen braucht eine Spezialtechnologie.
- Er verfährt insgesamt 700 km und wird fündig.
- Er wusste nicht, dass nur 25 km entfernt, diese Technologie verfügbar ist.
- Um eine Arbeitsgangkooperation zu vervollständigen, wird eine Kette zwischen drei Unternehmen aufgebaut. Die Teile werden zwischen Sachsen und Thüringen hin- und hergefahren. Obwohl der Arbeitsgang zwischen beiden Unternehmen zu finden war. Keine wusste es, weil der neue Kooperationspartner diesen Arbeitsgang nicht zu seinen Kernkompetenzen zählte.

- Ein Unternehmen der Spezialoptik hat ein Elektronikproblem und findet seinen Lösungspartner im Münsterland, obwohl die Spezialisten nur 40 km entfernt waren. Hier war es u.a. die artfremde Problembeschreibung.
- usw.
- Ein großes AHA-Erlebnis ist immer wieder auf Messen und Ausstellungen zu finden, wenn in Standgesprächen die Unternehmen untereinander feststellen, was alles in ihrer Nähe an Wissen und Technologie vorhanden ist.

Was ist zu tun?

2 Der Lösungsweg

2.1 Welche Informationen werden benötigt?

Die Daten- und Informationsaufbereitung muss so erfolgen, dass sie den normal menschlichen Vorgängen bei einer Lösungssuche folgt.

Den Leitfaden dazu lieferte Rolf Schumann (+), der ehemalige geschäftsführende Gesellschafter der „Gelenkwelle Stadtilm“, der im Rahmen vieler Diskussionen mit Unternehmen und dem Autor den Satz prägte:

> **„Wenn ich weiß was er herstellt und wie er es herstellt, dann weiß ich auch was er kann“** (Zitat nicht ganz wörtlich)

Damit war aus Unternehmersicht (!) eindeutig und vollständig beschrieben, welche Informationen in eine solche Datenbank gehören und warum.

2.2 Wie können die Informationen zur Hilfe bei Problemlösungen werden?

Auch hier kommt uns die Praxis zur Hilfe:

Teil 1:

Wie fragt ein Probleminhaber, wenn er einen Problemlöser sucht?

Das ist zu analysieren und in einer Frage / Antwort Systematik so zu klassifizieren, dass es sich zu einem lebenden System entwickelt.

Daraus ergibt sich ein „Lexikon“ von branchenüblichen aber auch branchenübergreifenden Fachbegriffen, die im normalen Lösungsgespräch ebenso üblich sind.

Man kann auch sagen, es entsteht ein Synonymwörterbuch, das ständig fortgeschrieben werden muss.

Teil 2:

Eines der zu lösenden Kernaufgaben ist allerdings nicht die Organisation der **Suche** in diesem Informationskooperationswerkzeug sondern des **Findens**.

Nach allen Befragungen und Diskussionen mit Unternehmern hat sich herausgestellt, dass spätestens nach der dritten Abfrage bzw. dem dritten Suchkriterium, entweder eine Lösung oder ein geeigneter Lösungspartner gefunden werden muss oder ein Hinweis wer helfen könnte

- im Sinne eines Notrufes an einen Dienstleister, der sich dann **„kümmern“** muss. Andernfalls wird das System nicht angenommen.

2.3 Zusammenfassung

Wir haben jetzt ein aus der Praxis geborenes Informationssystem mit einer „Findemaschine“, welches helfen kann, sehr schnell und effektiv Kooperationsbeziehungen herzustellen bzw. für den Probleminhaber einen Problemlösungspartner zu finden.

Falls sich ein solcher Partner noch nicht im Informationssystem befindet, so muss ein **„Kümmerer“** diesen Auftrag übernehmen.

Mit der vereinfachten grafischen Darstellung (siehe Abbildung 1) haben wir ein effektives Werkzeug zur Entwicklung von horizontalen, vertikalen oder gemischten zielorientierten Netzwerken.

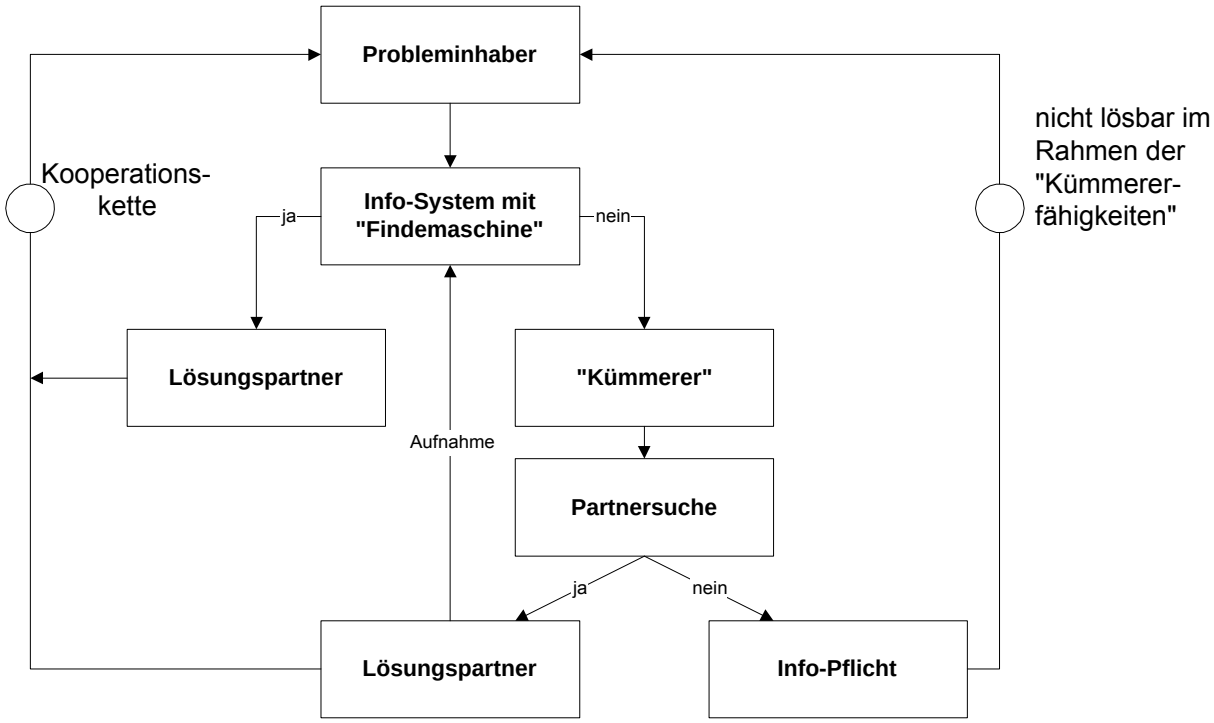


Abbildung 1: vereinfachte grafische Darstellung

Es muss aber deutlich gesagt werden, dass dieses System nur dann leben und sich entwickeln kann, wenn es ständig aktuell gehalten wird und diese Aufgabe kann man nicht dem Nutzer / Partner oder nur der Elektronik überlassen, sondern es bedarf eines verantwortungsbewussten

„Kümmerers“

und dies ist ein Mensch bzw. ein Team, welches sich dem Erfolg dieses Systems verpflichtet fühlt.

Fehlt dieser „Kümmerer“, so ist diesem System das selbe Schicksal beschieden, wie allen nicht aktuellen Informationsmedien:

„Was nützt mir die Nachricht aus der Zeitung von letzter Woche.“

3 Die Lösungskompetenzdatenbank in Außenverhältnis

3.1 Vorbemerkung

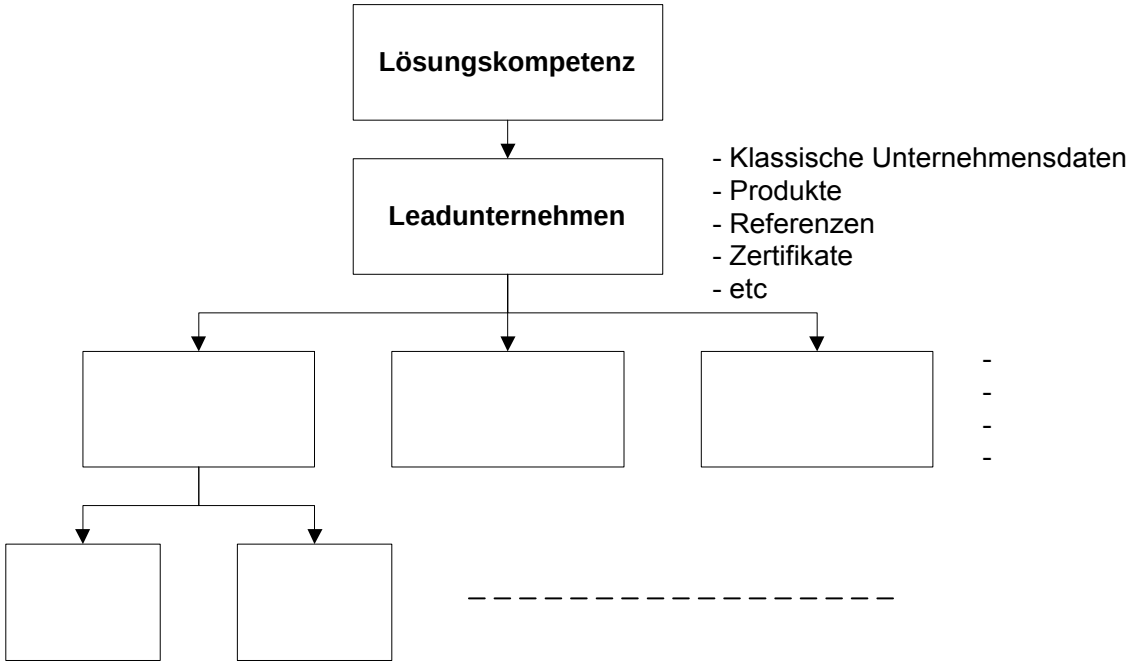
Der erste Teil bezog sich auf die Unterstützung der Bildung von Kooperationsketten bzw. zielorientierten dauerhaften oder temporären Netzwerken. Dieser Aufwand hat allerdings dann einen nachhaltigen Sinn, wenn daraus auch Zusatzgeschäft generiert werden kann bzw. eine Markterweiterung der Partner entwickelt werden kann.

3.2 Die Marktöffnungsmöglichkeiten

Während im Innenverhältnis das Finden der geeigneten Partner im Mittelpunkt steht, muss das Gefundenwerden im Zentrum der Überlegungen stehen, wenn es um die Marktarbeit geht.

Hier müssen die Gewohnheiten, z.B. der OEM so abgebildet werden, dass eine Entscheidung für die Netzwerkpartner schon dadurch unterstützt wird, dass die Kompetenz einfach strukturiert dargestellt wird.

Aus Gesprächen und Diskussionen des Autors mit dem Einkauf unterschiedlicher Großunternehmen, den Erfahrungen von mittelständischen Kunden der OEM, sowie in Auswertung der Arbeiten anderer Netzwerke (Cluster), hat sich eine Struktur der Informationsbereitstellung in den Kompetenzen ableiten lassen, die sich generalisiert wie folgt abbilden lässt:



Nach diesem Standard lassen sich alle Lösungskompetenzen, ob Einzelunternehmen oder komplexes Netzwerk, darstellen, bereitstellen und in andere z.B. Einkaufsnetzwerke der OEM einbinden.

Allerdings gilt auch hier:

> Es nützt nur, wenn das System aktuell ist.

4 Zusammenfassung

Was bisher fehlt in der Unterstützung von Netzwerkbildungen ist ein effektives modernes IT-Werkzeug für diese Prozesse.

Nach Meinung des Autors muss es:

- erstens aus der Praxis heraus entwickelt werden
- mediumgerecht sein (Es hat keinen Sinn z.B. im Internet die „Gelben Seiten“ nochmals abzubilden!)
- ständig aktuell gehalten werden.

Eine Möglichkeit dazu bildet die Lösungskompetenzdatenbank, wie sie hier vorgestellt wurde, mit einem personifizierten „Kümmerer“ als ständiger persönlicher Ansprechpartner.

Gestaltung und Bewertung regionaler Logistiknetzwerke

Dipl.-Ing. Thomas Seidel, 4flow AG

1 Situation des Supply Chain Managements

Das Supply Chain Management sieht sich zahlreichen Herausforderungen gegenüber, die die effiziente Versorgung von Kundenbedürfnissen zu einem immer komplexeren Aufgabenfeld werden lassen. Der Markt zeichnet sich durch eine wachsende Zahl globaler Konkurrenten aus, die die Kundenwünsche schnell und individuell befriedigen können. Interkontinentale Transportverbindungen stellen keine technischen Hürden mehr dar und ermöglichen so den Aufbau globaler Beschaffungs- und Distributionsnetzwerke. Sowohl die weltweite Transparenz über Preisniveaus, als auch der Kostendruck durch Produktion in Billiglohnländern verschärfen die Wettbewerbssituation. Hinzu kommen neue Technologien in Produktion und Kommunikation sowie ein sich durch den Abbau von Handelsbarrieren immer weiter öffnender globaler Markt. Diese Entwicklungen wirken sich direkt auf die Situation des Supply Chain Management aus. Unternehmen agieren in einem globalen Umfeld. Sie konzentrieren sich auf ihre Kernkompetenzen und lagern nicht-wertschöpfende Prozesse weitgehend aus. Der Kunde und seine individuellen Wünsche stehen im Mittelpunkt der Bemühungen. Diese Aspekte gehen einher mit dem starken Bedarf nach Transparenz über die globalen Netzwerke und Prozesse und führen damit auch zu einem Wettbewerb um die besten Informationen. [Gab03]

2 Netzwerktypisierung

Die vor diesem Hintergrund entstehenden Wertschöpfungsnetzwerke zeichnen sich im Wesentlichen durch fünf Merkmalsgruppen aus. Netzwerke sind verteilt, d.h. sie bestehen aus mehreren Einheiten, die zum Zwecke der Leistungserstellung arbeitsteilig zusammenarbeiten. Sie sind multifunktional, d.h. ihre Einheiten übernehmen Produktions- und/oder Versorgungsaufgaben. Dabei sind die Einheiten teilautonom, können bestimmte Umfänge der Leistungserstellung also selbstständig ausführen. Es herrscht das Prinzip der Organisationsfreiheit, somit keine vorgeschriebene ablauforganisatorische Verknüpfung der Einheiten. Stattdessen sind diese durch wahlfreie Informations- und Güterströme miteinander vernetzt [Zel99].

Aus dieser Merkmalsbeschreibung lassen sich entsprechende Typen von Wertschöpfungsnetzwerken ableiten [Zel99].

- Engineering-Netzwerke für die Entwicklung komplexer, wissensintensiver Produkte
- Lieferanten-Netzwerke für die effiziente Versorgung von Produktionsstätten
- Dauerhafte, regionale Produktionsverbünde
- Dauerhafte Manufacturing-Netzwerke (v.a. in Automobil- und Luftfahrtindustrie)
- Temporäre Produktionsverbünde als Virtuelle Produktionsunternehmen
- Handels-Netzwerke, die sich über mehrere Handelsstufen vom Groß- bis zum Einzelhandel erstrecken
- Recycling-Netzwerke

Für all diese Netzwerkformen sind die Vor- und Nachteile einer globalen bzw. regionalen Ausprägung abzuwägen. Bei ersterer finden die wertschöpfenden Aktivitäten nach funktionalen Gesichtspunkten stark verteilt statt. Letztere sind durch eine starke regionale Konzentration der Leistungserstellung gekennzeichnet.

Globale Netzwerke haben dabei meist den Vorteil geringer Lohnkosten. Hinzu kommen staatliche Subventionen und niedrige Abgaben. Vor Ort finden die Unternehmen ebenso wichtiges Know-how in Form ausgebildeter Mitarbeiter und eine ausgeprägte Lieferantenbasis. Auch Rohstoffverfügbarkeit ist oftmals ein wesentlicher Vorteil der globalen Aufstellung.

Im Gegensatz dazu überzeugen regionale Netzwerke durch ihre geringe Komplexität. Neben den niedrigen Transportkosten als weiteres Hauptargument wirken geringeres Risiko, das Fehlen von Währungsschwankungen und stabile politische und rechtliche Rahmenbedingungen als wesentliche Vorteile der Regionalität.

Diese gegenläufigen Argumente nehmen zu bzw. ab je stärker sich Netzwerke global bzw. regional ausrichten [Tub05].

3 Regionale Wertschöpfungsnetzwerke

Regionale Wertschöpfungsnetzwerke entstehen und agieren, um sich die oben genannten Vorteile zu Nutze zu machen. Im Gegensatz zu den beschriebenen Typen regionaler Wertschöpfungsnetze setzen neue Ansätze auf einen temporären Zusammenschluss von Unternehmen zur Leistungserstellung [SFB06]. Gerade in dieser Kurzfristigkeit kann ein großer Vorteil regionaler Netzwerke liegen. Sowohl die geringeren Transportkosten als auch die stabilen und unkomplizierten Rahmenbedingungen sprechen vor dem Hintergrund kurzer Produktlebenszyklen dafür. Unternehmen mit den entsprechenden Kompetenzen finden sich für die Leistungserstellung zusammen und befriedigen eine vorliegende Marktnachfrage. Durch ihre Expertise in ihren Geschäftsgebieten erfolgt der Zusammenschluss effizient und rasch. Der Vorteil liegt nicht zuletzt in dieser Flexibilität, die globale Netzwerke - oftmals mit langen Anlaufzeiten und großen Investitionen verbunden - nicht bieten können.

4 Bewertungsprozess

Nichtsdestotrotz ist die Vorteilhaftigkeit regionaler Wertschöpfungsnetzwerke im Wettbewerb mit globalen Lösungen nachzuweisen und zu bewerten. Es entsteht ein Bedarf an effizienter und rascher Bewertung von Netzwerkalternativen, sowohl im Vergleich globaler und regionaler als auch im Vergleich regionaler Netzwerke untereinander.

Diese Planung wird verstanden als Entscheidungsunterstützung für die Auswahl zu-künftiger Handlungsalternativen. Die Komplexität der Planungsaufgabe macht den Einsatz von Softwarewerkzeugen notwendig. Dies schafft Transparenz und eine gemeinsame, kontinuierliche Planungsbasis. Dadurch wird aus dem diskreten, einmaligen Akt der Planung eine kontinuierliche Aufgabe über den Lebenszyklus des Produktes bzw. Wertschöpfungs-netzwerkes. Strukturveränderungen werden früh erkannt, überplant und dadurch Kosten vermieden. Ein standardisierter, software-unterstützter Planungsprozess ist somit effizienter und liefert rasch hochwertige Planungsergebnisse [Wol05].

5 Bewertung der Chancen regionaler Wertschöpfungsnetzwerke

Regionale, westeuropäische Produktionsnetzwerke stehen in Konkurrenz zu Niedriglohn-regionen. Sie können nicht über den Teilepreis konkurrieren, da die Wertschöpfungskosten in Westeuropa auf Dauer deutlich über dem Niveau in den Schwellenländern liegen werden [BCG04].

Eine Chance liegt zum einen im Wettbewerb über die Qualität der Leistungserstellung und der Endprodukte - in Entwicklung, Produktion und Service über den gesamten Produktlebenszyklus. Zum anderen ist für eine wirtschaftliche Entscheidung die Betrachtung der Total Cost of

Ownership unabdingbar. Diese setzen sich aus Teilepreis (= Materialkosten inkl. Produktionskosten) und den Transportkosten bis zum Verbau- bzw. Verkaufsort zusammen.

Während eine Entscheidung auf Basis des Teilepreises meist einer Global-Sourcing-Variante den Vorrang einräumen wird, so kann die Total-Cost-Betrachtung zu dem Ergebnis kommen, dass die notwendigen Transportkosten den Teilepreisvorteil aufwiegen oder übertreffen und dadurch der regionale Bezug der Teileumfänge die wirtschaftlich sinnvollere Alternative darstellt.

Darüber hinaus sind die geringeren Transportkosten gerade regionaler Netzwerke eine weitere Chance im globalen und nationalen Wettbewerb. In regionalen Netzen der Kleinserienfertigung können dabei weitere Effizienzsteigerungen durch Transportoptimierungen erreicht werden. Während in der Massenfertigung hohe, kontinuierliche Transportaufkommen vorliegen, ist das Volumen in der Kleinserienfertigung oftmals über einen kürzeren Zeitraum diskontinuierlich verteilt und vergleichsweise gering. Hieraus leitet sich die Herausforderung einer effizienten Abwicklung der Transportvolumina ab.

Diese ist durch eine transparente Bewertung von Transportkonzepten von der Direktrelation bis hin zu Milkruns oder Rundläufen zu bewältigen.

6 Fallbeispiele

Zwei Fallbeispiele zeigen die Umsetzung dieser Chancen auf. Unter Anwendung der Standardsoftware zur Logistikplanung 4flow vista werden Fragestellungen der lokalen versus globalen Beschaffung und der Transportplanung innerhalb regionaler Netzwerke untersucht.

Die erste Fragestellung befasst sich mit der Beschaffung von Reifen für die Montage von Motorrädern in Werken in Österreich und den USA. Im Angebotsprozess wurden ein Lieferant in Brasilien bzw. Lieferanten in Deutschland und den USA als mögliche Bezugsquellen identifiziert. Die Belieferung aus Brasilien erfolgt direkt an den Standort in den USA bzw. über den Hafen Triest für den Standort in Österreich. Diese Lösung verursacht Logistikkosten (d.h. Transport, Umschlag und Lagerung inkl. Bestandskosten) in Höhe von 1,82 Mio. € pro Jahr. Im Gegensatz dazu summieren sich die Logistikkosten der Local-Sourcing-Lösung auf lediglich 382.000 € pro Jahr.

Unter Berücksichtigung der Teilepreise der Lieferanten kann nun eine Total-Cost-Betrachtung angestellt werden, um die wirtschaftlichere Lösung zu identifizieren. Der oftmals einseitigen Betrachtung des Teilepreises unter Vernachlässigung der Logistikkosten wird somit entgegen-gewirkt.

Dieser Ansatz bietet Wertschöpfungsnetzwerken in hochpreisigen Regionen die Möglichkeit ihre Wirtschaftlichkeit gegenüber dem globalen Wettbewerb nachzuweisen.

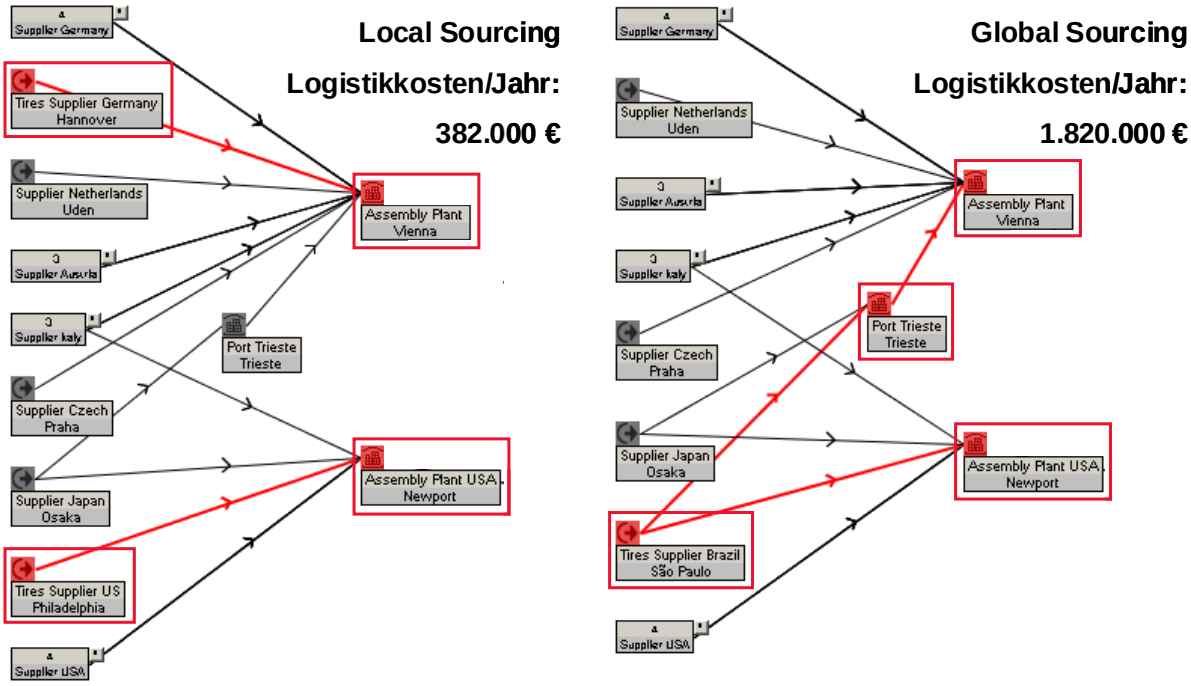


Abbildung 1: Logistikkostenvergleich Local Sourcing vs. Global Sourcing mit 4flow vista

Ist die Entscheidung zugunsten eines regionalen Bezuges von Teileumfängen gefallen, stellt sich die Frage der logistischen Anbindung der Lieferanten an das Wertschöpfungsnetzwerk. Die Abwicklung der Transporte kann dabei auf unterschiedliche Arten stattfinden, die jeweils in Abhängigkeit von Produkteigenschaften und Netzwerkstruktur divergierende Logistikkosten zur Folge haben. Während bei Direktrelationen Lieferantenstandorte einzeln angefahren und die Ladung direkt zum Zielstandort befördert werden, so werden bei einem Milkrun mehrere Orte zur Aufnahme von Vollgut angefahren. Pick up & Delivery wiederum sieht sowohl mehrere Aufnahme- als auch Abladestandorte für Vollgut vor. Eine Kombination von Vollgut- und Leergutfahrt ist mit dem Rundlauf realisiert, der ausgehend von einem Standort mehrere Stationen anfährt und wieder zum Ausgangsort zurückkehrt. Dabei werden Voll- und Leergut transportiert, wodurch eine hohe Auslastung des Transportmittels auf allen Strecken erreicht wird.

Im folgenden Beispiel sind Baugruppen von sieben Lieferanten an einen Montagestandort in Chemnitz zu transportieren. Bei einem Endproduktbedarf von 50.000 Stück pro Jahr werden Kombinationen von Direktrelationen und Milkruns auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht. Durch die Einrichtung von Direktrelationen entstehen Transportkosten von 5,25 Mio. € pro Jahr. Werden die sieben Standorte über einen Milkrun angebunden reduzieren sich die Kosten bereits auf 3,26 Mio. € pro Jahr. Aufgrund des hohen Durchsatzes werden für den Lieferanten in Hannover eine Direktanbindung, für die übrigen Standorte zwei separate Milkruns in Betracht gezogen. Dies senkt die Transportkosten nochmals auf 2,28 Mio. € pro Jahr. Die wirtschaftlichste Lösung stellt eine Integration des Lieferanten in Hannover in einen der bestehenden Milkruns dar. Diese Alternative verursacht Transportkosten in Höhe von 1,75 Mio. € pro Jahr.

Die Schaffung von Transparenz über das Logistiknetzwerk und die Bewertung von Transportalternativen bietet somit wiederum eine große Chance für regionale Wertschöpfungsnetzwerke, Effizienz und Serviceorientierung als vereinbare Zielgrößen anzustreben.

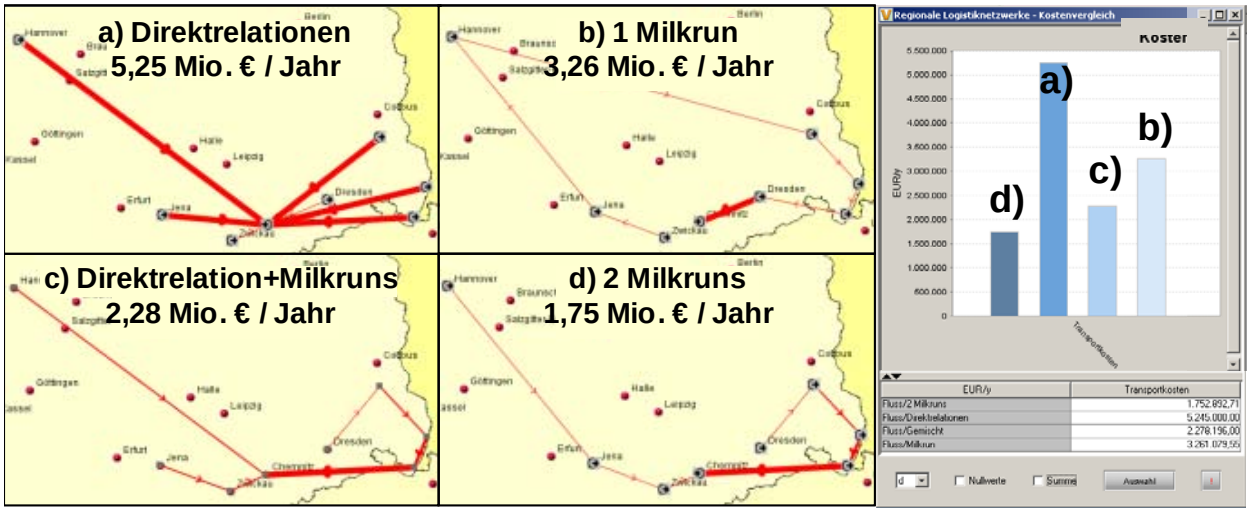


Abbildung 2: Kostenvergleich unterschiedlicher Transportkonzepte mit 4flow vista

7 Zusammenfassung

Im harten Wettbewerb einer immer stärker globalisierten Wirtschaft können regionale Wertschöpfungsnetze gerade in hochpreisigen Regionen nur durch die Konzentration auf ihre Wettbewerbsstärken bestehen. Neben hoher Qualität von der Produktentstehung bis zum After-Sales Service sind dies vor allem Vorteile, die auf der physischen Nähe der Netzwerkpartner beruhen. So können höhere Herstellkosten durch Logistikkostenvorteile wettgemacht werden. Sowohl die Bewertung der Gesamtkosten im Vergleich zu globalen Alternativen als auch die fundierte Planung der Transportkonzepte innerhalb des regionalen Netzwerkes bieten hierzu die Grundlage. Notwendige Voraussetzung hierfür ist ein effizienter Planungsprozess unterstützt durch Standardsoftware. Vor dem Hintergrund der Komplexität gerade auch regionaler Netzwerke kann so die schnelle Schaffung von Transparenz über das Netzwerk durch die kollaborative Arbeit im Team, die nachhaltige Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Netzwerkalternativen und die kontinuierliche Weiterentwicklung der Planungsergebnisse über den Produktlebenszyklus sichergestellt werden.

Literatur

[BCG04] The Boston Consulting Group: Capturing Global Advantage.

[Gab03] Gabriel, C.: Strategisches Supply Chain Design. Dissertation Nr. 2803. Universität St. Gallen, 2003.

[SFB06] Sonderforschungsbereich 457: Hierarchielose, regionale Produktionsnetze. www.tu-chemnitz.de/sfb457.

[TUB04] Technische Universität Berlin, Bereich Logistik: Unterlage zum Seminar Future Logistics.

[Wol05] Wolff, S.: Methoden und Werkzeuge der Netzwerkplanung. Präsentation. 23. Dortmunder Gespräche, Dortmund, 13.09.2005.

[Zel99] Zelewski, S; Fischer, K.: Ontologiebasierte Koordination von Anpassungsplanungen in Produktions- und Logistiknetzwerken mit Multi-Agenten-Systemen. Arbeitsbericht Nr. 5. Fachbereich 5. Wirtschaftswissenschaften Universität GH Essen.

Autonome Transformationseinheiten zur regelbasierten Modellierung vernetzter logistischer Prozesse

Karsten Hölscher, SFB 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse“,
Dr.-Ing. Renate Klempien-Hinrichs, Bremer Institut für Betriebstechnik und angewandte Arbeitswissenschaft
Dr.-Ing. Peter Knirsch, SFB 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse“,
Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Kreowski, Professur Theoretische Informatik
Dr.-Ing. Sabine Kuske, SFB 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse“,
Universität Bremen

(Diese Arbeit wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 637 “Selbststeuerung logistischer Prozesse” und von der Europäischen Union im Rahmen des RTN Projekts SegraVis “Syntactic and Semantic Integration of Visual Modelling Techniques” unterstützt.)

1 Einleitung

Datenverarbeitende Systeme bestehen heutzutage meist aus vielen Komponenten, die logisch und physikalisch verteilt sein können, die gelegentlich oder häufig interagieren und miteinander kommunizieren, die sich teilweise ad hoc zu Netzen verbinden können, die auch nicht unbedingt ortsgebunden sind, sondern sich bewegen oder herumgetragen werden können. Solche Komponenten mögen eigenständig agieren und Prozesse durchführen, doch erst ihre Vernetzung und ihr Zusammenwirken machen das Gesamtsystem aus und führen zur Erledigung der gestellten Aufgaben. Durch diesen Aufbau heutiger datenverarbeitender Systeme entsteht aber auch eine problematische Komplexität, die von der Heterogenität, der Verteiltheit und der nicht trivialen Kommunikation und Interaktion der Komponenten herrührt. Dieser Komplexität zu begegnen ist eine Aufgabe, der man sich beim Entwurf, der Analyse und der Weiterentwicklung von Systemen stellen muss und die nicht allein durch die verbesserte Rechenleistung heutiger Computer kompensiert werden kann. Eigenständig handelnde, verteilte Komponenten stellen aber nicht nur ein Problem dar, sie werden auch als Chance gesehen und als neues Paradigma, wie es sich in der wachsenden Popularität von Software-agenten zeigt.

Als grundlegend für den Entwurf, die Analyse und die Weiterentwicklung von Systemen erweist sich eine geeignete Modellierung. Viele der aktuellen Modellierungsmethoden, wie die UML (siehe [OMG]), haben Schwächen im Bereich der semantischen Fundierung, wie zum Beispiel in [Kus01] gezeigt.

Wir schlagen daher in dieser Arbeit das Konzept der autonomen Einheiten für die semantisch fundierte Modellierung solcher Systeme vor. Autonome Transformationseinheiten bilden eine Gemeinschaft in einer gemeinsamen Umgebung, in der sie ihre Aktivitäten entfalten und diese Umgebung dabei verändern können. Sie sind regelbasiert, wobei die Anwendung von Regeln gerade zu Veränderungen der Umgebung führt. Sie haben Ziele, die sie durch Anwendung der Regeln zu erreichen versuchen, und sie besitzen eine autonome Kontrolle, die ihnen in jeder Situation und zu jeder Zeit erlaubt, aus allen jeweils aktuell anwendbaren Regeln diejenige auszuwählen, die tatsächlich als nächste angewendet werden soll.

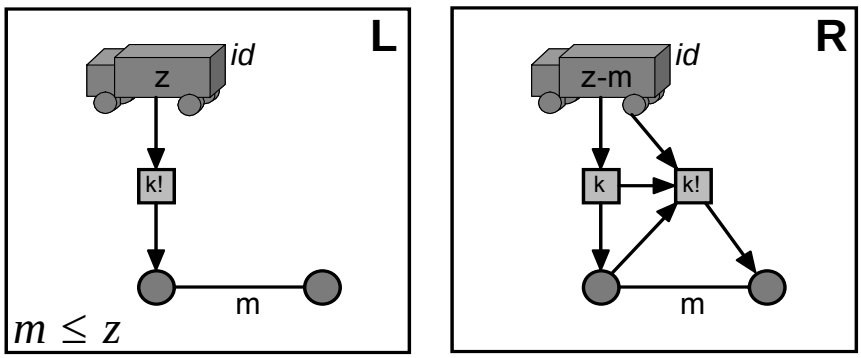
2 Selbststeuerung als neues Paradigma

Die Motivation, autonome Einheiten als Modellierungskonzept einzuführen, stammt aus dem Sonderforschungsbereich 637 „Selbststeuerung logistischer Prozesse – Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen“ (siehe z.B. [FHS04]), in dem interdisziplinär die Frage verfolgt wird, ob und unter welchen Umständen Selbststeuerung gegenüber der herkömmlichen Fremdsteuerung logistischer Prozesse Vorteile hinsichtlich Zeit, Kosten und Robustheit bringt. Kann man nicht, um die Planungs- und Berechnungskomplexität zum Beispiel in großen Transport- und Produktionsnetzen in den Griff zu bekommen, von der zentralen Steuerung abrücken und den einzelnen logistischen Objekten das Vermögen mitgeben, in gewissem Rahmen Entscheidungen selbstständig zu treffen? Inwieweit lässt sich die Effizienz und die Robustheit solcher Systeme durch das Vorhanden sein von Selbststeuerung steigern?

Die Leitidee bei der Modellierung mit autonomen Transformationseinheiten ist, die Möglichkeit zur Selbststeuerung in die Modellierung von vernetzten logistischen Prozessen zu integrieren und damit insbesondere einen Rahmen zu schaffen, in dem Selbststeuerungsmechanismen semantisch fundiert untersucht und miteinander verglichen werden können.

3 Modellieren mit Graphen und Graphtransformation

Graphische Repräsentationen werden häufig genutzt, um Ideen, Konzepte und deren Abhängigkeiten zu verdeutlichen. Eine besondere Rolle spielt dabei der Datentyp Graph: ein aus Knoten und Kanten bestehendes Konstrukt. Stellt ein Graph also nun eine gegebene Situation in einem System dar, so gestattet es die Graphtransformation (siehe [Roz97]) dieser statischen Sicht eine dynamische hinzuzufügen, indem der Graph über so genannte (Graph-)Regeln regelbasiert geändert wird. Um die Dynamik in einem gegebenen System sinnvoll modellieren zu können, d.h. mögliche Folgezustände eines Systems einzugrenzen, bedarf es neben der allgemeinen Regelanwendung noch einiger weiterer Kontrollmechanismen, die in der autonomen Transformationseinheit zusammengefasst sind. Es sei noch darauf hingewiesen, dass autonome Transformationseinheiten das Konzept der Transformationseinheiten verallgemeinern, wie es u.a. in [KKu99] untersucht wurde. Autonome Transformationseinheiten stellen einen generischen Ansatz dar, um Regelmengen zu strukturieren und Prozesse zu modellieren. Formal sind die Konzepte, die man dafür braucht, in dem *Transformationsansatz* $\mathcal{A}$ = ($\mathcal{G}$, $\mathcal{R}$, $\mathcal{X}$, $\mathcal{C}$) zusammengefasst. Er besteht aus einer Klasse $\mathcal{G}$ von Graphen, die *Umgebungen* genannt werden, einer Klasse $\mathcal{R}$ von *Regeln*, einer Klasse $\mathcal{X}$ von *Klassenausdrücken* und einer Klasse $\mathcal{C}$ von *Kontrollbedingungen*. Jede Regel $r \in \mathcal{R}$ spezifiziert dabei eine binäre Semantikrelation SEM(r) $\subseteq \mathcal{G} \times \mathcal{G}$, d.h. SEM($r$) gibt an, welche Graphen mittels r zu welchen Graphen transformiert werden können. Die folgende Grafik zeigt ein Beispiel für eine solche Regel. Beim Anwenden dieser Regel wird ein Vorkommen des linken Graphen durch eines des rechten ersetzt, wobei Knoten die sowohl in der linken als auch in der rechten Regelseite vorkommen erhalten bleiben. Knoten die nur in der linken Seite vorkommen werden gelöscht, Knoten, die ausschließlich in der rechten Seiten vorkommen werden hinzugefügt. Jedes Paar (G, H) $\in$ SEM(r) ist eine *Regelanwendung* von r, wird *direkte Ableitung* genannt und durch $G \Rightarrow_r H$ bezeichnet. Jeder Klassenausdruck $X \in \mathcal{X}$ spezifiziert eine Menge von Umgebungen SEM(X) $\subseteq \mathcal{G}$ als Semantik.



Jede Kontrollbedingung $C \in \mathcal{C}$ spezifiziert als Semantik eine binäre Relation auf Umgebungen SEM(C) $\subseteq \mathcal{G} \times \mathcal{G}$.

Eine *autonome Transformationseinheit* ist ein Konstrukt *aut* = (*goal, rules*, *control*), wobei *goal* $\in \mathcal{X}$ das *Ziel*, *rules* $\subseteq \mathcal{R}$ die *Regelmenge* und *control* $\in \mathcal{C}$ die *Kontrollkomponente* ist.

Ein *System autonomer Transformationseinheiten S = (A, I, T)* besteht aus einer Menge autonomer Einheiten *A*, Klassenausdrücken *I* und *T* für die *initialen* und die *terminalen Umgebungen,* die die *Gesamtziele* beschreiben.

Die intuitive Idee für die Definition einer nebenläufigen Semantik eines solchen Systems von autonomen Transformationseinheiten ist, dass alle autonomen Transformationseinheiten ihre lokalen Regeln *rules* zwar nebenläufig *aber* in einer Reihenfolge gemäß ihrer Kontrollkomponenten auf einen gemeinsamen Umgebungsgraph anwenden.

Für den Fall, dass die autonomen Transformationseinheiten sequentiell arbeiten definiert man: Ein *endlicher sequentieller Ablauf*, der auch *endliche Ableitung* oder *Berechnung* genannt wird, ist gegeben durch $(G_i)_i \in [n]$ mit $[n] = \{0,..., n\}$ für $n \in \mathbb{N}$, wobei für jedes $i = 1,..., n$ folgendes gelten muss: Es gibt eine autonome Transformationseinheit $aut_i = (goal_i, rules_i, control_i)$ und eine Regel $r_i \in rules_i$ für die gilt: $G_{i-1} \Rightarrow r_i\, G_i$ und $(G_{i-1}, G_i) \in$ SEM($control_i$).

Der wesentliche Unterschied zu den bekannten Transformationseinheiten ist, dass die bisherigen Abläufe von einer Haupteinheit gesteuert werden und keine Umgebungsänderungen stattfinden, die nicht von dieser Einheit kontrolliert werden. Erste Schritte in Richtung Parallelität, Nebenläufigkeit und Verteiltheit bei Transformationseinheiten sind in [KKu02, JKR05] dokumentiert.

4 Anwendungsszenarien

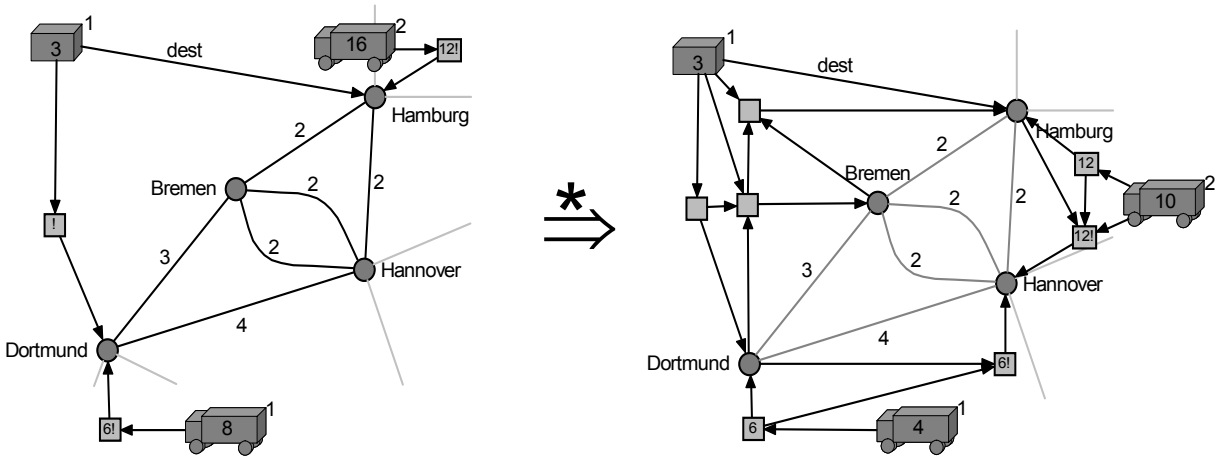
Das neue Konzept der autonomen Transformationseinheiten wird hier nur kurz durch zwei Beispiele illustriert. Zum einen werden Stellen/Transitionssysteme oder kurz S/T-Systeme (siehe [Rei98] für verteilte Systeme) als Systeme autonomer Transformationseinheiten betrachtet, wobei jede Transition zu einer eigenen autonomen Transformationseinheit wird. Zum anderen wird ein Transportnetz modelliert, in dem Fahrzeuge Güter zu ihrem Bestimmungsort befördern, wobei sowohl die LKWs als auch die Pakete als autonome Transformationseinheiten modelliert werden. Weitere Arbeiten zu autonomen Transformationseinheiten sind in [Kre05] und in [KKK06] zu finden.

S/T-Systeme

S/T-Systeme sind eine häufig verwendete Art von Petri-Netzen. Sie bestehen im einfachsten Fall aus einer Menge von Stellen, die Marken aufnehmen können, einer Menge von Transitionen, gerichteten Kanten zwischen Stellen und Transitionen oder Transitionen und Stellen und einer initialen Markierung der Stellen. Transitionen, die für die Dynamik im System zuständig sind, lassen sich als System autonomer Transformationseinheiten deuten. Umgebungen können in diesem Fall die S/T-Netze mit Markierungen sein. Regeln sind die Transitionen. Ihr Schalten definiert Regelanwendungen als Markierungsänderungen in der üblichen Weise. Als Klassenausdrücke kann man einzelne Markierungen nehmen, die sich selbst als Semantik beschreiben. Als Klassenausdruck wird außerdem der Standardausdruck *all* benötigt, der immer alle Umgebungen zulässt, und als einzige Kontrollbedingung wird die Standardbedingung *free* verwendet, die die Allrelation auf Umgebungen beschreibt und keinerlei Einschränkungen mit sich bringt. Betrachtet man dann eine einzelne Transition *t* als autonome Transformationseinheit *aut*(*t*) = (*all*, {*t*}, *free*), so wird ein S/T-Netz *N* mit Transitionsmenge T und initialer Markierung m_0 als System autonomer Transformationseinheiten $S(N,m_0)$ = ({*aut*(*t*) | $t \in T$ }, m_0, *all*) modelliert.

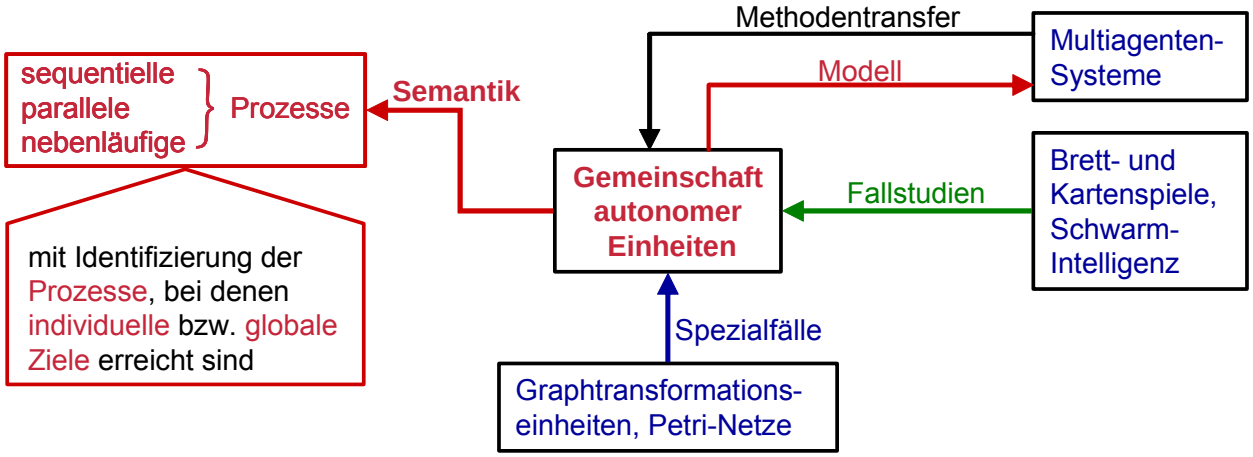
Transportnetz

Das Pickup-and-Delivery-Problem spielt in der Logistik eine bedeutende Rolle. Eine Anzahl von Transportern müssen Güter an verschiedenen Quellen abholen und an definierten Senken abliefern. Dabei sind einige Restriktionen wie Zeitfenster, verfügbarer Laderaum usw. zu beachten. Es hat sich u.a. in [KKK02] herausgestellt, dass dieses Problem sehr gut mit graphtransformatorischen Methoden zu modellieren ist. Auf der linken, unten stehenden Grafik ist die Ausgangssituation des Problems als Graph visualisiert:



Es ist ein Kartenausschnitt dargestellt mit den Städten Dortmund, Bremen, Hannover und Hamburg als Knoten und den benötigten Fahrzeiten als Kantenmarkierungen. Der LKW 1 mit freier Fahrzeit 8 befindet sich in Tour 6 in Dortmund, ein anderer LKW 2 mit freier Fahrzeit 16 in Hamburg. Das Stückgut 1 mit Gewicht 3 befindet sich in Dortmund und möchte nach Hamburg. Es ist noch in keiner Tour vorgesehen. Nun können die LKW unter Berücksichtigung ihrer maximalen Fahrzeit Touren planen. Dazu verwenden sie die weiter oben abgebildete Graphregel. Auch die weiter autonome Transformationseinheit des Stückguts hat Regeln und eine Kontrollkomponente, die es gestatten, eine Tour „autonom“ zu planen. Koinzidieren Wegstrecken von LKW und Gut, kann das Gut transportiert werden. Ein mögliches Ergebnis von wiederholten Regelanwendungen der Tourenplanung ist rechts in der Grafik abgebildet.

5 Zusammenfassung und Ausblick



Die oben abgebildete Grafik visualisiert die Ergebnisse und das Vorgehen der Untersuchung von autonomen Transformationseinheiten zur Modellierung von selbststeuernden Prozessen: Das bekannte Konzept der Transformationseinheiten wurde zu autonomen Transformationseinheiten erweitert und mit einer sequentiellen, einer parallelen und einer nebenläufigen Semantikdefinition versehen. Erste Fallstudien und Simulationen belegen die Angemessenheit der Modellierung sowie die Vorteile des gewählten visuellen Ansatzes. Vergleicht man autonome Transformationseinheiten mit Petri-Netzen oder Multiagentensystemen, zeigt sich der generelle Charakter dieser formalen Modellierungsmethode.

Literatur

[FHS04] Freitag, M.; Herzog, O.; Scholz-Reiter, B.: Selbststeuerung logistischer Prozesse – Ein Paradigmenwechsel und seine Grenzen. Industrie Management, 20(1):23–27, 2004.

[JKR05] Janssens, D.; Kreowski, H.-J.; Rozenberg, G.: Main concepts of networks of transformation units with interlinking semantics. In Hans-Jörg Kreowski, Ugo Montanari, Fernado Orejas, Grzegorz Rozenberg, and Gabriele Taentzer, editors, Formal Methods in Software and System Modelling, Lecture Notes in Computer Science Vol. 3393, pages 325–342. Springer Verlag, 2005.

[KKK06] Hölscher, K.; Knirsch, P.; Kreowski: H.-J.: Modelling Transport Networks by Means of Autonomous Units. In H.-D. Haasis, H. Kopfer, J. Schönberger, editors, Operations Research Proceedings 2005, pages 399-404. Springer, 2006.

[KKK02] Klempien-Hinrichs, R.; Knirsch, P.; Kuske, S.: Modelling the Pickup-and-Delivery Problem with Structured Graph Transformation. In Kreowski, H.-J.; Knirsch, P. (editors): Proc. APPLIGRAPH Workshop on Applied Graph Transformation (Satellite Event of ETAPS 2002), pages 119-130. 2002.

[KKu02] Knirsch, P; Kuske, S.: Distributed graph transformation units. In Corradini, A.; Ehrig, H.; Kreowski, H.-J.; Rozenberg, G. (editors): Proc. First International Conference on Graph Transformation (ICGT), Lecture Notes in Computer Science Vol. 2505, pages 207–222, 2002.

[KKu99] Kreowski, H.-J.; Kuske, S.: Graph transformation units with interleaving semantics. Formal Aspects of Computing, 11(6):690–723, 1999.

[Kre05] Kreowski, H.-J.: Autonomous Units to Model Cooperating Logistic Processes: Basic Features. In: Palwar, K.S.; et al., (editor): Proceedings of the 10th International Symposium on Logistics (ISL 2005), Lisbon, pages 377-380. 2005.

[Rei98] Reisig, W.: Elements of Distributed Algorithms – Modelling and Analysis with Petri Nets. Springer, 1998.

[OMG] OMG: Unified Modelling Language – Resource Page. http://www.uml.org

[Roz97] Rozenberg, G. (Hrsg.): Handbook of Graph Grammars and Computing by GraphTransformation, Vol. 1: Foundations. World Scientific, Singapore, 1997.

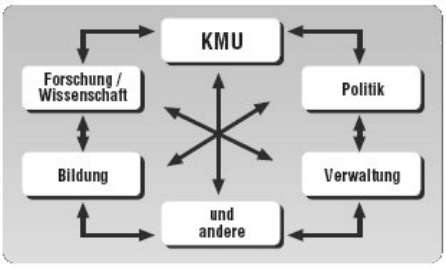
[Kus01] Kuske, S.: A Formal Semantics of UML State Machines Based on Structured Graph Transformation. In: Gogolla, M.; Kobryn, C. (editors): UML 2001 - The Unified Modelling Language. Modelling Languages, Concepts, and Tools, volume 2185 of Lecture Notes in Computer Science, pages 241-256. 2001.

Industrie- und Automobilregion Westsachsen e.V.

Autoland Sachsen

Innovation entsteht dort, wo sich **Partner** verschiedener Bereiche zusammenschließen, um **Wertschöpfung** und Wettbewerbsfähigkeit ihrer Region zu erhöhen.

... hat als Leitmotiv



... vertritt ein Netzwerk

IAW e.V.

... übernimmt folgende Aufgaben

Projektmanagement
- Ideenfindung u. Strukturierung
- Planung
- Beantragung
- Koordination u. Steuerung
- Verwaltung
- Abwicklung
- Vermarktung

Fördermanagement

Netzwerkmanagement

Personalmanagement

Finden von Kooperationspartnern

... bietet folgende Kompetenzen

Netzwerk – Know – How
- durch interdisziplinäre Kooperationsprojekte

Wissens- und Forschungsplattform
- Erfahrung von mehr als 20 realisierten Forschungsverbundvorhaben

Tradition von über 100 Jahren in der Region, insbesondere in den Bereichen:
- Automobilbau
- Werkzeug- und Textilmaschinenbau

Kontakt:

Industrie- und Automobilregion Westsachsen (IAW) e.V.
Lessingstraße 4
08058 Zwickau

Tel.: 0375 / 541-710
Fax: 0375 / 541-713
E-Mail: sekretariat@iaw-2010.de
Web: www.iaw-2010.de

Workshop 2

Gestaltung der Leistungserstellung in Netzwerken

Rapid-Prototyping Kompetenz in Entwicklungs- und Planungsprozessen

Thomas Hänel, Carsten Löser, Holger Dürr

1 Einleitung

Das Gebiet der generativen Fertigungsverfahren wird seit etwa 1987 in den USA und seit etwa 1990 in Europa und Deutschland in Form von Rapid Prototyping Verfahren erschlossen und hat sich in dieser Zeit von eher als exotisch anzusehenden Modellbauverfahren zu effizienten Werkzeugen für die Beschleunigung der Produktentstehung gewandelt. Unter dem Begriff Rapid Prototyping (RP) wird eine Vielzahl von zum Teil bereits ausgereifter und industriell angewandter sowie zum Teil neuer Fertigungsverfahren verstanden, die das Ziel haben, vorhandene 3-dimensionale CAD-Daten, möglichst ohne manuelle Zwischenschritte oder Nacharbeit, direkt und schnell in reale Bauteile umzusetzen. Der Herstellungsprozess der Modelle erfolgt in der Regel schichtweise, d.h. das Ausgangsmodell bzw. die Modellgeometrie wird erfasst und in Schnitte (Slices) mit definierter Schichtdicke überführt. Im anschließendem Rapid Prototyping Prozess werden diese einzelnen Slices schließlich Schicht für Schicht zum dreidimensionalen Körper zusammengeführt. Während die ersten Rapid-Prototyping Verfahren, wie Stereolithographie (SL) oder Laminated Object Modelling (LOM), das Ziel hatten, Anschauungsmodelle zu erzeugen, lassen sich mit den heute verfügbaren Verfahren nahezu alle Produktentwicklungsstufen überstreichen. Möglich sind Proportions-, Ergonomie-, Design- und Funktionsmodelle sowie Prototypen mit teilweisen Gebrauchseigenschaften. Über so genannte Folgetechnologien, z.B. Gießtechnologien, können die Modelle in Zielwerkstoffe (wie z.B. Titan) überführt werden, die mit Rapid-Prototyping Verfahren auf direktem Weg nicht herstellbar sind. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht heute gebräuchlicher Rapid-Prototyping Verfahren.

Abbildung 1: Übersicht über Rapid-Prototyping-Verfahren

Mit dem Ziel einer produktionstechnischen Unterstützung der Produktentwicklung und Arbeitsplanung im Sinne einer frühzeitigen fehlerfreien Kompetenzvernetzung war es die Aufgabe, das kompetenzzellenorientierte Vernetzungsmodell des SFB 457 um den Kompetenzrahmen „Rapid-Prototyping“ zu erweitern. Hierdurch soll zum einen durch die entsprechende Generierung physischer RP-Modelle der virtuelle Bereich der Produktentwicklung durch den prototypischen Bereich ergänzt werden. Zum anderen sollen Herstellbarkeits- und Montierbarkeitsprüfungen beschleunigt und damit verbunden die frühzeitige Festlegung von Prüfschritten im Rahmen der Qualitätssicherung ermöglicht werden.

2 Entwicklung des Kompetenzrahmens RP

Die Ableitung und Abgrenzung des Kompetenzrahmens „Rapid-Prototyping“ erfolgte in Analogie zu den Vorarbeiten zum Kompetenzrahmen Arbeitsplanung und Fertigung (vgl. [Meh04]). Ein Kompetenzrahmen definiert dabei ein sinnvoll abgegrenztes Wissensgebiet, das einem Teil des Wertschöpfungsprozesses entspricht, innerhalb dessen ganz spezifische Kompetenz-komponenten charakteristisch sind. Vor diesem Hintergrund war der erste Schritt, den Gesamtprozess des Rapid Prototyping mit seinen Subprozessen bezüglich Technologien, Aktivitäten, Informationsflüssen etc. darzustellen. In einem zweiten Schritt galt es dann, spezifische Kompetenzkomponenten für das Rapid-Prototyping zu selektieren und trennscharf in einem Kompetenzrahmen zu verankern.

Wie bereits in Abbildung 1 dargestellt, ist der Ausgangspunkt eines jeden Rapid-Prototyping Prozesses ein 3-dimensionales CAD Modell. Diese Ausgangs-CAD-Daten werden entweder durch einen Konstruktionsprozess neu generiert oder im Sinne des Reverse Engineering aus einem bestehenden Volumenmodell gewonnen. Beim Reverse Engineering müssen die Modelldaten zunächst erfasst und digitalisiert werden. Hierzu gibt es heute eine Vielzahl verschiedener Möglichkeiten. Grundsätzlich wird zwischen taktilen und berührungslosen Messsystemen unterschieden, wobei mit letzteren auch weiche Oberflächen und innere Strukturen zerstörungsfrei aufgenommen werden können. Über spezielle Software ist es möglich, aus aufgenommen Daten 3D-CAD-Modelle abzuleiten und in konventioneller Konstruktionssoftware weiterzuverarbeiten. Die Verbindung vom CAD zum Rapid-Prototyping erfolgt über Datenschnittstellenformate wie zum Beispiel STL, VDA-FS oder VRML. Hierbei handelt es sich um (Quasi-)Standardschnittstellen vieler CAD-Systeme, welche die geschlossene Beschreibung der Oberfläche von 3D-Körpern beinhalten. Die bedeutendste Schnittstelle ist das STL-Format. Sie beinhaltet die geschlossene Beschreibung der Oberfläche von 3D-Modellen mit Hilfe von Dreiecksfacetten.

Der nächste Schritt in der Rapid-Prototyping Prozesskette ist die Überprüfung der Daten. Bei der Transformation der CAD-internen Geometriedaten können verschiedene Fehler auftreten. Dies sind zum einen Umsetzungsfehler, welche zu einer Verfälschung der gefertigten Geometrie im Verhältnis zur konstruktiven Ausgangsbasis führen. Sie haben jedoch keinen Einfluss auf die Verarbeitbarkeit der Daten beim Rapid-Prototyping. Zum anderen kann es zu syntaktischen Darstellungsfehlern kommen, z.B. Lücken im Facettenmodell, doppelte Facetten oder falsche Orientierungen. Beim Auftreten von Fehlern in diesen Datenfiles ist eine Fertigung nur mit Einschränkungen oder überhaupt nicht möglich. Fehler müssen daher mit Hilfe von Software und zum Teil manuellen Eingriffen korrigiert werden.

Ein weiterer Schritt der Prozesskette ist die Definition des Zielwerkstoffes und die Auswahl eines entsprechenden Rapid-Prototyping Verfahrens. Mit jedem Verfahren sind spezifische Materialien – oft gebunden an den Anlagenhersteller – zum Bauteil verarbeitbar. Bei Werkstoffen die nicht direkt mit Rapid-Prototyping verarbeitbar sind, kommen Folgeverfahren zur Anwendung. Dies können z.B. Vakuumgießen, Feingießen, Sandgießen etc. sein. Hier muss eine Auswahl nach verschiedenen Parametern, wie z.B. maximale Abmessungen, zulässige Toleranzen oder Oberflächenrauheit bzgl. des Modells erfolgen. Im Anschluss erfolgt die Datenaufbereitung, insbesondere das Slicen der Modelle. Hierbei werden je nach Wahl des Rapid-Prototyping Verfahrens zum einen die Dicke der einzelnen Slices (Schichten) definiert und gegebenenfalls Stützkonstruktionen hinzugefügt. So ist es z.B. beim Fused Deposition Modelling notwendig, Überhänge oder Hinterschneidungen zu stützen. Diesen Aktivitäten schließen sich vorbereitende Maßnahmen zum eigentlichen Bauprozess an. Dies sind beispielsweise die Bauteilplatzierung, ggf. konstruktive Modifikationen wie Skalierung oder Einfärbung, etc. Nach dem Bauprozess sind je nach RP-Verfahren verschiedene Finish-prozesse durchzuführen. So ist beispielsweise das Bauteil beim 3D-Printing von losen Pulverpartikeln zu befreien, das Bauteil ist zu trocknen oder die Eigenschaften durch Infiltration mit Zusatzmaterialien zu modifizieren.

Bei der Erarbeitung des Rapid-Prototyping Kompetenzrahmens wurden alle Aktivitäten zur 3D-CAD-Modell Generierung, d.h. Konstruktion und Datenerfassung nicht berücksichtigt, da diese bereits in anderen Kompetenzrahmen, wie z.B. der Produktentwicklung, integriert sind. Bei der Betrachtung aller weiteren Prozesse wurde deutlich, dass das Rapid-Prototyping analog zur Arbeitsplanung und Fertigung in einen planenden und ausführenden Teil untergliedert werden konnte. In Anlehnung an die hybride Arbeitsplanungsmethodik lässt sich der planende Teil dabei in einen auftragsneutralen (generierenden) und einen auftragsbezogenen (projektierenden) Abschnitt differenzieren (vgl. Abbildung 2, [HSD06]). Des Weiteren lassen sich aus dieser Differenzierung die notwendigen Aufgaben zur Integration von Rapid-Prototyping in den KPZ-orientierten Vernetzungsansatz ableiten.

Auftragsneutraler (generierender) Abschnitt	**Auftragsbezogener (projektierender) Abschnitt**
- Datenüberprüfung und -korrektur - Rapid-Prototyping Verfahrensauswahl - Festlegung von Folgeprozessen - Festlegung von Finishprozessen - Anforderungsvektorableitung an RP-KPZ	- Datenaufbereitung - Bauprozessvorbereitung - Festlegung der technologischen Prozessparameter - Durchführung Rapid-Prototyping und Folgeprozesse
⬇ Integration der Aktivitäten in das Partialmodell der Arbeitsplanung	⬇ Ableitung eines RP-KPZ-Partialmodells in Form einer modifizierten Fertigungs-KPZ

Abbildung 2: Differenzierung der Abschnitte im RP-Prozess

Begeleitend zur Analyse des Rapid-Prototyping Gesamtprozesses wurde eine Datenbank geschaffen, in welcher der Stand der Technik von Rapid Prototyping und Folgetechnologien verankert ist und entsprechende technologische Auswahlkriterien hinterlegt sind. Diese Datenbank bildet zum einen die Grundlage zur Bildung einer Planungssystematik zur Auswahl von Rapid-Prototyping Technologien im Rahmen der auftragsneutralen Planung und gibt zum anderen den Rahmen für das Partialmodell der RP-KPZ vor.

3 Planungssystematik RP-Auswahl

Ziel der Planungssystematik ist es, auf schnellem Weg für ein vorgegebenes Modell und seine spezifischen Randbedingungen ein geeignetes Rapid-Prototyping Verfahren zu finden. Dem Planer wird somit ein Werkzeug in die Hand zu geben, mit dem er zum einen sein Experten-wissen abbilden und schnell Anfragen bzgl. Rapid-Prototyping Verfahren beantworten kann und somit schließlich den Anforderungsvektor für die Suche nach RP-KPZ zu definieren vermag.

Die RP-Verfahrensauswahl erfolgt in Anlehnung an die Planungssystematik nach KASCHKA (vgl. [Kas99]) hinsichtlich folgender Kriterien:

- gewünschter Zielwerkstoff,
- Abmaße des Modells,
- Kleinste Steggröße,

- Maßgenauigkeit,
- Oberflächenrauheit und
- Folgeverfahren.

Für die RP-Verfahrensauswahl wurde ein Softwareprototyp konzipiert und realisiert, der verknüpft mit der Datenbank auf einfache Weise anhand weniger Angaben ein passendes Rapid-Prototyping Verfahren auswählt und Alternativen vorgibt.

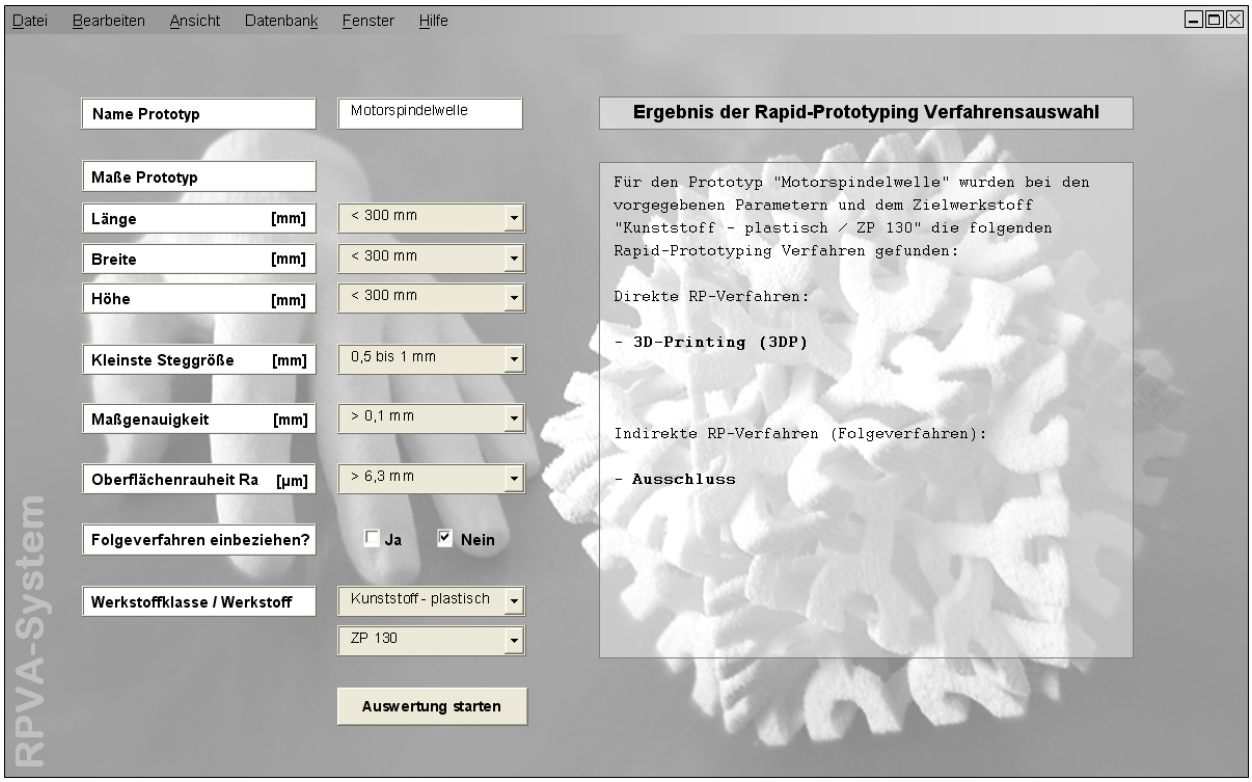


Abbildung 3: Planungsunterstützender Softwareprototyp

Die Datenbank und Software ist offen strukturiert, sodass jederzeit weitergreifendes Wissen integriert und für die Auswahlprozesse genutzt werden kann. Das Auswahlergebnis verbunden mit den vorgegebenen Parametern (Abmaße, Toleranzen, etc.) stellen gleichzeitig den Anforderungsvektor für die Suche nach geeigneten RP-KPZ durch das EVCM dar. Für eine Suche nach RP-KPZ müssen diese allerdings zunächst nach einer vorgegebenen Beschreibungsgrundlage (Partialmodell) erfasst sein.

4 Partialmodell RP-KPZ

Die Grundlage für das Partialmodell der RP-KPZ war das bereits strukturierte und im KPZ-orientierten Vernetzungsmodell integrierte Partialmodell der Fertigungskompetenzzelle (F-KPZ). Da Rapid-Prototyping prinzipiell eine spezielle Form der Fertigung ist und die Beschreibungselemente ähnlich denen einer Fertigungsanlage sind, wurde dieses Partialmodell als Vorlage genutzt und bezüglich der spezifischen Elemente des Rapid-Prototyping modifiziert. Ziel war die inhaltlich vollständige Beschreibung von Rapid-Prototyping Anlagen in der Modellierungssprache UML.

Die einzelnen Klassen des UML-Modells lehnen sich dabei an denen der F-KPZ an, d.h. neben einer detaillierten und spezifizierten Anlagenbeschreibung, wird diese erweitert um die Klassen Werkzeuge, Folgeverfahren, Peripherie (Finishprozesse), Hard- und Software sowie maschinenspezifische Elemente (Emissionen, Anschlussspezifikationen, etc.). Abbildung 4

zeigt als Ausschnitt des Gesamt-Partialmodells zur RP-KPZ die Beschreibung der nichtpersonellen Ressource.

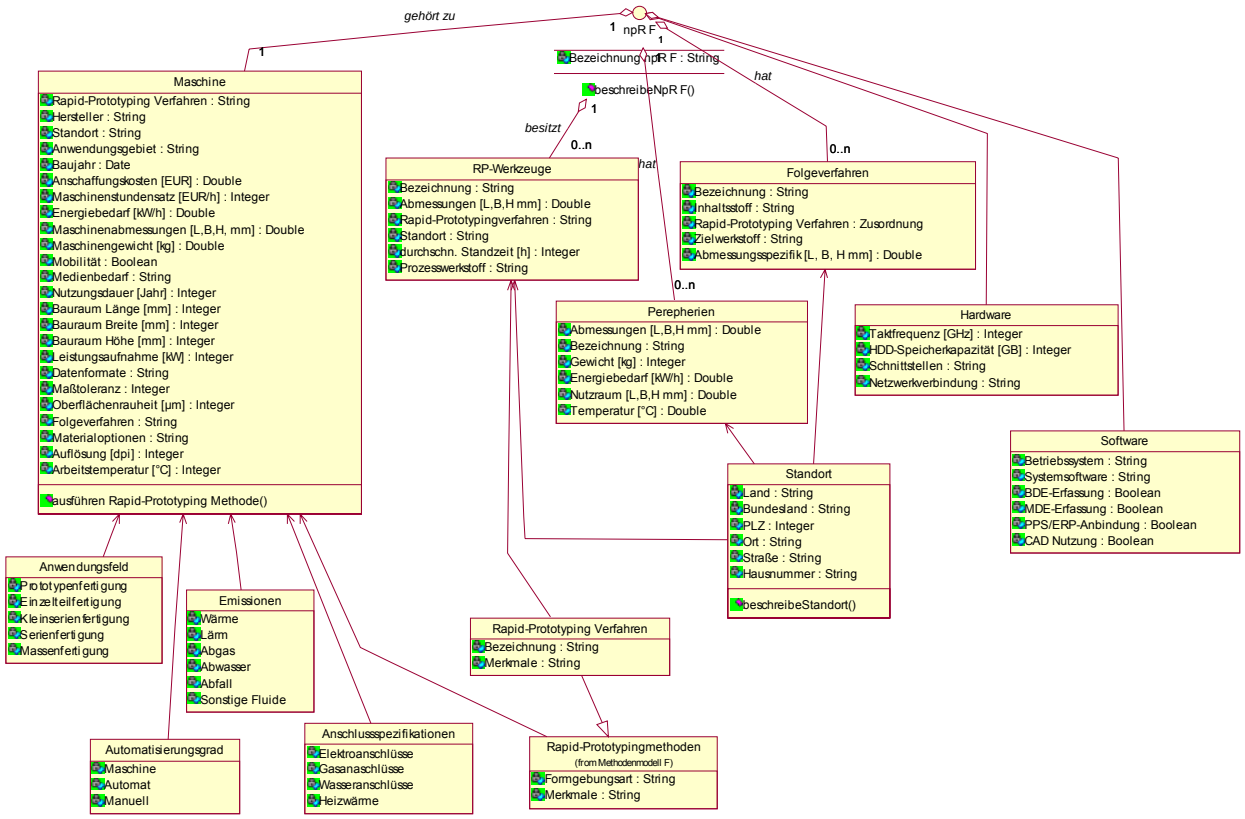


Abbildung 4: Ausschnitt des Partialmodells zur Rapid-Prototyping-KPZ (RP-KPZ)

Mit Hilfe dieser Beschreibungsgrundlage ist es in der Folge möglich, die im Stand der Technik erfassten und in der Datenbank abgebildeten Rapid-Prototyping Anlagen vollständig zu beschreiben und den Prozessen der Netzwerkkonfiguration des EVCM zuzuführen.

5 Integration der RP-KPZ in das Experimentierfeld des SFB 457

Auf der Basis der Beschreibungsgrundlage für RP-KPZ wurden für den Demonstrator des SFB 457 spezifische Vorzugslösungen generiert. Hierbei wurden die zwei Rapid-Prototyping Anlagen der Professur Fertigungslehre:

- 3D-Printer Z310 Plus (ZCorp) sowie
- FDM 1600 (Stratasys)

erfasst und in einem KPZ-Profil abgebildet. Die Verifikation der entwickelten Methoden und Modelle zum Rapid-Prototyping erfolgten auf der Basis des Demonstrators „Motorspindelwelle“. In einem ersten Schritt wurden von der Produktentwicklung Konstruktionsdaten zur Verfügung gestellt. Mit Hilfe der entwickelten Planungssystematik zur Auswahl von Rapid-Prototyping Verfahren und den vorgegebenen Modellrestriktionen konnte eine Auswahl simuliert und ein Anforderungsvektor für die Suche nach RP-KPZ generiert werden. Eine nahtlose Integration von Rapid-Prototyping in den Informationsfluss des KPZ-orientierten Vernetzungsmodells konnte somit realisiert werden (vgl. Abbildung 5).

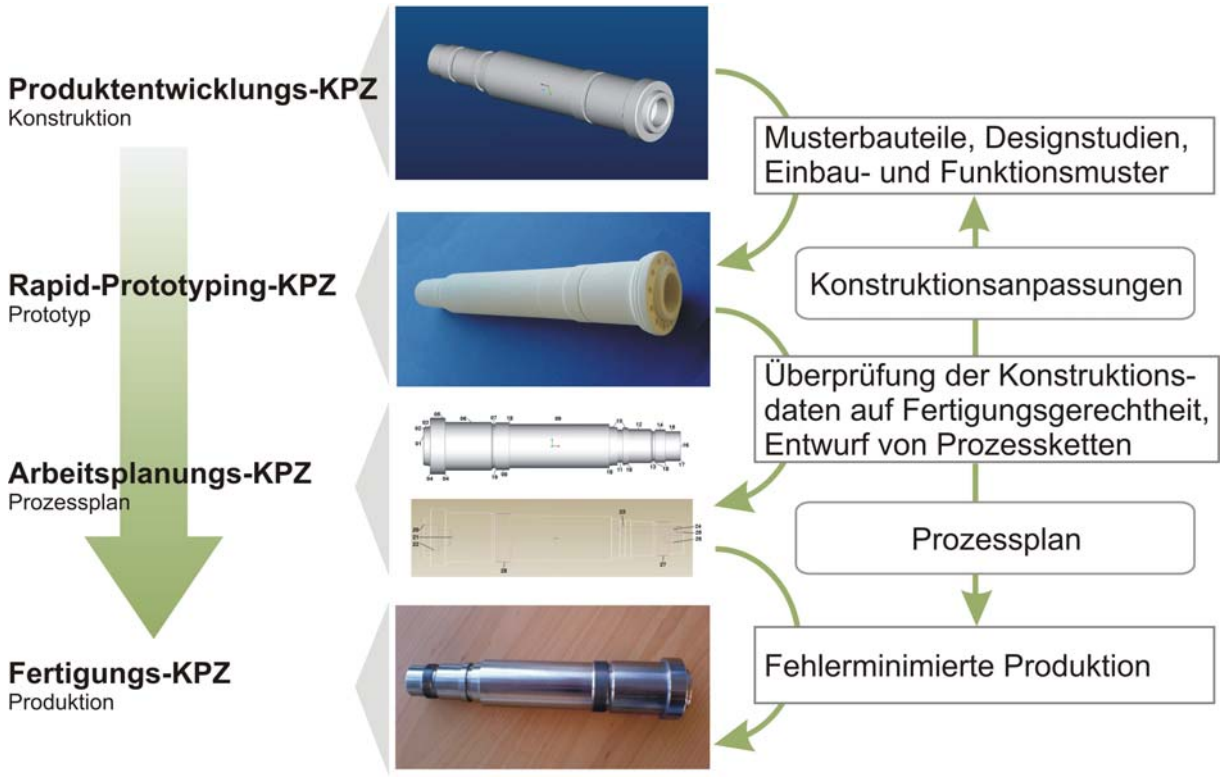


Abbildung 5: Integration der Rapid-Prototyping-KPZ in die KPZ-orientierte Vernetzungs-theorie

6 Zusammenfassung

Durch die Integration des Rapid-Prototyping in die im SFB457 abgebildeten Wertschöpfungs-prozesse wurde ein wesentlicher Beitrag zur produktionstechnischen Unterstützung der Produktentwicklung und Arbeitsplanung im Sinne einer frühzeitigen fehlerfreien Kompetenz-vernetzung geschaffen. Mit Hilfe des entwickelten Softwareprototypen kann der Planer auf einfache Weise Rapid-Prototyping Prozesse auftragsneutral planen und Anforderungsvektoren für die Suche nach RP-KPZ definieren. Weitere Arbeiten haben das Ziel die prozessorientierte KPZ-Beschreibung zu fokussieren, d.h. RP-Kompetenzen in KPZ-Profilen fachfremder Kompetenzrahmen (z.B der Produktentwicklung) zu integrieren. Hierfür ist allerdings eine Konsolidierung und Flexibilisierung der Partialmodellstrukturen erforderlich.

Literatur

[HSD06] Hänel, T.; Shatyan, A.; Dürr, H.: Development and evaluation of competence profiles in non-hierarchical production networks. Proceedings of the 16th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing (FAIM '06), Limerick (Ireland), Vol. 1, pp. 169-176, June 26-28, 2006.

[Kas99] Kaschka, U.: Methodik zur Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl und Bewertung von konventionellen und Rapid Tooling-Prozeßketten. Dissertation TU Chemnitz, Shaker Verlag, Aachen, 1999.

[Meh04] Kaschka, U.: Methodik zur Entscheidungsunterstützung bei der Auswahl und Bewertung von konventionellen und Rapid Tooling-Prozeßketten. Dissertation TU Chemnitz, Shaker Verlag, Aachen, 1999.

Erfolgreicher Serienanlauf in Produktionsnetzwerken

Prof. Dr.-Ing. Horst Meier, Lehrstuhl für Produktionssysteme, Dipl.-Ing. Michael Homuth, Lehrstuhl für Produktionssysteme, Ruhr-Universität Bochum

1 Einleitung

Ein schneller und den Planungen entsprechender Produktionslauf ist ein wesentlicher Wettbewerbsfaktor in dynamischen Marktsituationen. Es kommt für produzierende Unternehmen darauf an, ein neues Produkt dem Markt schnell, qualitativ hochwertig und in guter Verfügbarkeit anbieten zu können. Der schnelle Anlauf von Serienprodukten wird damit zum strategischen Erfolgsfaktor. Trotzdem lässt sich dies in der industriellen Praxis nicht leicht erreichen. Die klassischen Herangehensweisen wie Kennzahlensysteme und Quality Gateways erweisen sich zur Steuerung von Produktionsnetzwerken als wenig hilfreich. Nach Jahren des Outsourcings mag die unternehmensinterne Organisation schlank und übersichtlich sein, die Produktionsnetzwerke und die damit einhergehenden Beziehungen sind allerdings im gleichen Maße komplizierter geworden. Die effektive Beherrschung von Netzwerkprozessen ist für produzierende Unternehmen heute erfolgskritisch. Herkömmliche Managementansätze greifen diese Problematik bisher kaum auf, sie fokussieren in aller Regel sehr stark auf ein Einzelunternehmen. Planungsmethoden und notfalls auch Troubleshooting-Instrumente dürfen nicht mehr an Unternehmensgrenzen Halt machen. Es stellt sich die Frage, wodurch genau die Anlaufprobleme bedingt sind, bevor eine Lösung konzeptioniert werden kann.

2 Herkömmliche Ansätze

Im Zusammenhang mit der Steuerung von Produktanläufen findet sich in der Literatur häufig der Hinweis auf den Einsatz von Kennzahlensystemen. Diese erfüllen in vielen Unternehmen die Funktion des Monitorings im Tagesgeschäft. Dies kann in Form der Balanced-Scorecard oder anderweitig realisiert sein. In diesem Sinne verwendet geben sie Auskunft über den aktuellen Zustand der im Unternehmen laufenden Prozesse, dokumentieren Veränderungen und weisen bei geschickter Gestaltung des Systems auf die Notwendigkeit zur Einleitung von Maßnahmen hin. Kennzahlen stellen somit Regelgrößen dar, die in Verbindung mit ihren gewünschten Ausprägungen darüber informieren, in welchem Ausmaß eine unternehmerische Einheit ihre Ziele erreicht. Werden diese Informationen den Organisationseinheiten zurückgemeldet, können diese ihre internen Prozesse und Abläufe so organisieren, daß die Kennzahlen die angestrebten Werte annehmen [PRö01]. Eine wesentliche Problematik bleibt jedoch die Frage, welche Kennzahlen für die Unternehmenssteuerung wesentlich sind und welches die anzustrebende Zielgröße sein müsste. Besonders im Falle des Serienanlaufs, der typischerweise noch instabile Produktionsprozesse beinhaltet, scheint dies eine wesentliche Schwierigkeit zu sein. Damit griffige Aussagen entstehen, wird der Aufbau von sog. Kennzahlennetzen empfohlen. Es wird im gleichen Atemzug jedoch darauf hingewiesen, daß diese Kennzahlennetze stark unternehmensindividuell sind [Ehr06]. Vielfach ist von grundsätzlichen Defiziten hinsichtlich der Aussagefähigkeit, Vergleichbarkeit und Aktualität auszugehen, wie eine Studie jüngst zeigte [SBö06]. Die Nutzbarkeit für die Steuerung von Unternehmensnetzwerken ist daher ebenso fraglich wie die Vergleichbarkeit von Kennzahlen über Unternehmensgrenzen hinweg.

Besonders im Umfeld der Automobilindustrie haben Quality Gateway Prozesse große Verbreitung gefunden. Sie dienen der Steuerung von Unternehmensprozessen, indem zu bestimmten Zeitpunkten bestimmte Ereignisse eingetreten sein müssen bzw. bestimmte Arbeiten abgeschlossen sein sollen. In der Literatur findet sich oft der Ratschlag, Anlaufprozesse mittels definierter Quality Gates zu steuern [Wil04]. Es ist charakteristisch für diese Steuerungsart, daß zwischen den Gates nicht unbedingt Maßnahmen zur Beeinflussung des

Projektfortschritts ergriffen werden, weil der Projektfortschritt nicht kontinuierlich, sondern diskret abgebildet wird. Es wird weiterhin beklagt, daß diese Methode auf lange Sicht zu keiner ganzheitlichen Ausrichtung und Verbesserung führt [MKi04]. Es liegt der Verdacht nahe, daß Gatewaykonzepte den Beteiligten das Gesamtsystem wenig transparent machen und quasi von Gate zu Gate gehandelt wird. Diese Methode hat unbestreitbar Vorteile, jedoch muß die Frage nach der Tauglichkeit für große Netzwerke über mehrere Zuliefererebenen gestellt werden. Als Reaktion darauf kleine Arbeitspakete und sehr viele Gates zu kreieren führt in der Praxis offenbar genau zu dem beschriebenen Verlust der Gesamtübersicht für den einzelnen Beteiligten und einem verglichen mit anderen Steuerungskonzepten hohen Planungs- und Controllingaufwand bei den projektverantwortlichen Stellen im Unternehmen.

3 Ergebnisse einer Untersuchung über Serienanläufe in Netzwerken

Trotz des erheblichen Aufwands, der heute schon betrieben wird, um Serienanläufe beherrschbar zu machen, zeigt eine im Umfeld der Automobilzuliefererindustrie durchgeführte Studie, dass nur 43% der Serienanläufe wirtschaftlich und technisch erfolgreich sind [SFi04], was vor dem Hintergrund der Automotivebranche, welche die herkömmlichen Methoden auf Drängen der OEM in großer Durchdringung einsetzt, als alarmierend gelten darf. Eine Untersuchung des Projekts Elan „Effizientes Anlaufmanagement innerhalb KMU-basierter Kunden-Lieferantennetzwerke“ hat die stattfindenden Geschäfts- und Fertigungsprozesse sowohl im Einzelunternehmen wie auch in der Lieferkette zweier Produktionsnetzwerke analysiert und visualisiert. Die vorgefundenen Probleme, Unstimmigkeiten und Störungen konnten fünf gestaltungsorientierten Problemfeldern zugeordnet werden:

3.1 Produkt / Fertigungsprozess

Es werden Einflüsse untersucht, die den Anlaufprozess stören oder verzögern können und ihren Ursprung entweder in technischen Schwierigkeiten des zu fertigenden Produktes haben oder in Problemen, welche das dazu vorgesehene Produktionssystem betreffen. Immer wieder herrschten in fast allen Projekten unterschiedliche Auffassungen über technische Eckdaten und Detaillösungen. Insbesondere technische Änderungen führten häufig zu Konfusion, weil es kein an Anlaufgesichtspunkten orientiertes Änderungsmanagement gibt. Die zweite große Gruppe der Störeinflüsse erwächst aus dem für den Anlauf vorgesehenen Produktionssystem. Im Falle neuer Produkte sollen vielfach aus technischen oder marktpolitischen Gesichtspunkten neue Fertigungsverfahren zum Einsatz kommen. Es ist bemerkenswert, daß es den Unternehmen oftmals schwer fällt, für neue Fertigungsverfahren technisch sinnvolle und in der Serie durchführbare Prüfverfahren zu definieren. Unter diesen Voraussetzungen muss die Serienqualität der betroffenen Baugruppen letztlich Glückssache bleiben.

3.2 Information & Kommunikation (I&K)

Dieser Bereich beinhaltet den Zielkonflikt zwischen erforderlicher Datentransparenz und unverzichtbarer Datensicherheit. Technologievorsprünge sollen einerseits nicht durch Know-how Abflüsse gefährdet, andererseits müssen ausreichend Informationen zur erfolgreichen Zusammenarbeit ausgetauscht werden. Die Analysen zeigten gleich diverse Mängel. Vorhandene Informationen wurden nicht oder verzerrt übermittelt und gesendete Informationen wurden falsch verstanden oder nicht verwendet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden Änderungsstände nur in gewissen Intervallen oder über einer Bagatellgrenze an Lieferanten gegeben. Dabei bestanden Probleme bei der korrekten Bewertung über die Relevanz einer Änderung und die daraus eventuell abzuleitende Pflicht zur Weitermeldung. Besondere Schwierigkeiten bestanden häufig nach der Übergabe von Lastenheften, wenn weder Skizzen noch Spezifikationen oder Logikzeichnungen erstellt wurden. Die ungenauen Anforderungen ergänzte der Kunde fortlaufend, sodass ein vollständiges Lastenheft erst durch E-Mail-

Korrespondenz und Telefonate entstand. Zudem fällt die vielfach fehlende Durchgängigkeit der IT-Systeme innerbetrieblich sowie über die Lieferkette auf.

3.3 Betriebliche Organisation

In der Ablauf- und Aufbauorganisation innerhalb eines Unternehmens liegen Verbesserungspotenziale für Serienanläufe. Es zeigten sich mangelnde Transparenz in internen Zuständigkeiten sowie Kompetenzkonflikte zwischen funktionalen Bereichen. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit ihren begrenzten Ressourcen stellen Anläufe besondere Herausforderungen an die Personal-, Ressourcen- und Prioritätenplanung. Es konnte dokumentiert werden, dass Anläufe in den meisten Fällen parallel zum normalen Tagesgeschäft bearbeitet werden, die Mitarbeiter gleichzeitig in mehrere (Anlauf-)Projekte eingebunden sind und dass dadurch Kapazitätsprobleme und Verspätungen entstehen. Es wurde deutlich, dass sich Mehrkosten und Verzögerungen in diesem Bereich durch mangelnde Standardisierung und der sich daraus ergebenden Notwendigkeit zum Improvisieren ergeben.

3.4 Human Resources

In diesen Bereich fallen Mängel, welche durch nicht ausreichende Qualifikation des im Anlaufprozess eingesetzten Personals entstehen. Weiterhin zeigen sich motivationsbedingte Verzögerungen im Prozess, die durch abweichende oder keine Prioritätensetzung der Leitungsebene verursacht werden. Aufgrund der heterogenen Teamzusammensetzung der Anlaufteams wachsen gleichzeitig die Koordinationsanforderungen.

3.5 Zusammenarbeit im Netzwerk

Zuerst sei festgestellt, dass sich ein Anlauf über die Lieferkette aus vielen lokalen Einzelanläufen in vielen beteiligten Unternehmen zusammensetzt. Insbesondere zeigen sich Optimierungsmöglichkeiten bei der Selektion der Netzwerkpartner bezüglich der Lieferfähigkeit. Allokationsprozesse beinhalten Probleme bei der Aushandlung von Verantwortlichkeiten, der Zuweisung von Ressourcen und der rechtlichen Vertragsgestaltung. Regulationen in der Lieferkette, wie die zeitliche Koordination und Abstimmung oder das Management von Schwankungen und Störungen, erfordern zeitintensive Verhandlungen. Insbesondere die späte Einbindung der Zulieferer in den Anlaufprozess führt zu Verzögerungen. Eine systematische Evaluation der Partner und der Zusammenarbeit im Netzwerk findet nicht immer statt. Ihre Bewertung begrenzt sich meist auf die Beurteilung der Termintreue und Produktqualität. Aus den Verzögerungen und den aufgetretenen Problemen in der Zusammenarbeit werden keine Verbesserungen abgeleitet.

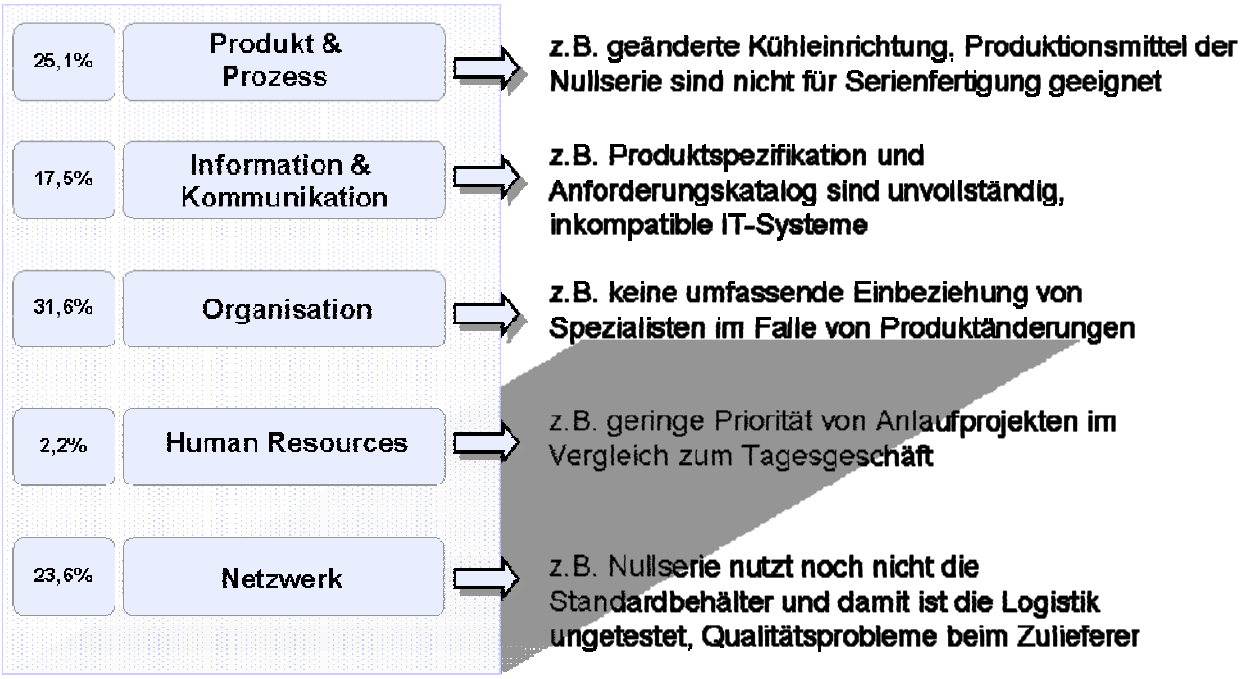


Abbildung 1: Auswertung der Störungen in Anlaufprozessen

Es fiel weiterhin auf, daß Quality Gates dort wo sie verwendet wurden, in aller Regel innerhalb eines Unternehmens zu finden waren. Maximal waren zwei Unternehmen gemeinsam beteiligt. Über mehr als zwei Stufen der Lieferkette hinweg gelang es nicht, Arbeiten mit dieser Methode zu synchronisieren. Die Ursache lag nach Auswertung der dokumentierten Prozesslandschaft auf der Hand. Es gibt permanent und systemimmanent einen Zeitversatz der einzelnen Projektabschnitte zwischen den Unternehmen. Wenn ein OEM einen Prototyp erstellt hat und diesen als Produkt an den Markt bringen will, so werden in aller Regel erst dann ernsthafte Kontakte zu möglichen Zulieferern aufgenommen. Dieser erstellt seinerseits ein Funktionsmuster oder eine Vorkonstruktion und geht dann selbst auf die Suche nach Zulieferern. Dieses Vorgehen setzt sich entlang der sich bildenden Lieferkette nach unten durch. In aller Regel liegen die Verantwortung und die ausschließliche Aktivität für die Suche nach weiteren Unterlieferanten beim jeweils nächsten Partner. Auf diese Weise entstehen in der Lieferkette nach oben hin immer größere Wartezeiten, nach unten hin wird die Zeit zwischen erster Anfrage und Wunschtermin für die Lieferung immer kürzer, obwohl auch dort Kalkulation, Konstruktion, Absprachen, Freigaben und Produktion erfolgen müssen. Während der eine Partner auf Beschleunigung drängt, hat der andere oft nicht mehr die Zeit, wichtige Arbeiten ohne Hektik und im eigentlich sinnvollen Maß auszuführen. Insbesondere genaues Nachfragen und Testzyklen fallen dem Zeitdruck vorrangig zum Opfer. Es gibt folglich kein gemeinsames Gate, an dem beispielsweise alle am Anlauf Beteiligten Ihre Prototypen zusammenbrächten und gemeinsam über das weitere Vorgehen entschieden. In der Prozesslandschaft stellt sich dieser Zusammenhang in der gewählten Darstellung in einer charakteristischen Trapezform dar. Es sei noch bemerkt, daß die späte Einbindung von Unterlieferanten aufgrund von Multi-Sourcing-Strategieen auch künftig ein Faktum sein wird, mit dem zu rechnen ist.

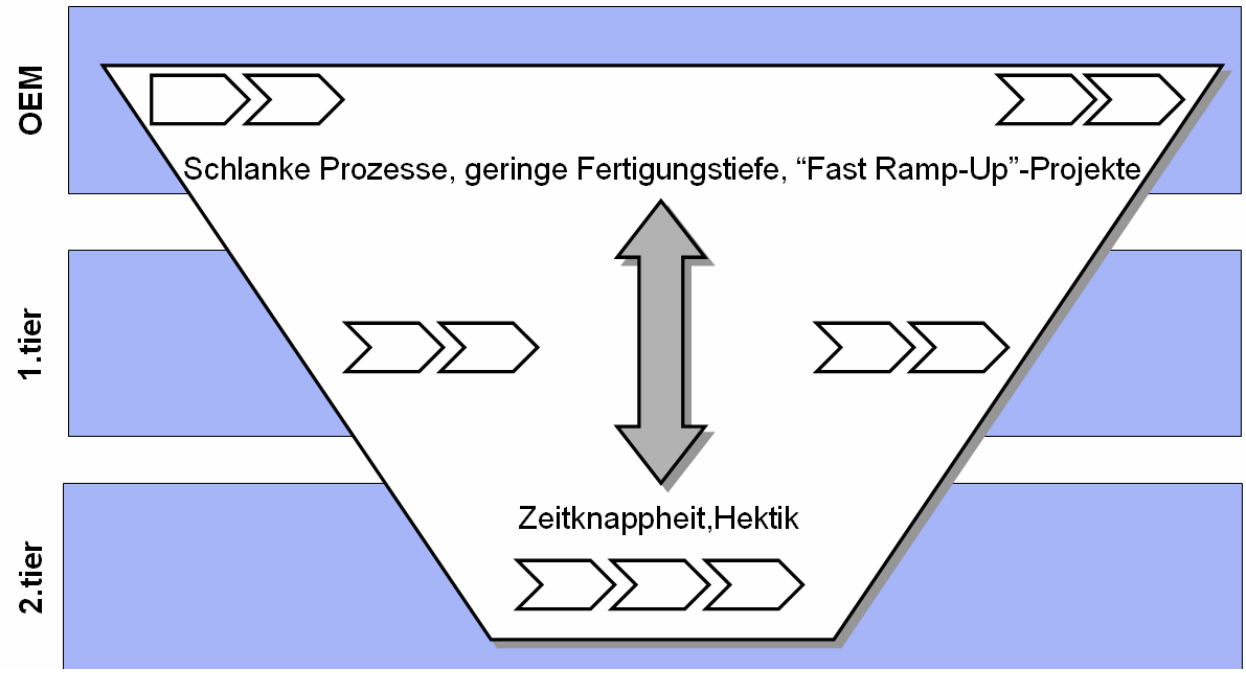


Abbildung 2: Typisches Bild in der Prozesslandschaft

4 Methode zur Steuerung von Serienanläufen in KMU-Netzwerken (Der Elan-Ansatz)

Die Zusammenstellung der Analyseergebnisse macht deutlich, dass der hohe Komplexitätsgrad eines Anlaufes in der Lieferkette eine vernetzte Betrachtung der Handlungsfelder verlangt. Die Auswertung der Störungsursachen nach Ihrer Anzahl zeigt, dass die ursächlich technischen Probleme nur für ein Viertel aller Zwischenfälle verantwortlich sind. Viele Störungen bedingen sich gegenseitig und ihre Wirkungskette erstreckt sich über mehrere Felder. Die Störungen ließen sich zwar in unterschiedlichem Ausmaß, aber über alle untersuchten Betriebe hinweg, den Handlungsfeldern zuordnen. Dies legt die Vermutung nahe, dass die erhobenen Problemfelder nicht nur spezifisch für die untersuchten Netzwerke sind, sondern allgemein die typischen Schwierigkeiten von KMU in Anlaufprozessen abbilden. Es wird ein Managementansatz entwickelt, welcher durch ein Softwarepaket unterstützt werden wird. Es soll sich dabei um ein übergreifendes, kollaboratives Netzwerkmanagement handeln. Es umfasst die Planung geänderter Arbeitsprozessstrukturen und die Konzeption von Steuerungs- und Controllingmethoden für die Kooperation. Im Mittelpunkt steht die Konzeption einer standardisierten, modellierbaren und organisationsübergreifenden Darstellung eines Anlaufprozesses – ein Referenz-Workflow. Auf diese Weise lässt sich am ehesten sicherstellen, daß die zeitlich-logische Abfolge dessen, was von wem zu tun ist, eingehalten wird. Das System bildet die Basis für die Anbindung weiterer Elemente der Kooperation, wie Strategien für I&K sowie die Teamkoordination. Es soll ein allgemein übertragbares Referenzmodell für Anlaufprojekte entstehen.

5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Analysephase des Verbundprojektes ELAN zeigen, dass die Hauptzeittreiber in Anläufen den Bereichen Produkt / Fertigungsprozess, Information & Kommunikation, Human Resources, Organisation und Netzwerk zugeordnet werden können. Dies gilt insbesondere dann, wenn die gesamte, zur Fertigung eines Produkts notwendige Lieferkette betrachtet wird. Ausgehend von den Ergebnissen soll die Entwicklung geänderter Arbeitsprozessstrukturen und des Managementsystems in einem übergreifenden, kollaborativen

Netzwerkmanagement resultieren. Es wird sich dabei um ein workflowbasiertes Instrument zur Steuerung von Netzwerken handeln.

6 Förderhinweis

Das dem Artikel zugrunde liegende Projekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzepts "Forschung für die Produktion von Morgen" gefördert und vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA), Bereich Produktion und Fertigungstechnologien (PFT), betreut.

Literatur

[Ehr06] Ehrenheim, C.: Absicherung von Produktionsanläufen mit Kennzahlensystemen; Schneller Produktionsanlauf in der Wertschöpfungskette (Tagungsband); Frankfurt 26.01.2006; VDMA.

[MKi04] Mackau, D.; Killich, S.: Quo vadis Qualitätsmanagement? - Entwicklungsmöglichkeiten für QM-Systeme in mittelständischen Unternehmen. VDI-Z 05-2004: 32.

[PRö01] Päßler, K.; Rösler, D.; 2001: Balanced-Scorecard-unterstützte Führungs- und Anreizsysteme. Industrie Management 4/2001: 25-28.

[SBö06] Syska, A., Bönisch, J.: Produktionskontrolling mit Kennzahlen. In: VDI-Z 148-2006 Nr. 1 / 2: 26-29.

[SFi04] Straube, F.; Fitzek, D.: Logistikorientiertes Anlaufmanagement – Ungenutzte Potenziale in der Automobilindustrie. Fast Ramp-Up – Lösungen für den Produktionsanlauf (Tagungsband); Aachen 07./08.7.2004, WZL-Forum.

[Wil04] Wildemann, H.: Instrumente zur Anlaufoptimierung in komplexen Wertschöpfungsketten. ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 99. Jahrgang, 9/2004: 457-460.

Distributed Workflow Management System

Annett Priemel, Pierre Pönisch, Wolfgang Benn, Department of Computer Science, Database Group, Chemnitz University of Technology

Abstract

Non-hierarchical production networks will set up only temporary for processing a project through autonomous competence cells. To support a workflow within such a network a distributed workflow management system is needed. The workflow management system distributes workflows, and it coordinates and monitors distributed execution of a workflow. As basis we used an open source system with XPDL and Wf-XML support.

1 Introduction

The CRC 457 focuses on the topic of non-hierarchical regional production networks for engineering. Basically we modeled autonomous, elementary performance units, so-called competence cells (CC). These cells are regarded as an organization form of the future. In addition we are developing models, methods and tools to help the competence cell survive in a global market [1].

Competence cells are elementary and act on the market as autonomous economical units. Goods are produced by networking of several cells. A production plan (PP) describes how to produce goods. A production plan contains tasks and assigned competence cells to tasks. A workflow is a computerized facilitation or automation of a production plan. The mission of a distributed workflow management system (WfMS) is to coordinate and monitor enterprise-spanning work together.

Based on an open source workflow system with XPDL and Wf-XML support we developed a distributed workflow management system. We selected Enhydra Shark [2], because of its very high development activities and well down implementation. Enhydra Shark follows the reference architecture of the Workflow Management Coalition [3] and is normally used within one company. So, what we have to do to get from a one-company workflow management system to a crossorganisational, distributed workflow management system?

2 Transforming Workflow Schemas

The original workflow of a production network is defined in a production plan. This is a XML file. First we add some information.

A URN was added to the production plan that points to a web service. With this web service it is possible to execute several operations. It is used to inform groups of persons when an escalation is triggered or a WfMS can retrieve supervision parameters provided by an external system (e.g. document management system).

The next extension is the definition of the project leading competence cell. This definition has to be included in the original workflow so that we know which competence cell distributes, manages and monitors the workflow process.

In a next step we convert the production plan into a XPDL workflow. This is a one to one translation into XPDL. We decided to use XPDL [4] as workflow description language because of the possibility to define manual activities. Another reason was the existing WfMS which also uses XPDL.

Then we add an escalation system to the XPDL workflow that itself consists of workflow activities and is also defined in XPDL. Theses activities are triggered by a monitoring system. Therefore we extended the original production plan by adding a construct to define supervision parameters. Additionally we have added a unique ID to the workflow so that it is possible to retrieve information about the workflow instance after the execution. With this ID it is possible to identify a single workflow.

With adding information and transformation into XPDL the workflow is ready to be distributed and executed with the help of XPDL based WfMS.

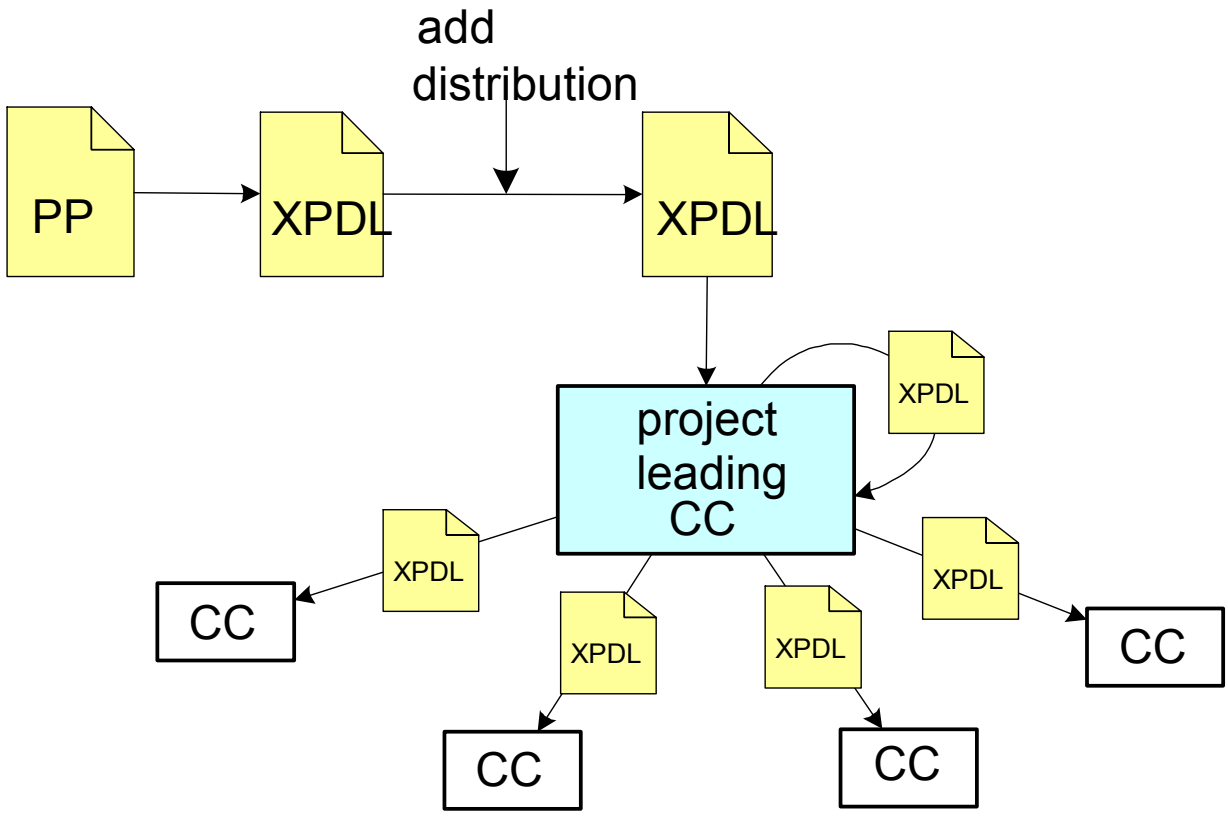


Figure 1: Distribution of a workflow in a production network

3 Distributing Work

A workflow consists of several activities and additional information that represent the order in which these activities should be performed. The first step to a distributed workflow is the distribution of the activities. Therefore we extract the activities from the workflow. This can be realized by copying the according parts of the workflow definition into a new workflow definition. At the end of this procedure we have as many single workflows consisting of only one activity as there where activities in the original workflow. This set of small workflows represents the full original workflow.

The next step is to send the workflows to a WfMS hosted by a competence cell. In the production plan is defined which competence cell will receive which activity. So every competence cell that is part of the project will receive the part of work it has to do. At this point of the process the real distribution of work is made (see Figure 1). The rest of the process is the management of the distributed activities.

The distribution itself can be realized with a workflow description language. A global workflow that handles the distribution can be defined. Every single activity of this workflow sends a workflow that consists of one activity to a competence cell. In our development we used XPDL for defining the original workflow and the workflow that represents the distribution. For the exchange of information between the competence cells Wf-XML [5] is used. Wf-XML is a protocol defined by WfMC [6] that is especially made for the distribution and execution of workflows.

We had to change an existing WfMS and implement an additional component to extend the functionality of the WfMS. The existing WfMS was not able to send workflows to another WfMS. With our extension it is possible to create activities that send workflows defined as a string variable to a remote WfMS. After registering the remote workflow it is possible to instantiate it as often as needed.

4 Managing Distributed Work

In the previous paragraph we developed a procedure to distribute work to a set of competence cells. Now we need to manage this work. Managing distributed work consists of starting the distributed activities in the right order and monitor them. The starting order is very important and represents the flow of the work. The activity order can be serial or parallel. Furthermore one can define multiple split and join conditions for the workflow. All this can be realized with workflow description languages. As before we are using XPDL to manage workflows. The single tasks can be executed as defined in the original workflow but instead of a local activity they are executed as a remote subflow. With the help of this construct it is possible to start activities on remote WfMS. It is also possible to send initial parameters to the subflow and receive the results of the execution.

Since Wf-XML is an extension of ASAP [7] it can be used to manage remote workflows. These workflows can be considered as asynchronous services you can call and receive an answer after a longer period of time. ASAP is an extension of the SOAP [8] protocol which is an XML based protocol for the exchange of information. With Wf-XML we can instantiate the workflows we have distributed in the first step.

To start the execution of a workflow a ‘create instance request’ is send to the remote WfMS. With this request the initial parameters and variables for the return values are sent too. The remote WfMS sends a response to make sure that it has received the request. When the workflow is completed a ‘completed request’ is send from the remote WfMS to the calling WfMS that includes the return values. At this point the calling WfMS can continue in the workflow and move on to the next activity.

The monitoring of the workflow process consists of collecting and evaluating data. The data the WfMS should monitor is defined in the original production plan. There are for example deadlines to check or costs to monitor. The monitoring is done in the participating competence cells and in the project leading competence cell. If one monitoring parameter is out of the value scope an alarming and escalation procedure is triggered.

5 Related Work

There has been a related work at the University of Technology Chemnitz where a diploma thesis written by Raphael Kunis [9] was published. This work is about an interface to regionally distribute workflows. He uses the same basic WfMS and defines an interface comparable to the Wf-XML protocol that supports the distributed execution of workflows. The work was written before Wf-XML was available in any WfMS.

Another work was written by Martin Telzer [10]. He defines a simulation environment for a workflow system. With this system it is possible to make performance and stress test of a WfMS. This work was also written as a diploma thesis at the University of Technology Chemnitz.

6 Conclusion

With the help of the distribution model shown in this paper it is possible to distribute workflows dynamically to many WfMS. The participating WfMS do not need to be known in the development process of the system. Furthermore you can manage and monitor the execution. All this is realized by using standard protocols and well known standards.

References

[1] Müller, E.: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Arbeits- und Erbgebnisbericht 2003, 2004, 2005 zum Sonder¬forschungs¬bereich 457, TU Chemnitz, 2005.

[2] Enhydra Shark. http://www.enhydra.org/workflow/index.html.

[3] Workflow Management Coalition. The Workflow Reference Model. Document Number TC00-1003, Document Status - Issue 1.1, 19-Jan-1995, http://www.wfmc.org/standards/docs/tc003v11.pdf.

[4] Workflow Management Coalition. XML process definition language. 2002, www.wfmc.org/standards/XPDL.htm.

[5] Workflow Management Coalition. Workflow Management Coalition workflow standard – interoperability Wf-XML binding. 2002, www.wfmc.org/standards/wfxml_demo.htm.

[6] Workflow Management Coalition. Homepage, www.wfmc.org.

[7] Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS). Asynchronous Service Access Protocol (ASAP). www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=asap.

[8] World Wide Web Consortium. Simple Object Access Protocol (SOAP). www.w3.org/TR/soap/.

[9] Raphael Kunis. Konzeption und Entwicklung einer Schnittstelle zur hierarchischen Abarbeitung räumlich verteilter Workflows. Fakultät für Informatik, Technische Universität Chemnitz, 2005.

[10] Martin Telzer. Simulation des Workflows in einer Kooperation. Diplomarbeit, Fakultät für Informatik, Technische Universität Chemnitz, 2005.

Qualitätsinformationssystem (QIS) für Kleinstunternehmen und KMU

Dipl.-Ing. Anna Gerber, Prof. Dr.-Ing. Michael Dietzsch, Professur Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung, Technische Universität Chemnitz

Einleitung

Im Rahmen des SFB 457 „Hierarchielose regionale Produktionsnetze“ entwickelt das Institut für Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung ein rechnergestütztes Qualitäts-informationssystem (QIS), welches den qualitätsrelevanten Informationsfluss zwischen vernetzten kleinsten Organisationseinheiten steuert. Daraus abgeleitet wurden Ansätze für die Einführung von Qualitätsinformationssystemen in Kooperationen von Kleinstunternehmen und KMU entwickelt.

In Zeiten einer zunehmenden Globalisierung und der rasanten Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien, ergeben sich gerade für KMU neue Möglichkeiten ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Durch den effektiven Einsatz eines Softwarewerkzeuges in Kombination mit einer flexiblen Organisationsstruktur eröffnen sich neue Rationalisierungs-potentiale.

Allein die Festlegung der Anforderungen an ein QIS bereiten in KMU bereits Probleme bei der Vielzahl der Systeme die am Markt existieren. Dieser Beitrag zeigt Ansätze für Kleinst-unternehmen und KMU, wie sie entsprechend ihrer Prozesse und Strukturen ein unternehmensspezifisches QIS aufbauen und umsetzen können. Da KMU häufig in Kooperation mit anderen Unternehmen agieren, werden die Funktionalitäten des QIS entsprechend erweitert, um Produktdaten plattformunabhängig austauschen zu können.

Eigenschaften von Kleinstunternehmen und KMU

Durch die flache Organisationsstruktur der KMU ist die schnelle und einfache Umsetzung von Entscheidungen möglich. Überschaubaren Strukturen, kurze Kommunikationswege, Innovationszeiten und große Kundennähe sind Vorteile der Kleinstunternehmen und KMU. Diesen Vorteilen stehen folgende Wettbewerbsnachteile gegenüber:

- fehlende Spezialisten,
- geringe Personalressourcen und häufig zeitliche Überforderung der verantwortlichen Mitarbeiter,
- verschiedene übergeordnete Aufgaben, wie beispielsweise das Qualitätsmanagement, werden häufig von einer Person parallel zu anderen Aufgaben betreut,
- fehlende Informationen über bereits vorhandenes Know-How außerhalb des eigenen Unternehmen,
- häufig kein Budget für externe Experten,
- höhere Stückkosten aufgrund von kleineren Mengen,
- geringe Finanzkraft und
- weniger Einfluss in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik [Jan04].

Auch die Produktkonformitätsanforderungen, die sich aufgrund bestimmter Gesetze, wie z.B. das Produkthaftungsgesetz und den § 823 des BGB, ergeben, werden in Kleinstunternehmen

und KMU aufgrund der fehlenden Ressourcen häufig nicht ausreichend eingehalten und beachtet [Loe05].

Definition der Anforderungen an das Informationssystem

Vor der Definition der Anforderungen werden die Begriffe Qualitätsinformation und Qualitätsinformationssystem erläutert, um eine Abgrenzung des QIS vorzunehmen. Qualitätsinformationen entstehen während des gesamten Wertschöpfungsprozesses und sind notwendig, um die Rückverfolgbarkeit eines Produkts sicherzustellen, die Durchlaufzeit zu optimieren und Produkthaftungs- und Gewährleistungsanforderungen vorzubeugen. Da häufig der Qualitätsbegriff auf die Qualitätssicherung beschränkt ist, wurde am Institut für Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung eine neue Definition für Qualitätsinformationen und Qualitätsinformationssysteme entwickelt.

Qualitätsinformationen: Sind alle Daten, die zur Erreichung und Bewertung der Produktkonformität nötig sind.

Qualitätsinformationssystem: Beinhaltet die Informationslogistik (sammeln, speichern, verarbeiten, verdichten, archivieren) zum Erreichen und Bewerten der Produktkonformität.

Diese Definitionen zeigen, dass ein CAQ-System nur Teil eines QIS ist. Vor allem Funktionen und Informationen des Enterprise Ressource Planning Systems (ERP-Systems) müssen Bestandteil des QIS sein, um Rückverfolgbarkeit, Risikoanalyse und das Erkennen von Änderungsständen zu ermöglichen.

Die Anforderungen, welche sich aufgrund der entwickelten Definition von Qualitätsinformationen und der spezifischen Eigenschaften der Kleinstunternehmen und KMU ergeben, zeigt Tabelle 1.

Bereich	**Anforderungen**
1. Informationen mit Mengengerüst	Ganzheitlich, alle relevanten Daten aus einer Datenquelle
	Rückverfolgbarkeit durch vollständige Produktdokumentation sichern
	Basisdaten für genaue Vorkalkulation müssen vorhanden sein
2. Funktionen des Systems	Verkürzung der Projektbearbeitungs- und Auftragsabwicklungszeiten
	Geschäftsführung ist der Knotenpunkt für alle Informationen - Berichtswesen
	Minderung der Fehlermöglichkeiten
	Änderungsstände eindeutig dokumentieren
	Budgetüberwachung-Mitlaufende Kalkulation
	Integration von Wissens- und Risikomanagement
3. Schnittstellen, Erweiterbarkeit, Offenheit, Flexibilität	direkte Kopplung zwischen den vom Konstrukteur spezifizierten, funktionalen Merkmalen eines Bauteiles und den Qualitätsinformationen in der Fertigung
	Integration betriebswirtschaftlicher und technischer Daten
	Standardisierung durch anpassbare Parameter
4. Soft- und Hardwarevoraussetzungen	Lauffähig auf unterschiedlichen Betriebssystemen und unterschiedlicher Hardware
	Geringe Wartungs- und Servicekosten

5. Ergonomie	geringer Eingabe- und Pflegeaufwand
	Intuitiv benutzbar über alle Funktionen, ähnliche Oberfläche in den einzelnen Funktionen
	Kurzer Einarbeitungsaufwand

Tabelle 1: Auszug aus den Anforderungen an ein QIS

Aufbau/Entwicklung eines QIS für KMU

Um die steigenden Produktindividualität und -komplexität zu beherrschen, redundante Datenhaltung und Doppeleingaben vorzubeugen, ist eine Gesamtlösung für alle Wertschöpfungsbereiche der Unternehmen anzustreben. Als Ideallösung für Kleinstunternehmen und KMU wird eine Kombination aus ERP- und CAQ-System vorgeschlagen. Dadurch wird eine Verbindung von technischem und betriebswirtschaftlichem Informationen und Wissen erreicht. Außerdem erhöht sich die Akzeptanz der Mitarbeiter aufgrund der Nutzung eines einheitlichen Systems.

Die Funktionen eines ERP-System (Abbildung 1) sind daher um Qualitätsmanagement-Funktionen zu ergänzen und spezifisch der Anforderungen eines Kleinstunternehmens/KMU zu rationalisieren.

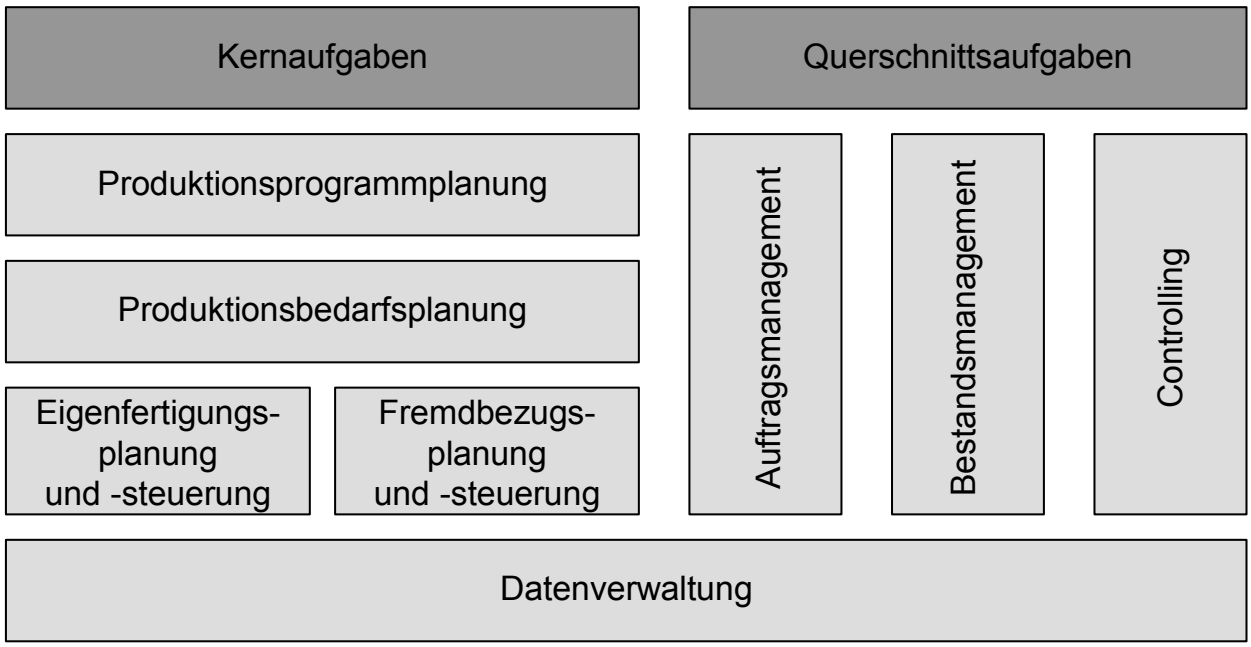


Abbildung 1: Aachener Aufgabenmodell nach [SSL+05]

Die Erstellung eines Prozessmodells bildet die Basis für die Entwicklung des QIS (siehe Abbildung 2). Bei der Erstellung wurden empirische Untersuchungen der Abläufe in KMU und die generischen Ressourcen-, Aktivitäten-, Methoden- und Geschäftsobjektmodelle des Sonderforschungsbereiches 457 genutzt. Aus diesem Prozessmodell wurde das Informationsmodell, welches alle im Wertschöpfungsprozess relevanten Qualitätsinformationen enthält, generiert. Diese Informationen wurden auf ihre Eignung zur Rechnerunterstützung bewertet. Auf Grundlage dieser Bewertung wurde das Informationsmodell des QIS zyklisch verbessert. Eine geschlossene Informationskette im Produktlebenszyklus stand bei diesen Verbesserungen im Vordergrund. Die notwendigen Applikationen wurden anhand der Informationen, Kennzahlen und Prozesse bestimmt.

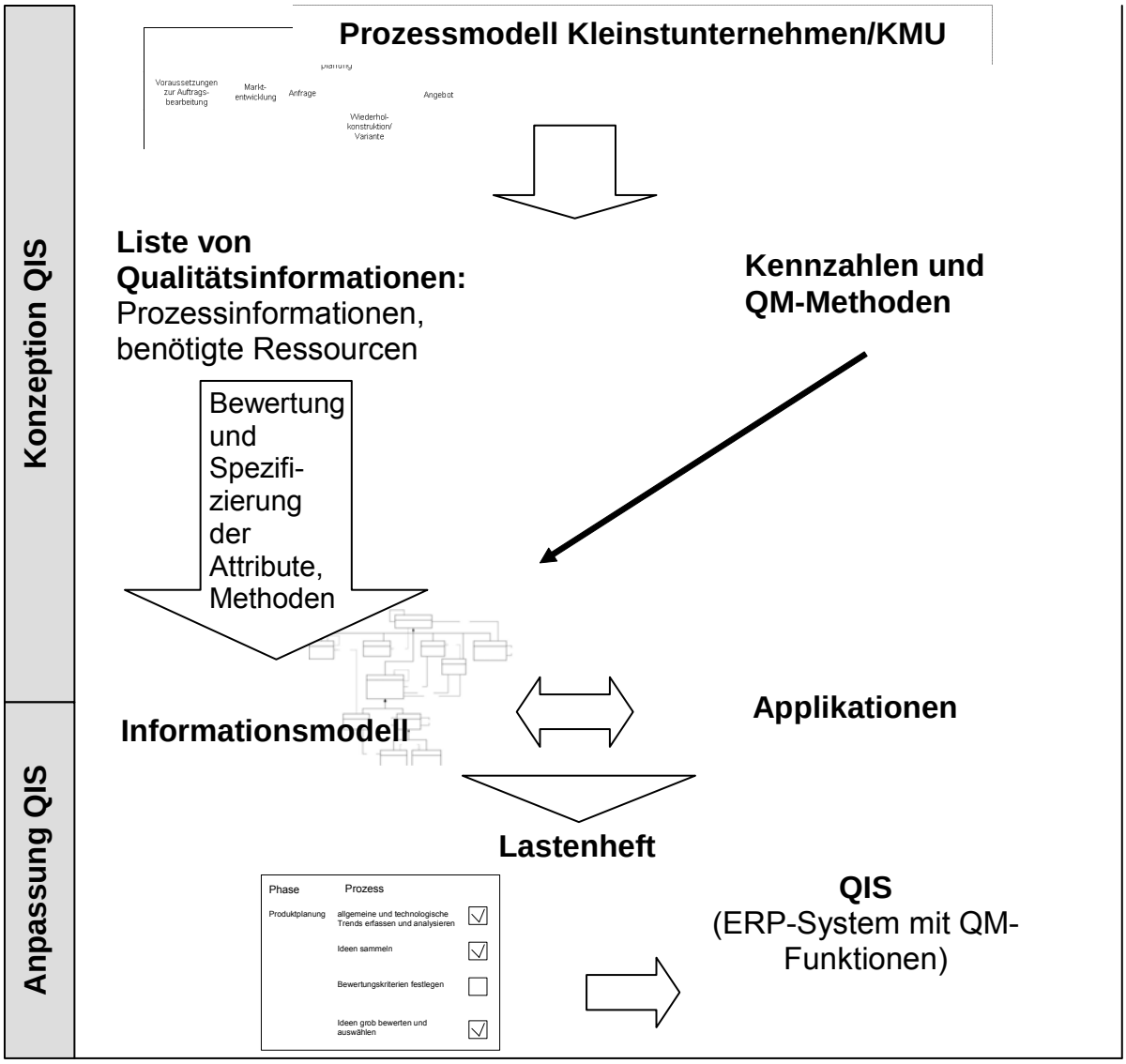


Abbildung 2: Vorgehensweise

Aus den notwendigen Applikationen und dem Informationsmodell wurde ein Lastenheft für das QIS in Kleinstunternehmen und KMU erstellt. Entsprechend des Lastenheftes wurde ein QIS entwickelt. Um es Plattformunabhängig zu nutzen, wurde ein Webinterface in php programmiert. Wesentliche Erweiterungen betrafen vor allem den Bereich des Kundenkontaktes und der Produktplanung.

Das entwickelte QIS ist ein durchgängiges Datenmanagement- und Organisationssystem für Kleinstunternehmen und KMU mit folgenden Funktionen (vgl. Abbildung 3).

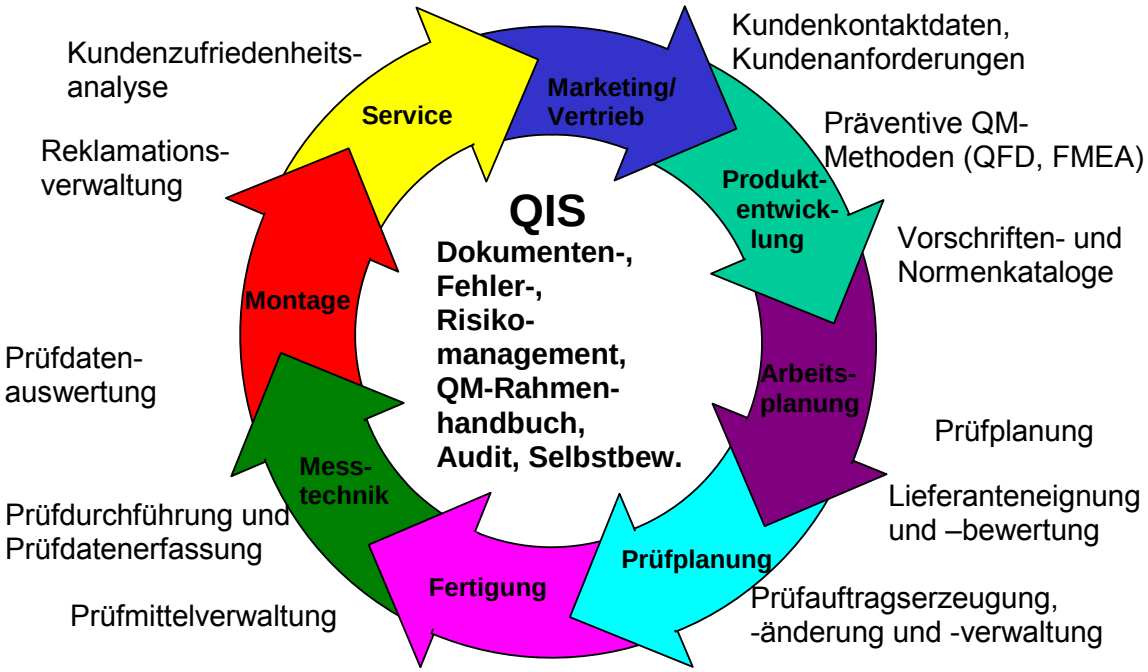


Abbildung 3: Funktionsumfang des QIS

Vor allem das Dokumentenmanagement ist für die Nutzung des QIS in Kooperationen unerlässlich (Abbildung 4). Es dient der Abwendung von Produkthaftungsansprüchen und zur Überwindung der Medienbrüche/Schnittstellen zwischen den Unternehmen durch eine zentrale Verwaltung der Produktdaten.

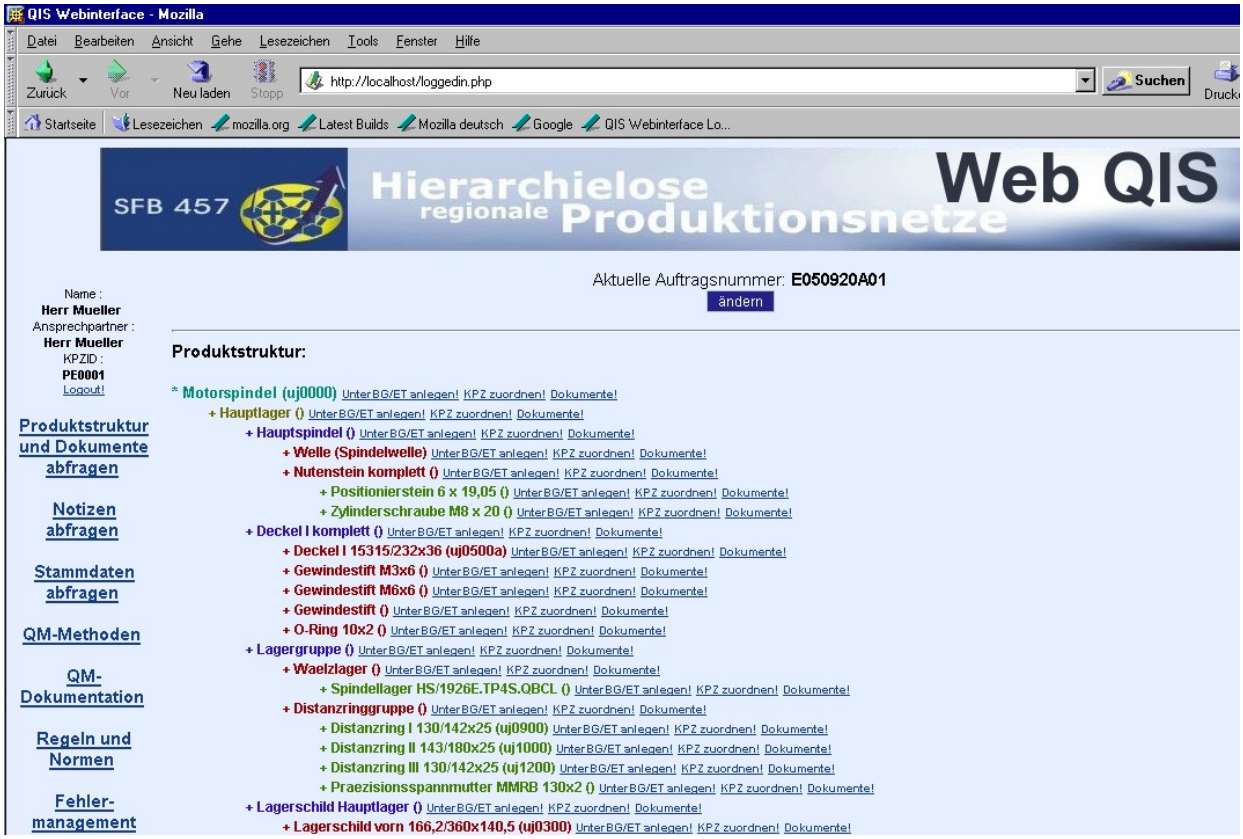


Abbildung 4: Dokumentenmanagement des QIS

Ausblick

Kernpunkt des QIS ist die Abwendung von Produkthaftungs- und Gewährleistungsansprüchen durch eine durchgängige Erfassung der Qualitätsinformationen. Durch die Einführung des QIS kann die Zusammenarbeit verbessert, Rückverfolgbarkeit über Unternehmensgrenzen hinweg erreicht und effizientere Abläufe geschaffen werden.

Durch die Umsetzung des QIS soll den Unternehmen deutlich werden, dass Qualitätsmanagement nicht die Prüfung des Produktes beinhaltet, sondern eine ständige Verbesserung und Rationalisierung des gesamten Wertschöpfungsprozesses. QM-Aufgaben sind in jeder Organisationseinheit eines Unternehmens vorhanden, um die Qualität der Produkte zu planen, zu lenken, zu sichern und zu verbessern.

Literatur

[GAD06] Gerber, A.; Althaus, K.; Dietzsch, M.: Integration concept for small and medium- sized enterprises – DIMANOS QIS, ERP–system with quality management function. The 16th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM-Tagungsband, 26.-28. Juni 2006, Limerick, Ireland.

[GDK06] Gerber, A.; Dietzsch, M.; Knappe, F.: Qualitätsinformationssystem für den Mittelstand. ERP-Management, 2/2006, Berlin: GITO Verlag, S. 18-21, 2006.

[Jan04] Janssen, J., Balanced Scorecard Strategien erfolgreich umsetzen in KMUs, DGQ-Band 14-71, Beuth Verlag GmbH, Frankfurt, 2004.

[Kle97] Kleinhans, V.; Informationssystem für heterogen verteilte Qualitätsinformationssysteme, Dissertation, Produktionstechnisches Zentrum Berlin, 1997.

[Loe05] Loerzer, M.: Produktkonformitätsanforderungen – Der Konformitätssicherungsprozess als ganzheitliche Organisationsfrage im PLM. 34. Konferenz Normenpraxis, 29.-30. September 2005, Berlin: Beuth Verlag, S. 139-155, 2005.

[PSi03] Pfeifer, T., Simon, M.; Quality Services digital. Möglichkeiten des Einsatzes von IuK-Technologie in der QM-Beratung, QZ, Band 48 (2003) Heft 10, Seite 985-987.

[SSL+05] Schuh,G.; Stich, V.; Lassen, S.; Roesgen, R.; Meyer, M.; Schmidt, C.; Gautam, D.: Marktspiegel Business Software – ERP/PPS 2005/2006, 3., überarbeitete Auflage, Trovarit AG, 2005.

Methoden und Werkzeuge für die vernetzte Fabrikplanung – Ergebnisse des Projektes netPLAN

Prof. Dr.-Ing. Thomas Gäse, Dipl.-Wirt.-Ing. Andreas Krauß
Technische Universität Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb;
Dr.-Ing. habil. Wolfgang Leidholdt
imk automotive GmbH Chemnitz;
Dipl.-Math. Egbert Mauersberger, Dipl.-Math. Frieder Swoboda
CADsys Vertriebs- und Entwicklungsgesellschaft mbH Chemnitz;
Dipl.-Ing. Catrin Urbanneck
GPP Chemnitz – Gesellschaft für Prozessrechnerprogrammierung mbH

Das Projekt netPLAN

Das Verbundprojekt netPLAN - Entwicklung von Methoden und Werkzeugen für die interaktive vernetzte Fabrikplanung - wurde im Rahmen der Innovationsinitiative "Unternehmen Region" mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert (FKZ: 03I4820B) und vom Projektträger Jülich (PTJ) betreut. Es war in das Programm InnoRegio "Industrie- und Automobilregion Westsachsen IAW-2010" eingebunden. Die Zielstellung dieser InnoRegio besteht darin, durch Kooperation von Ausrüstungs- und Teileherstellern eine geschlossene Wertschöpfungskette über eine Vernetzung von Zukunftstechnologien IuK mit Innovationen im klassischen Automobilbereich zu schaffen. Mit seinem primären Gesamtziel **"Entwicklung von Methoden und Werkzeugen für die interaktive vernetzte Fabrikplanung"** ordnete sich das Projekt netPLAN dieser Zielstellung unter. Es ist an der zunehmend erforderlichen Kooperation zwischen OEM und Zulieferern in der Automobilindustrie in Folge der sinkenden Fertigungstiefe bei den Automobilproduzenten ausgerichtet und soll die Kooperationspartner dabei unterstützen, Fabrikplanung als vernetzten Prozess durchführen zu können. Realisiert wurde das Forschungsvorhaben netPLAN im Zeitraum 01.07.2004 - 30.06.2006 gemeinsam durch vier Verbundpartner aus Industrie und Wissenschaft, die verschiedene Teilvorhaben durchführten:

- **imk automotive GmbH** Chemnitz mit dem Teilvorhaben "Ermittlung eines schnellen, hochfunktionalen Echtzeitviewers für die interaktive 3D-Visualisierung der operativen Planungsergebnisse und stände; Einbindung von Methoden der Fertigungsplanung in das System",
- **GPP Chemnitz – Gesellschaft für Prozessrechnerprogrammierung mbH** mit dem Teilvorhaben "Entwicklung und Integration von Simulationstechniken unter Einbeziehung moderner Fabrikplanungsmethodiken sowie Schnittstellen einer 3-D-Visualisierung der operativen Planungsergebnisse und -stände",
- **CADsys Vertriebs- u. Entwicklungsgesellschaft mbH** Chemnitz mit dem Teilvorhaben "Dynamische Simulation von Fertigungsausrüstungen für die interaktive vernetzte Fabrikplanung",
- **TU Chemnitz**, Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme (IBF), Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb mit dem Teilvorhaben "Entwicklung von netzfähigen Planungsmethoden und Kommunikationsdiensten".

Als wesentliches Ergebnis wurde ein Funktionsmuster für eine internetbasierten Fabrikplanungsplattform entwickelt,

- die Werkzeuge für die Planung, Simulation und Layoutgestaltung integriert,

- die die Virtuelle Realität zur Echtzeit-Visualisierung einbezieht,
- die verteilte Planung in Form des Simultaneous Engineering ermöglicht,
- die partizipative Planungsmethoden anwendet und
- über die OEM und Zulieferer vernetzt kooperieren können.

Zusammenwirken der Projektpartner und Planungsebenen

Für die Bearbeitung des Forschungsvorhabens wurden verschiedene Modellebenen der Planungsprozesse gebildet und die Projektpartner entsprechend Ihren Kompetenzen zugeordnet (Abbildung 1).

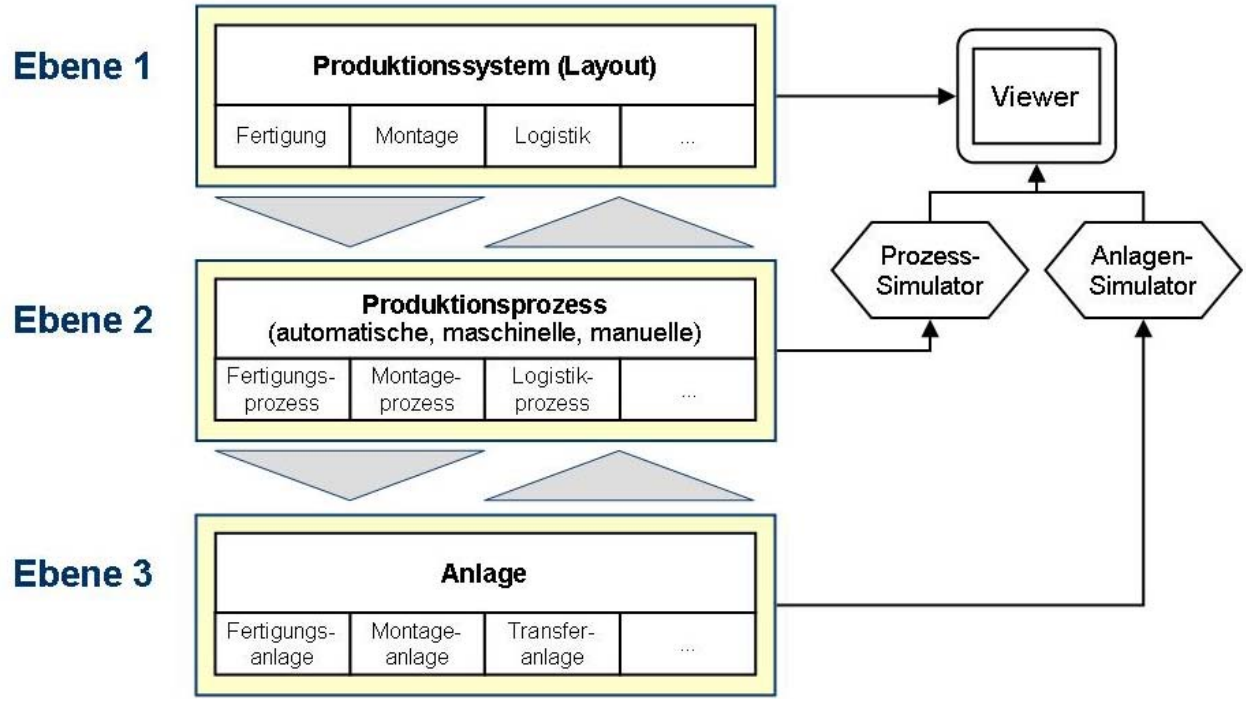


Abbildung 1: Modellebenen der Planungsprozesse

Die Ebene 1 bildet die Produktionssystemebene. Das technische Produktionssystem wird mittels Fabrik- und Layoutplanung gestaltet. Teilsysteme in dieser Ebene sind Fertigungs-, Montage-, Logistiksysteme und weitere Teilsysteme wie z. B. Ver-/Entsorgungssysteme.

Die zweite Ebene ist die Produktionsprozessebene. In dieser Ebene werden die durch das Produktionssystem zu realisierenden Prozesse betrachtet. Teilprozesse sind Fertigungs-, Montage-, Logistik- und weitere Prozesse. Der zeitliche Ablauf der Prozesse wird mit Hilfe der Prozesssimulation geplant.

Auf der dritten Ebene werden die einzelnen Anlagen, die die Prozesse ausführen, im Detail dynamisch mittels Simulation untersucht. Das sind im wesentlichen Fertigungs-, Montage- und Logistikanlagen, aber auch weitere periphere Anlagen z. B. für die Ver- und Entsorgung.

Die Ebenenbildung unterstützt die Dekomposition bzw. Komposition des in seiner Gesamtheit zu planenden Produktionssystems, weshalb das Zusammenwirken der Modellebenen sowohl Top-Down als auch Bottom-Up erfolgt.

Die anschauliche Visualisierung der auf den einzelnen Ebenen erzielten Planungsergebnisse erfolgt über entsprechende Viewer, die eine dreidimensionale Darstellung der Produktionsanlagen und Prozessabläufe ermöglichen.

Entsprechend ihren Kompetenzen wirken die Projektpartner des Forschungsvorhabens auf folgenden Ebenen (Tabelle 1):

Ebene	Projektpartner	Kompetenz
1	**TU Chemnitz**	**Produktionssystemplanung und Planungsmethoden**
2	**imk automotive**	**Produktionsprozessplanung und Visualisierung**
	GPP	**Produktionsprozesssimulation**
3	**CADsys**	**Produktionsanlagenplanung und -simulation**

Tabelle 1: Zuordnung der Projektpartner zu den Modellebenen der Planungsprozesse

Dabei erfolgte die Verknüpfung der unterschiedlichen Kompetenzen der Forschungspartner im methodischen Bereich mit den Erfahrungen der Industrie im Anwendungsbereich.

Charakteristisch für das Projekt ist die Anpassung und Entwicklung von Planungswerkzeugen auf den Ebenen Systemplanung, Prozessplanung und Anlagenplanung (Applikationen), die auf eine zentrale Planungsdatenbank zugreifen. In dieser werden die planungsrelevanten Daten einheitlich strukturiert gespeichert. Der Datenzugriff durch die verschiedenen Anwendungssysteme erfolgt direkt oder über Schnittstellen (Abbildung 2).

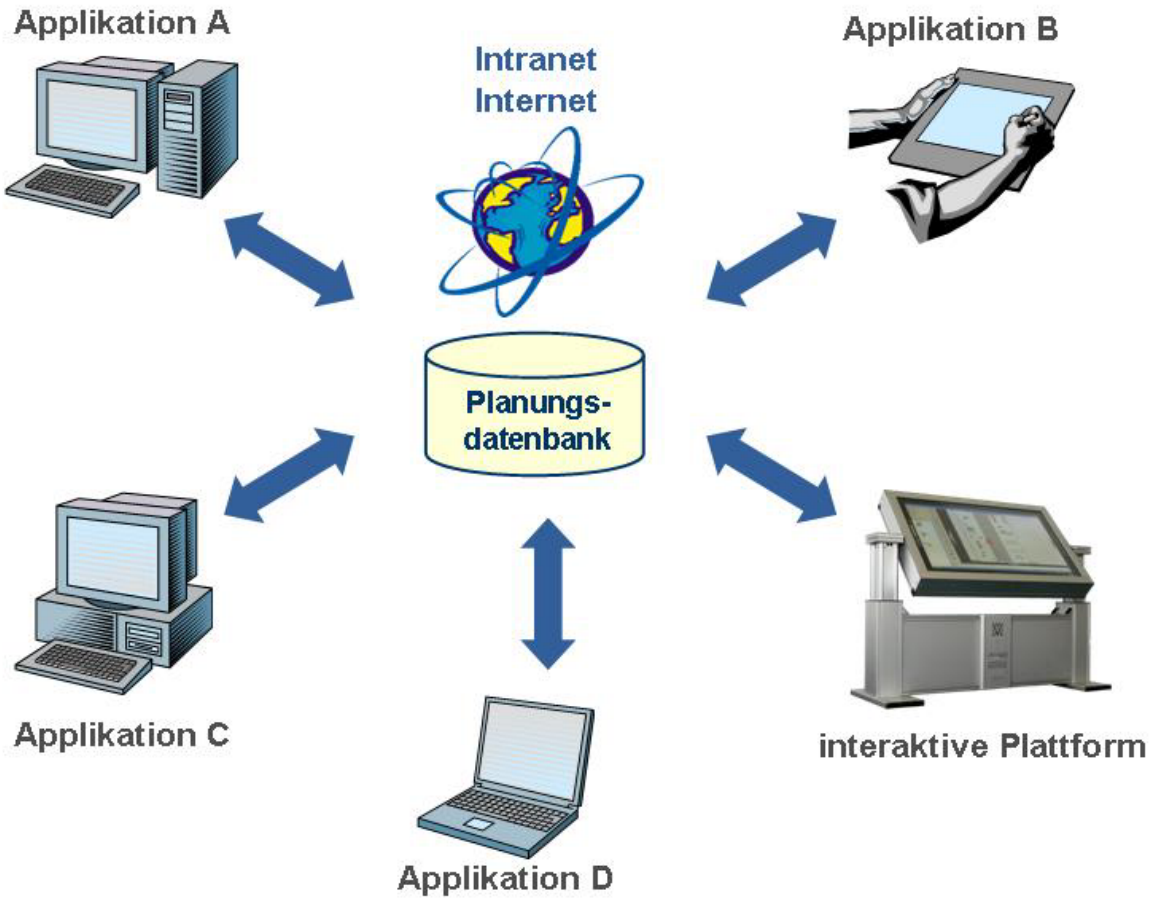


Abbildung 2: Zusammenwirken der Applikationen (Datenaustausch)

Methodik zur interaktiven vernetzten Fabrikplanung

Die im Rahmen des Projektes entwickelte Methodik zur interaktiven vernetzten Fabrikplanung besteht einerseits aus den einzusetzenden Methoden und andererseits aus diese unterstützenden Planungswerkzeugen (Abbildung 3).

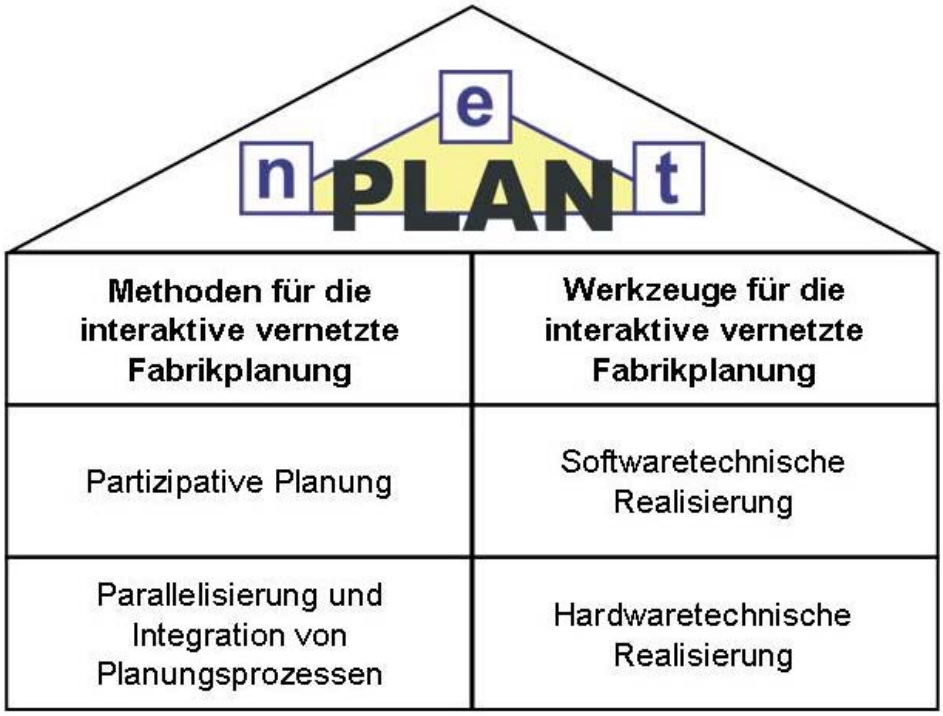


Abbildung 3: Überblick zur Methodik

Als wesentliche Methoden für die interaktive vernetzte Fabrikplanung werden Partizipation in sowie Parallelisierung und Integration von Planungsprozessen gesehen.

Unter **Partizipation** bezogen auf den Prozess der Produktionssystemplanung wird dabei in Anlehnung an die Definitionen von MENTZEL und MONJÉ eine Zusammenarbeit zwischen den Entscheidungsträgern der Planung und den durch die Planung betroffenen Mitarbeitern verstanden, bei der mit den Beteiligten verschiedene Formen der Mitwirkung und Mitbestimmung bei gleichzeitiger Mitverantwortung für definierte Aufgabenfelder vereinbart werden [Men97, Mon98].

Die Notwendigkeit zur Partizipation in der Planung stützt sich im Wesentlichen auf die beiden Schwerpunkte

- Erzielung einer höheren Planungsqualität durch die Vernetzung aller planungsrelevanten Informationen seitens der Personen, die durch den Planungsprozess direkt bzw. indirekt betroffen sind und
- Erzielung einer höheren Akzeptanz der Planungslösung, in dem die Betroffenen zu Beteiligten werden.

Als Reaktion auf die immer kürzeren Planungszyklen ist eine Verkürzung der Zeitdauer für den gesamten Planungsprozess erforderlich, die durch die konsequente Anwendung der Parallelisierung und Integration von Planungsteilprozessen erreicht werden kann (Simultaneous Engineering).

Parallelisierung bedeutet, dass die Bearbeitung der sequentiell aufeinander folgenden Teilprozesse schon begonnen wird, obwohl noch keine Ergebnisse der vorherigen Teilprozesse vorliegen. Die Bearbeitung muss demzufolge auf Basis unscharfer Daten beginnen, die dann mit fortschreitender Projektbearbeitung permanent präzisiert werden. Dies erfordert eine verstärkte Kommunikation zwischen den Beteiligten. Ein wesentlicher Vorteil, der sich neben der Zeitersparnis daraus ergibt, ist die Erhöhung der Planungsqualität, da durch die zwangsläufigen Rückkopplungen die Ergebnisse in kurzen Iterationszyklen gesamtheitlich abgestimmt werden können. Nachteilig könnten bei dieser Vorgehensweise jedoch Unstimmigkeiten in der Koordination verschiedener Tätigkeiten und Verantwortlichkeiten wirken. Um das zu vermeiden, sind die einzelnen Aufgaben im Vorfeld genauestens zu planen und hinsichtlich ihrer Ergebnisse und der auszutauschenden Informationen im Verlauf des Projektes zu kontrollieren [Lau96].

Integration bedeutet, dass einzelne Teilprozesse zu einem ganzheitlichen Prozess zusammengefasst werden. Dies kann unter folgenden Aspekten geschehen:

- objektspezifischer Aspekt,
- prozessspezifischer Aspekt,
- fachspezifischer Aspekt,
- organisatorischer Aspekt.

Die Umsetzung erfolgt dabei vom Autarkiezustand der einzelnen Teilprozesse bis zum Ideal der vollständigen Integration. Hierbei kommt es zu einem Wegfall der Schnittstellen, was die Kommunikation zwischen den Beteiligten stark intensiviert. Dadurch werden die Nachteile, die bei der Parallelisierung der Teilprozesse auftreten können, bei der Integration vermieden. Die Grenzen der Integration werden lediglich von der Komplexität und Beherrschbarkeit des Gesamtprozesses bestimmt. Dies ist wiederum abhängig von den beteiligen Personen und ihrer Qualifikation [Gün05].

Die aufgeführten Methoden sind durch adäquate Planungswerkzeuge software- und hardwaretechnisch zu unterstützen. Eine tragende Rolle zur erfolgreichen Realisierung des Simultaneous Engineering spielt der Informationsaustausch und somit die Kommunikation zwischen den beteiligten Personen, d. h. sie müssen kooperieren. Deshalb wurde bei der Entwicklung der Planungswerkzeuge auf Ergebnisse der CSCW-Forschung (Computer Supported Cooperative Work) zurückgegriffen. Hierbei handelt es sich um ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, welches das Ziel verfolgt, durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien die Gruppenarbeit zu verbessern. Durch die rasante Entwicklung der Leistungsfähigkeit der Rechentechnik sowie deren weltweite Vernetzung gewinnt dieses Gebiet auch in der praktischen Anwendung immer mehr an Bedeutung. Die Gruppenarbeit kann dabei durch eine unterschiedliche Intensität des Kommunikationsgrades geprägt sein, der jedoch zu maximieren ist (Abbildung 4) [BSc98].

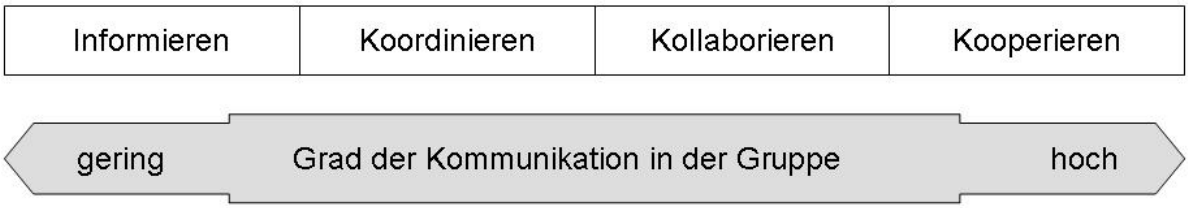


Abbildung 4: Intensität des Kommunikationsgrads in der Gruppe [BSc98]

visTABLE – Werkzeug zur interaktiven vernetzten Layoutplanung (Ebene 1)

Das entwickelte Planungswerkzeug visTABLE zur interaktiven vernetzten Layoutplanung mit mehreren Beteiligten besteht im Wesentlichen aus den softwaretechnischen Komponenten

- 2D-Arbeitsoberfläche mit der Draufsicht auf das zu gestaltende Layout und
- 3D-Visualisierung der Planungsobjekte des zu gestaltenden Produktionssystems (Abbildung 5)

sowie unterschiedlichen hardwaretechnischen Komponenten wie PC, interaktiver Bildschirm (Touch-Screen, Tablet-PC) und Projektionstechnik (Monitor, Beamer, Power Wall) entsprechend der gewählten Ausbaustufe.

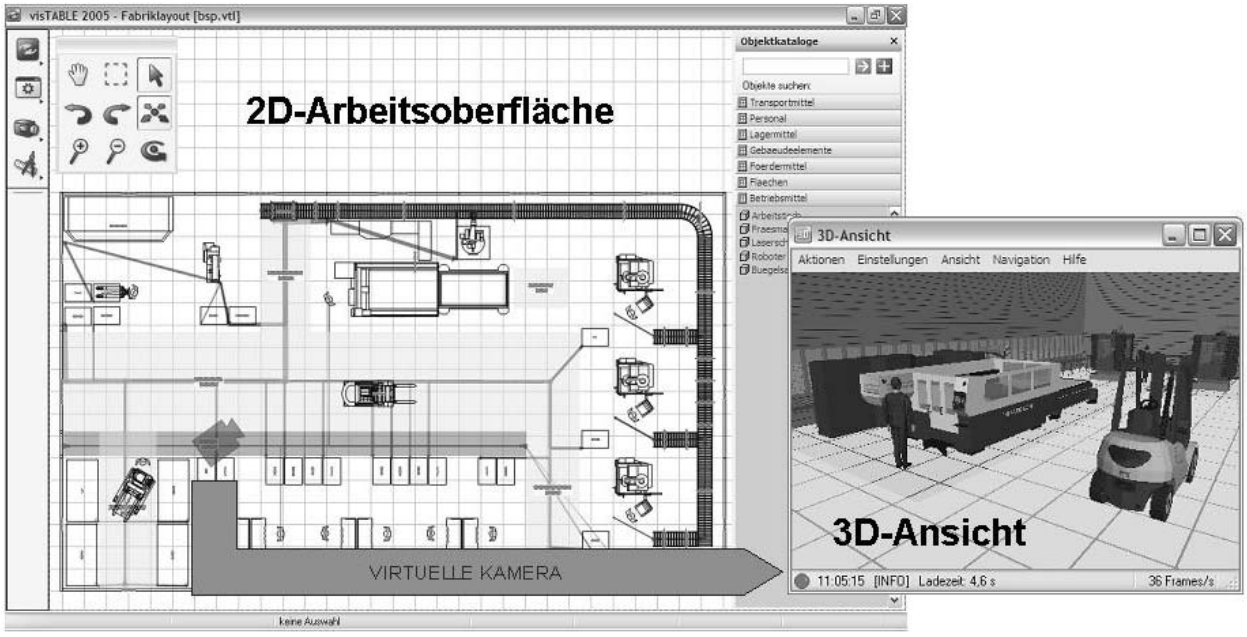


Abbildung 5: Softwaretechnische Komponenten von visTABLE

Die Bedienung der Software (Interaktion) erfolgt auf der 2D-Arbeitsoberfläche und wurde sehr einfach gestaltet, so dass auch Mitarbeiter mit geringer Rechnererfahrung aktiv am Planungsprozess mitwirken können. Das wird mit einer hierarchiearmen und auf benötigte Funktionen beschränkte ergonomische Menüführung unter Berücksichtigung der ISO 9241 zur ergonomischen Softwaregestaltung erreicht. Mit Hilfe von dynamischen Menüs werden dem Benutzer nur die objektrelevanten Funktionen zur Auswahl angeboten. Die realisierte hybride Softwarearchitektur erlaubt ein verteiltes Arbeiten über das Intranet/Internet, wobei die Server-Komponente in die visTABLE-Applikation integriert ist. Damit fungiert immer der die Planungssitzung eröffnende Partner als Server, zu dem sich weitere Planungspartner verbinden können. Das ermöglicht eine flexible Gruppenarbeit. Der Zugang zur Planungssitzung wird über ein Sicherheitskonzept geregelt [GGH+05].

Werkzeuge zur Prozessplanung (Ebene 2) – Simulation

In der Ebene 2 - Produktionsprozesssimulation - bestand die Aufgabe in der Auswahl und Einbindung eines Simulationswerkzeuges mit Optimierungsalgorithmen und der Bereitstellung von entsprechenden Schnittstellen.

Es wurde eine eingehende Analyse der Durchführung von Planungsprozessen, speziell unter dem Gesichtspunkt der Kooperation durchgeführt. Mit dem zunehmenden Umfang von Fabrikplanungsaufgaben lässt sich eine Zusammenarbeit mehrerer Stellen nicht vermeiden. Diese sind häufig lokal getrennt, ebenso werden in unter-schiedlichen Planungsebenen verschiedene Werkzeuge verwendet, die letztendlich den gleichen Prozess betrachten. Auf diese Systeme setzt im Allgemeinen die Simulation auf.

Die Kooperation in der Planung erfordert Schnittstellen zwischen Tools, die es er-möglichen, Lösungen und Planungsergebnisse bzw. -stände einzelner Phasen weiter zu verarbeiten, einzubeziehen und zu modifizieren.

Dafür wurde basierend auf der ISO IEC 15909-2 WD eine bidirektionale Schnittstelle für den Simulator PACE geschaffen, die System- und Tool-unabhängig ist.

Diese PNML – Petri Net Markup Language - Schnittstelle bietet durch die XML-Basis ausreichende Flexibilität zur Integration verschiedener Petrinetz-Typen. Die Schnittstelle ist offen für Erweiterungen durch ein speziell gestaltbares Convention-Dokument und vor allem unabhängig von speziellen Tools und Plattformen.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, zum Steuern und Parametrieren der Netze die Daten per ODBC oder DDE bzw. mittels direkter SQL-Abfragen aus externen Datenquellen zu beziehen und zur Simulation zu verwenden.

Zur Ansteuerung von Visualisierungssystemen können Zeiten für die Ablaufsteuerung exportiert werden, die in 3D-fähige Systeme wie z.B. Virtools importiert werden und daraufhin weitere Untersuchen wie Kollisionsberechnungen erfolgen können.

Damit stehen für verteilte Planungsaufgaben folgende Module zur Verfügung (Abbildung 6):

- Modul zum Import strukturierter Petrinetze und von Einzelmodulen (1),
- Modul zum Export strukturierter Petrinetze, PNML-Dateien (2),
- Modul zur Verarbeitung externer Datenquellen im Simulator (Excel, Access/SQL-DB, Text) (3),
- Modul zum Erzeugen von simulationsgestützten Steuerdateien für die 3D Visualisierung (4).

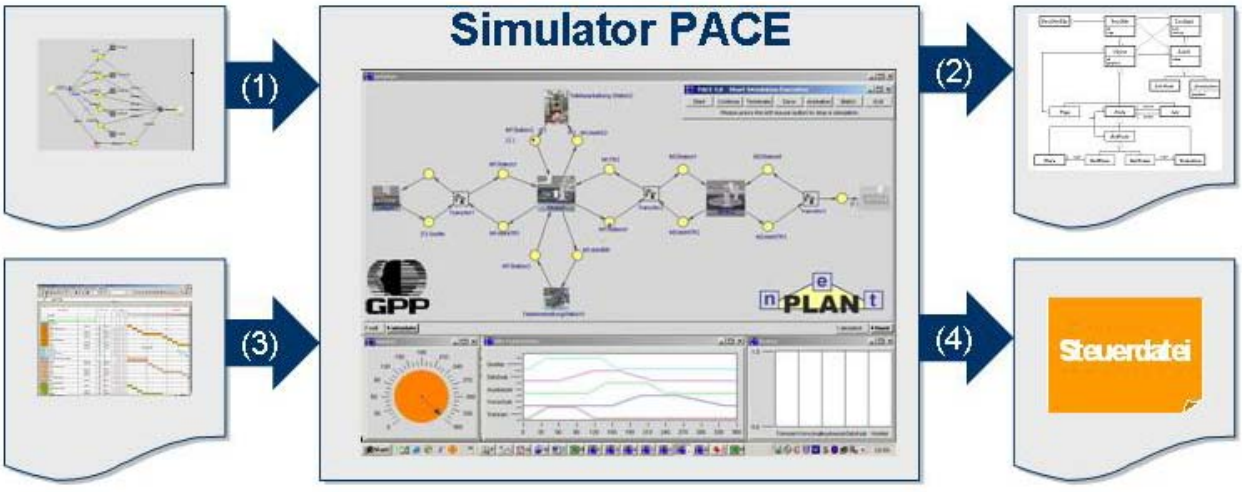


Abbildung 6: Module für den Simulator PACE

Somit wurde die Grundlage für einen durchgängigen Planungsablauf durch die offene Schnittstelle geschaffen. Dies erfolgt Tool- und Anbieter-unabhängig. Durch die Integration verschiedener Werkzeuge in die Planung müssen Abläufe damit nur einmal erstellt werden, nach Speichern z.B. in der Datenbank kann die Simulation ohne Neuerstellung von Modellen geladen werden. Für die Rückspeicherung der Simulationsergebnisse in die Datenbank wurde die Exportschnittstelle geschaffen. Somit ist die Möglichkeit der Automatisierung des Datenaustausches gegeben. Ein direktes Einbinden der Schnittstelle in das Simulationstool PACE kann erfolgen.

Unter der Voraussetzung der Verwendung der entworfenen Convention- und Definitions-dokumente wird PACE offen für beliebige Netze. Durch die Einbindung weiterer Standard-Schnittstellen wie DDE, ODBC zur Parametrisierung von Simulationsmodellen und der Anbindung von Systemen zur 3D-Visualisierung durch Erzeugen von Steuerdaten haben sich die Möglichkeiten der Simulation sowie die Flexibilität und Einsatzfelder des Simulators PACE enorm erweitert.

Werkzeuge zur Prozessplanung (Ebene 2) – Planung manueller Tätigkeiten

Unter dem Schlagwort Digitale Fabrik vereinen sich in den letzten Jahren Anstrengungen, die Produktionstechnik durch Computerintegration zu revolutionieren. Dahinter steht die Vision, den gesamten Entstehungsprozess von Produkten virtuell abzubilden. Im Zuge der Digitalisierung entstehen die Instrumente, um Gesamtsysteme dynamisch optimieren zu können. Wichtiger Bestandteil des Projekts Digitale Fabrik ist die Visualisierung von Abläufen. Für mechanische oder automatische Abläufe sind bereits durchgängige Visualisierungslösungen vorhanden, z. B. zur Robotersimulation. Anhand der Visualisierung können Arbeitsplätze und Abläufe im Hinblick auf effiziente Gestaltung und Organisation untersucht werden. Durch die virtuelle Erprobung werden Fehlerquellen und Risiken frühzeitig erkannt. Die Visualisierung menschlicher Tätigkeiten hat sich bisher der Anwendbarkeit entzogen, aufgrund des Mangels an geeigneten Systemen und Softwarewerkzeugen.

Die Berücksichtigung menschlicher Arbeit während der Planung ist vor allem bei Montage-prozessen von Bedeutung. In der Montage ist der Mensch als Arbeitskraft wegen seiner Flexibilität gegenüber Maschinen und Automaten im Vorteil und damit wichtiger Erfolgsfaktor.

Die Forschungsarbeit innerhalb des Projektes netPlan zielte auf eine Vervollständigung der für die Digitale Fabrik benötigten Modelle ab. Gegenstand der Bearbeitung ist die menschliche Arbeit, für die bisher geeignete Modelle fehlten. Bewegungsmodelle des Menschen sind das Bindeglied zwischen visueller Darstellung und methodischer Untersuchung. Am Menschmodell werden anhand der Bewegungen vorwiegend die Ausführbarkeit der geplanten Tätigkeiten und die Richtigkeit der zeitlichen Bewertung verifiziert. Bereits ohne verfügbare Bewegungsmodelle für Werkertätigkeiten sind arbeitswissenschaftliche Modelle entstanden, um häufig untersuchte Sachverhalte abbilden zu können. Im Zusammenhang der Digitalen Fabrik aber sind ohne gesicherte Bewegungsmodelle des Menschen keine Untersuchungen dynamischer Sach-verhalte möglich. Zudem leidet die Glaubwürdigkeit von Ergebnissen, die mit Hilfe der Visualisierung an unbewegten Werkern gewonnen werden. Gerade in der Visualisierung und Simulation von Planungsergebnissen (das heißt von noch nicht realisierten, neuartigen Fabriken und Anlagen) liegt jedoch das Potential der Digitalen Fabrik.

Eine Ergänzung der Digitalen Fabrik um Werker, deren Tätigkeit mit Hilfe der Charakter-animation nachgestellt wird, ist dabei auch bisher schon möglich. Diese Vorgehensweise ist jedoch zum einen mit hohem Arbeitsaufwand verbunden. Zum anderen bedeuten Änderungen und Varianten zusätzlichen Aufwand, da selbst Abweichungen im Detail viel Nacharbeit erfordern, um die realistische Anmutung zu erhalten. Die Charakteranimation erfüllt damit nicht den Anspruch, effektive und flexible Werkzeuge für Planungsprozesse bereitzustellen. Deshalb wurde von imk automotive GmbH ein Werkzeug zur visuellen Darstellung menschlicher Arbeit

auf Basis technologisch entwickelter sog. Verrichtungen entwickelt. Dadurch wird es möglich, ausgehend vom 3-D-Modell des Arbeitsplatzes und der Werkstücke/Arbeitsaufgabe, den gesamten Arbeitsprozess in seiner Abfolge und zeitrichtig darzustellen (Abbildung 7).

Abbildung 7: Visuell unterstützte Planung manueller Tätigkeiten

Werkzeuge zur Anlagenplanung (Ebene 3) – Simulation von Fertigungsausrüstungen

Neben der Planung des gesamten Produktionssystems müssen auch einzelne Produktionsanlagen und deren Komponenten konstruktiv geplant und dynamisch untersucht werden. Für eine Simulation des Anlagenverhaltens im Fertigungsprozess wird in der Regel für jede Komponente ein definiertes Verhalten (technologische Parameter, Zeitvorgaben) vorausgesetzt. Die Fragestellung, ob die Komponenten dieses Verhalten realisieren können, bedarf der Prüfung physikalischer und technischer Grenzen durch virtuelle Entwurfsmethoden. Dazu wurde von der CADsys GmbH in Zusammenarbeit mit dem Partner ITW e.V. Chemnitz eine Simulationstechnologie für gemischt reale und virtuelle Komponenten und Funktionen von Montageanlagen entwickelt.

Die dynamische Simulation mechanischer und elektrischer bzw. pneumatischer Komponenten einer Montageanlage zur Darstellung der Montagefunktionen einschließlich der Taktzeitermittlung wird in einen interaktiv vernetzten Fabrikplanungsarbeitsplatz integriert und ermöglicht dort die Ausführung verschiedener Planungsszenarien (Abbildung 8).

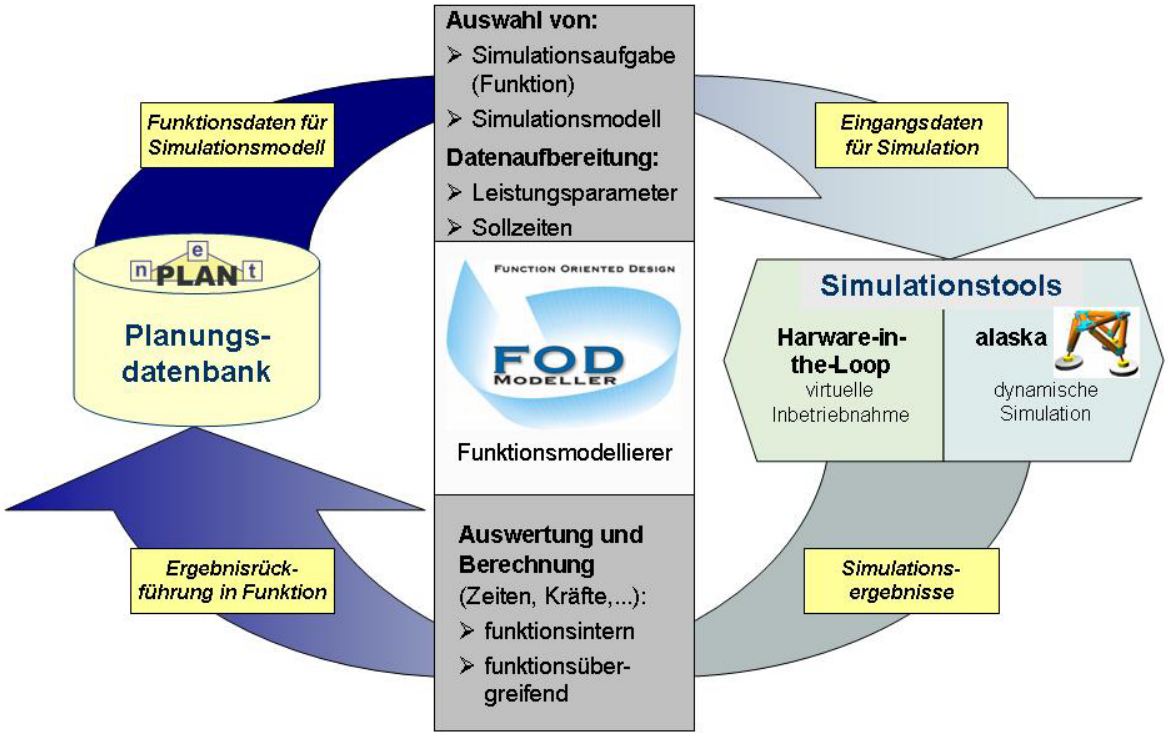


Abbildung 8: Integration und Schnittstellen der Simulation von Montageanlagen

An der Simulation sind 3 Systemkomponenten beteiligt, die über Schnittstellen den Informationskreislauf realisieren:

- netPLAN-Planungsdatenbank ,
- Funktionsmodellierer FOD,
- Spezielle Simulationswerkzeuge (MKS-Simulation mit alaska®, HiL).

Dabei enthält die Planungsdatenbank grundlegende Daten über die Funktionen der Montageanlage und deren digitale Modelle (CAD und Simulation). Der Funktionsmodellierer FOD (Function Oriented Design) greift online auf diese Daten zu, baut eine hierarchische Struktur der zu simulierenden Teilfunktionen auf, füllt diese mit den Eingangsdaten aus der Planungsdatenbank und bereitet die spezifischen Simulationsmodelle für die Tools auf. Die komplexen Funktionen einer Montageeinheit werden dabei grafisch interaktiv in simulierbare Teilfunktionen zerlegt und parametrisiert.

Bei der Simulation selbst können innerhalb der Tools verschiedene Szenarien durchgerechnet werden, die unmittelbar Erkenntnisse über Defizite oder Reserven der Komponenten liefern. Die Simulationsergebnisse werden vom FOD gelesen und ausgewertet (z.B. Taktzeitberechnung funktionsübergreifend) und wieder an die Planungsdatenbank übermittelt.

Die dynamische Simulation von Produktionsanlagen ermöglicht schon in den frühen Phasen der Entwicklung Antworten auf konstruktive Fragen z. B. nach Belastungs-spitzen, Antriebsleistungen und Zeitreserven in den detaillierten Prozessschritten.

Die dabei gewonnenen Bewegungsdaten und Grafikobjekte werden über die zentrale Planungsdatenbank für die Prozessvisualisierung zur Verfügung gestellt. Grafische Darstellungen der Simulationsergebnisse in Diagrammen von z.B. Weg-Zeit-Verläufen und Kraft-Weg- oder Kraft-Zeit-Verläufen ermöglichen die effiziente Rückkopplung auf die Planungsdaten (Abbildung 9).

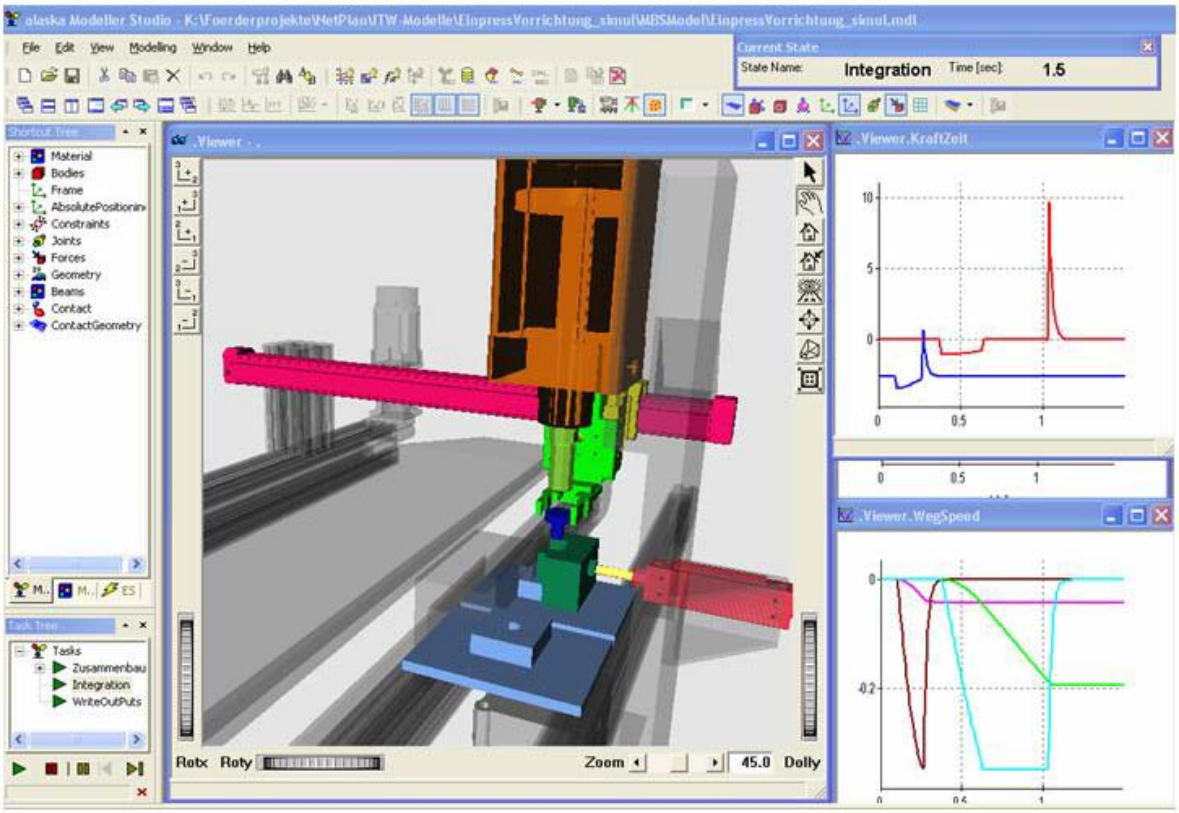


Abbildung 9: Dynamik-Simulation Montageeinrichtung mittels alaska®

Literatur

[BSc98] Borghoff, U.; Schlichter, J.: Rechnergestützte Gruppenarbeit. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, 1998.

[GGH+05] Gäse, Th.; Günther, U.; Heller, A.; Müller, E.: Kooperative Planung in Netzwerken mit visTABLE. wt Werkstattstechnik (online) 95 (2005) H. 4, S. 205-209.

[Gün05] Günther, U.: Methodik zur Struktur- und Layoutplanung wandlungsfähiger Produktionssysteme. TU Chemnitz, Fakultät Maschinenbau, Dissertation, 2005.

[ISOoJ] ISO 9241-9: Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten - Teil 9: Anforderungen an Eingabemittel ausgenommen Tastaturen.

[Lau96] Laufenberg, L.: Methodik zur integrierten Projektgestaltung für die situative Umsetzung des Simultaneous Engineering. Aachen: Shaker Verlag, 1996

[Men97] Mentzel, W.: Dezentrale Fabrikplanung durch Mitarbeiterbeteiligung. In: Tagungsunterlagen zum IFA-Kolloqium – Dezentrale Fabrikstrukturen, Hannover, 1996

[Mon98] Monjé, M.: Dezentrale Planung von Fabrikstrukturen – Ein partizipativer Ansatz zur Gestaltung von Produktionssystemen. Aachen: Shaker Verlag, 1998

Ansatz für eine service-basierte Fabrikplanungsumgebung

Dr.-Ing. C. Constantinescu, Dr.-Ing. V. Hummel, Prof. Dr.-Ing. E. Westkämper
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb, IFF, Universität Stuttgart

Abstrakt

Dieser Aufsatz beschreibt die Fortschritte, die das IFF (Universität Stuttgart) auf dem Gebiet der Produktionsforschung gemacht hat, indem es das vorhandene Wissen, die Kompetenzen und Beispiele Best Practices mit einer offenen, dienstleistungsbasierten, kollaborativen und standardisierten Umgebung für das Fabrik Life Cycle Management integriert hat. Um den neuen Herausforderungen in der Produktion zu begegnen, müssen Fabriken als ein Produkt betrachtet werden, welche wandelbare und anpassungsfähige Strukturen hat. Dieses Produkt muss schnell und angemessen auf interne und externe Turbulenzen reagieren können. Dafür werden neue Modelle, Methoden und Prozesse der Kooperation und der Integration über den gesamten Lebenslauf angewendet.

1 Zielsetzung

Im zunehmend konkurrierenden Europäischen Umfeld, müssen sich Hersteller von Produkten beziehungsweise die Fabriken der Herausforderung stellen, selbst als Produkt [ACH+06, WCH06] betrachtet zu werden, das durch „wandlungsfähige" Strukturen charakterisiert ist. Im vorliegenden Ansatz umfassen die Fabrikstrukturen die organisatorische Struktur, das Management, die Mitarbeiter, die technologischen Ressourcen, Einrichtungen, Kenntnissen, Expertenwissen und Information. Die „wandlungsfähige Fabrik" soll schnell und angemessen auf interne und externe Turbulenz reagieren, indem sie neue Kollaborations- und Integrationsmodelle, Methoden und Verfahren entlang der Wertschöpfungskette anwendet.

Der Wandel der Industrie in Europa ist durch die Förderung von Wissen, Kompetenzen und beste Praxis-Beispiele im Bereich des advanced Industrial Engineering (aIE) durch eine kollaborative, standardisierte Umgebung für das Fabrik Life Cycle Management zu unterstützen.

Um die oben genannten Ziele umzusetzen, orientieren sich die Forschungsarbeiten an den folgenden Aufgaben:

- Definition und Identifikation von Bedürfnissen der Fabriken, um die neuen Begriffe des advanced Industrial Engineering (aIE) in der Fabrikplanung über alle Phasen ihres Lebenszyklus hinweg anzuwenden, im Folgenden: Fabrik Life Cycle.
- Entwicklung einer kollaborativen, offenen und standardisierten Umgebung und einer entsprechenden Plattform für das Fabrik Life Cycle Management, genannt KOSIFA.

2 Die Vision: Ein dreidimensionaler Raum für die Fabrikplanung

Nach der Analyse der größten Herausforderungen für den europäischen Industriesektor müssen folgende grundlegenden Fragen beantwortet werden:

1. Welches Produkt soll den Produktionsunternehmen angeboten werden?
2. Wer sind die Kunden unseres Produktes?
3. Welche Technologien und Werkzeuge dienen dem genannten Zweck?

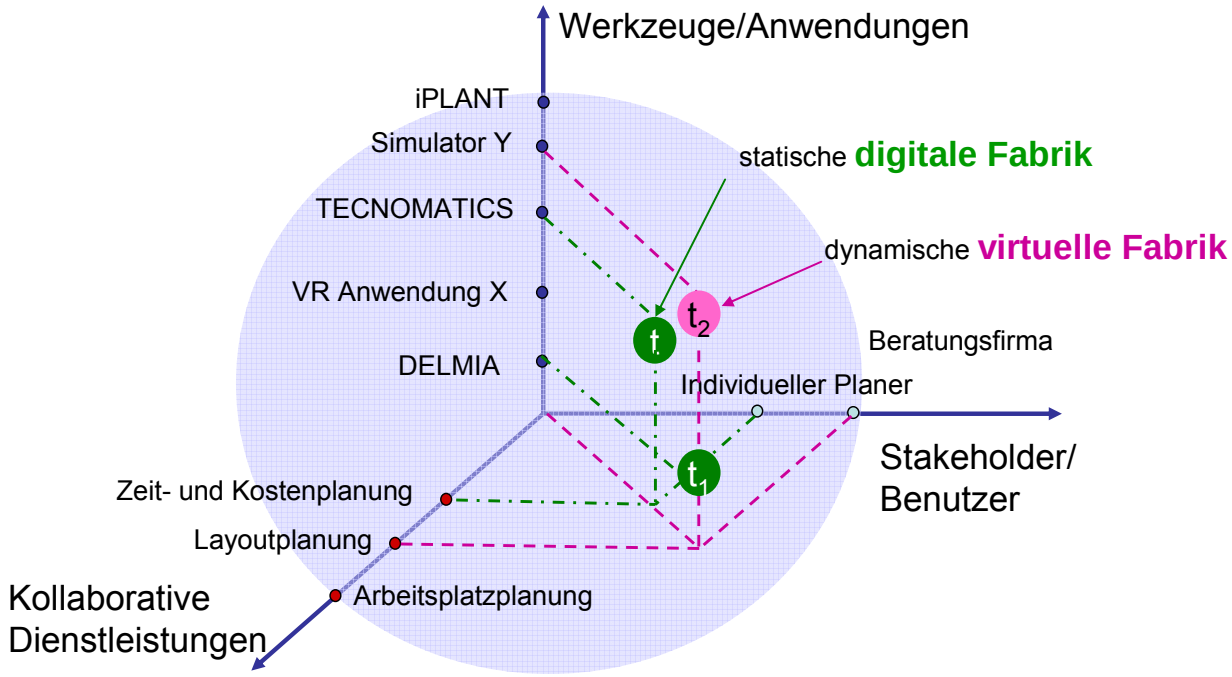


Abbildung 1: Die Vision, ein dreidimensionaler Raum für die Fabrikplanung

Unsere Vision ist ein dreidimensionaler Raum, wie in Abbildung 1 skizziert, dargestellt durch unendlich viele Punkte. Ein Punkt ist eine digitale oder virtuelle Fabrik, die durch Anwendung der spezifischen digitalen Werkzeuge oder dynamischen Simulatoren in einer offenen, kollaborativen und standardisierten Plattform geplant wird.

Antwort 1. Es soll ein spezialisiertes und komplexes Produkt angeboten werden, das die bisherigen wertvollen Kenntnisse, Erfahrungen und beste Praxis in aIE einbettet. So entsteht "die gewünschte wandlungsfähige Fabrik". In diesem dreidimensionalen Raum vertritt sie einen Punkt, der die flexible, wandlungsfähige und dynamische virtuelle Fabrik, oder die statische digitale Fabrik verwirklicht, abhängig von den verwendeten Technologien und Werkzeugen [WCH06, CHW06].

Antwort 2. Alle beteiligten Stakeholder, die X-Achse unseres dreidimensionalen Raumes, werden von den Benutzern vertreten. Ihr Ziel ist die gemeinsame Planung der Fabrik. Es gibt mehrere Typen von Benutzern:

- individuelle Planer, die in einer bestimmten Fabrik beschäftigt werden und in planenden Tätigkeiten involviert sind,
- individuelle Experten, die ihre Sachkenntnis anbieten, um ihre Klienten (Fabriken) bei planenden Tätigkeiten zu unterstützen,
- Gruppen von Experten oder Planern, die in Beratungsfirmen organisiert sind.

Antwort 3. Um die Planung der Fabrik entlang ihres Lebenszyklus durchzuführen, sollen die Planer folgende spezifische Technologien und Werkzeuge [ACH+06, WCH06, CHW06] verwenden:

- Ingenieurs- und/oder digitale Produktionstechnologien, welche die Modellierung der digitalen Fabrik, - des statischen „heutigen“ Zustandes unterstützen,
- Simulatoren oder spezifische Anwendungssysteme, die das Bild der Fabrik in ihrer Dynamik, die Fabrik von "morgen", die so genannte „virtuelle Fabrik“ zeigen.

Diese spezifischen aIE Technologien, Anwendungen und Werkzeuge werden auf der Y-Achse des Raumes in Abbildung 1 dargestellt.

Antwort 4. Die Stakeholder benutzen die entsprechenden aIE Technologien, Anwendungen und Werkzeuge durch "Planungs-Dienstleistungen". Mehrere zentrale Planungsdienst-leistungen, dargestellt auf der Y-Achse des Raumes, sind sehr wichtig: unter anderem Layoutplanung, Zeit- und Kostenplanung, Arbeitplatzplanung, Rohstoffplanung.

Antwort 5. In der Vision ist dieser dreidimensionale Raum von unendlich vielen Zuständen, die eine digitale beziehungsweise eine potenzielle virtuelle Fabrik darstellen, eine Plattform für das Fabrik Life Cycle Management mit folgenden Eigenschaften:

- kollaborativ, durch eine Arbeitsumgebung, die die gemeinsamen Planungstätigkeiten durch die Anwendungen kollaborativer Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) nach dem Stand der Technik erleichtert
- offen, durch die Möglichkeit für alle Benutzer/Stakeholder an die Plattform angeschlossen zu werden und entsprechend ihres eigenen Interesses die gewünschten Werkzeuge anzupassen:
  - die Experten können das Wissen und die beste Praxis im aIE anbieten und die Funktionalität der Plattform verbessern,
  - die Planer und Fabriken können eine oder mehrere Planungs-Dienstleistungen benutzen,
  - IT-Händler aus dem Bereich aIE Werkzeuge und Simulatoren können sich in die Plattform integrieren und ihre kommerziellen IT Produkte einer großen Produktions-Gemeinschaft anbieten.
- standardisiert, indem sie entworfen, entwickelt und umgesetzt wurden unter Verwendung von existierenden Standards für Datenmodellierung und Datenaustausch;
- dienstleistungsorientiert, durch das transparente Angebot der erforderlichen Technologien, Anwendungen und Werkzeuge, definiert als Dienstleistungen. Basierend auf einem dienstleistungsorientierten Paradigma ist die Plattform eine Sammlung von Dienstleistungen, die miteinander kommunizieren. Die Dienstleistungen sind in sich geschlossen und hängen vom Kontext oder Zustand der anderen Dienste nicht ab. Sie funktionieren innerhalb der verteilten System-Architektur

Die Durchführbarkeit dieser Vision soll anhand folgender beider Beispiele verifiziert werden:

Im ersten Beispiel ist der Benutzer ein individueller Planer, der an der Zeitkostenplanung einer gegebenen Fabrik arbeitet. Er verwendet im Moment t kollaborativ das kommerzielle Produkt TECNOMATICS, und wird seine Aufgaben in enger Kooperation mit Spezialisten von anderen Abteilungen erfüllen. In unserem Raum wird das Resultat seiner Arbeit durch das digitale Bild dieser Fabrik dargestellt, sichtbar durch den Punkt t. Der zweite Fall unseres Raumes stellt eine andere Fabrik, in zwei Momenten ihres Lebens, t1 und t2 dar. Unsere Fabrik gliedert die Planung an eine Beratungsfirma aus, die in diesem Fall der Benutzer die Plattform ist. Dieser Firma verwendet in der ersten Phase die DELMIA Werkzeuge, um die digitale Darstellung im Moment t1 der Fabrik zu erstellen. Dann, durch Verwendung des Simulators X, wird das virtuelle Bild der Fabrik im Moment t2 verfügbar. Es ist dabei wichtig zu erwähnen, dass die Firma in jeder Phase der Planung von digitalen und virtuellen Zuständen mit den internen Abteilungen unserer Fabrik zusammenarbeitet. Sie liefern die erforderlichen Informationen und geben Feedback nach jedem Schritt.

3 Zusammenfassung und künftige Forschungsarbeiten

Das Hauptziel dieser Arbeit ist es, die neuen Konzepte des advanced Industrial Engineering bei der Planung der Fabrik für alle Lebenszyklusphasen, dem so genannten Fabrik Life Cycle anzuwenden. Darauf basierend wurde eine offene, standardisierte, kollaborative Plattform für Fabrik Life Cycle Management vorgestellt. Um die Relevanz dieser Konzepte für den Industriebereich zu identifizieren, wurde bereits eine Befragung entwickelt, deren Durchführung geplant ist. Ziel dieser Befragung ist es, die Notwendigkeiten, Bedürfnisse und wesentlichen Anforderungen in Bezug auf die nachfolgenden Aspekte zu identifizieren:

- aIE in Industrieunternehmen mit seinen spezifische theoretische Grundlagen, Methoden, Technologien und Werkzeuge voranzutreiben,
- den Begriff des Fabrik Life Cycle Management zu definieren und seine Hauptphasen zu etablieren,
- den Produktions-Unternehmen eine offene, kollaborative und standardisierte Plattform für Fabrik Life Cycle - KOSIFA – anzubieten.

Literatur

[ACH+06] Aldinger, L.; Constantinescu, C.; Hummel, V.; Kreuzhage, R.; Westkämper, E.: New approaches for “advanced Manufacturing Engineering”. Scientific Management, Factory Life Cycle, Factory as a Product and advanced Industrial Engineering (aIE). In: wt Werkstattstechnik online, Springer-VDI-Verlag wt-online, Issue 3, 2006.

[CHW06] Constantinescu, C.; Hummel, V.; Westkämper E.: A Service-Oriented Approach for a Collaborative Factory Life Cycle Environment. In: Proceedings of 5th CIRP International Seminar on Intelligent Computation on Manufacturing Engineering CIRP ICME’06, ISBN 88-95028-01-5, 25 - 28 July 2006, Ischia, Italy.

[WCH06] Westkämper E.; Constantinescu, C.; Hummel, V.: New paradigms in Manufacturing Engineering: Factory Life Cycle. In: Annals of the Academic Society for Pro-duction Engineering. Research and Development, XIII/1, Volume XIII, Issue 1, ISBN 3-9807670-8-6, 2006.

Planung von Logistikstrukturen und Produktionsstätten in kompetenzzellenbasierten Netzen

Prof. Dr.-Ing. Egon Müller
Dipl.-Ing. Peggy Näser
Dipl.-Ing. Jörg Ackermann
Dipl.-Math.oec. Sebastian Horbach
Technische Universität Chemnitz

1 PlaNet – Planungskonzept für Netze

Der Ansatz kompetenzzellenbasierter Produktionsnetze [Mül05] stellt besondere Anforderungen an die Planung von Logistikstrukturen und Produktionsstätten. Einerseits wird eine hochflexible, schnelle Planung gefordert. Andererseits steht dem die Forderung, einfach, rationell und anwenderfreundlich zu planen, gegenüber. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wird das modulare Planungskonzept für Netze – PlaNet entwickelt [Mül05]. Mit PlaNet entsteht ein Regelwerk, welches Kompetenzzellen dabei unterstützt, unterschiedlichste Problemstellungen auf dem Gebiet der Logistikstrukturen und Produktionsstätten integrativ zu bewältigen und dabei Netze sowohl bei unmittelbarem Bedarf als auch im Voraus zu planen. Als geeignete Grundlage für PlaNet wurde die Systems Engineering (SE) Methodik [Dae94] identifiziert. Werden die Komponenten des SE als Ordnungsrahmen aufgefasst, so leiten sich aus ihnen die Komponenten von PlaNet ab (Abbildung 1). Wesentliche Komponenten von PlaNet sind dabei das Produktionsdatenmodell, die Ganzheitliche Planungsmethode, die Vorgehensweisenbibliothek, die Vorgehenslogik, diverse Planungsmethoden sowie der Netzplanungsassistent (NPA). Weiterhin wurden prinzipielle Möglichkeiten zur Systematisierung von Planungsfällen erarbeitet sowie Planungsgrundsätze für Netze aufgestellt. Das Zusammenspiel der Komponenten ist über das methodische Konzept von PlaNet geregelt.

Die weitere inhaltliche Ausgestaltung betrifft insbesondere die Komponenten Integrative Logistik- und Produktionsstättenplanung, Planungsmanagement, Optimierung, Organisationskonzepte sowie Planungsassistenz als Grundlage eines zu entwickelnden Planungshandbuches.

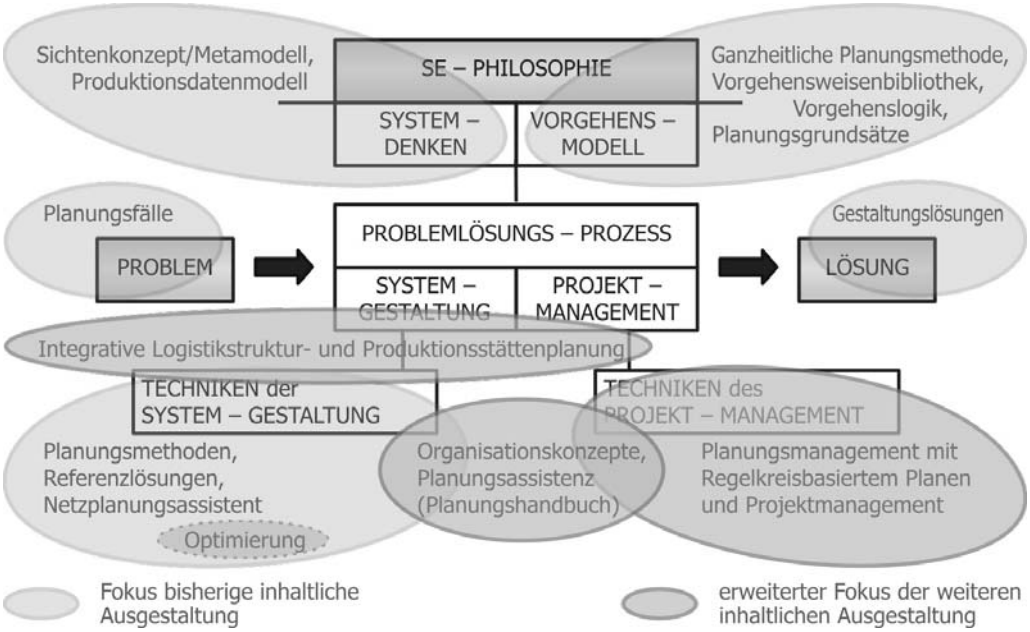


Abbildung 1: SE als Ordnungsrahmen für PlaNet mit inhaltlicher Ausgestaltung der Komponenten

Zwei in PlaNet integrierte Planungsmethoden sowie der Netzplanungsassistent werden im Folgenden vorgestellt.

2 Methode der Integrativen Prozess- und Systemstrukturierung

Die Methode der Integrativen Prozess- und Systemstrukturierung (IPSS) dient zur Planung der Logistikstrukturen. Den Kern des Methodenkonzeptes der IPSS (Abbildung 2) bilden 30 so genannte Grobfunktionen („grobe“ Planungsschritte). Diese wurden durch Kombinationen von für die Beschreibung soziotechnischer Systeme fundamentalen Element- und Strukturarten gewonnen. Aus den Grobfunktionen können, zugeschnitten auf den vorliegenden Planungsfall, Planungsprozesse generiert und ausgestaltet werden. Exemplarisch ist eine Vorgehensweise „Strategische Logistikplanung“ in Abbildung 2 dargestellt. Für die Generierung und Ausgestaltung der Planungsprozesse wurde als Bestandteil der IPSS eine Strukturierungsbibliothek entwickelt und in ARIS prototypisch umgesetzt. [Ack05]

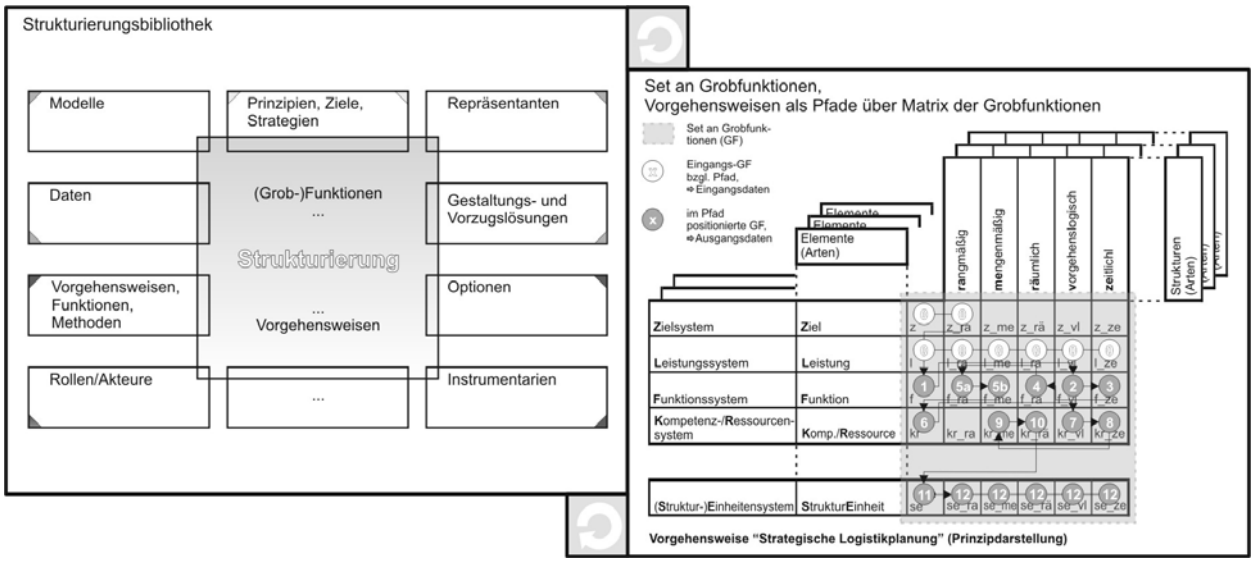


Abbildung 2: Methodenkonzept Integrative Prozess- und Systemstrukturierung mit Strukturierungsbibliothek und Vorgehensweise „Strategische Logistikplanung“

3 Methode der Bausteinbasierten Planung

Bei der Planung der Produktionsstätten kommt die Methode der Bausteinbasierten Planung (BP) zum Einsatz (Abbildung 3). Ein Bau(-stein-)kasten innerhalb der BP enthält dabei sowohl Bausteine für die Planungsprozesse von Produktionsstätten (Planungsbausteine) als auch Bausteine für die in Produktionsstätten stattfindenden Leistungserstellungsprozesse (Objektbausteine). Bausteine des Planungsprozesses verkörpern standardisierte Einheiten eines informationsverarbeitenden Prozesses. Diese Bausteine integrieren schwerpunktmäßig die Planungsfunktionen, die relevanten Planungsmethoden und -kompetenzen sowie die Input- und Output-Informationen. Bausteine des Leistungserstellungsprozesses verkörpern dagegen im Wesentlichen dessen physisches Abbild sowie die benötigten Kompetenzen. Mit den Erfahrungen aus der Bausteinnutzung werden die Bausteine angepasst. Dies führt zur Optimierung der gleichzeitig als Wissensspeicher dienenden Bausteine. Zur Abbildung der Bausteine werden u.a. ARIS oder visTABLE eingesetzt. Materialflüsse in bausteinbasierten Produktionsstätten werden mittels Simulation in eM-Plant abgebildet und untersucht. [Näs05]

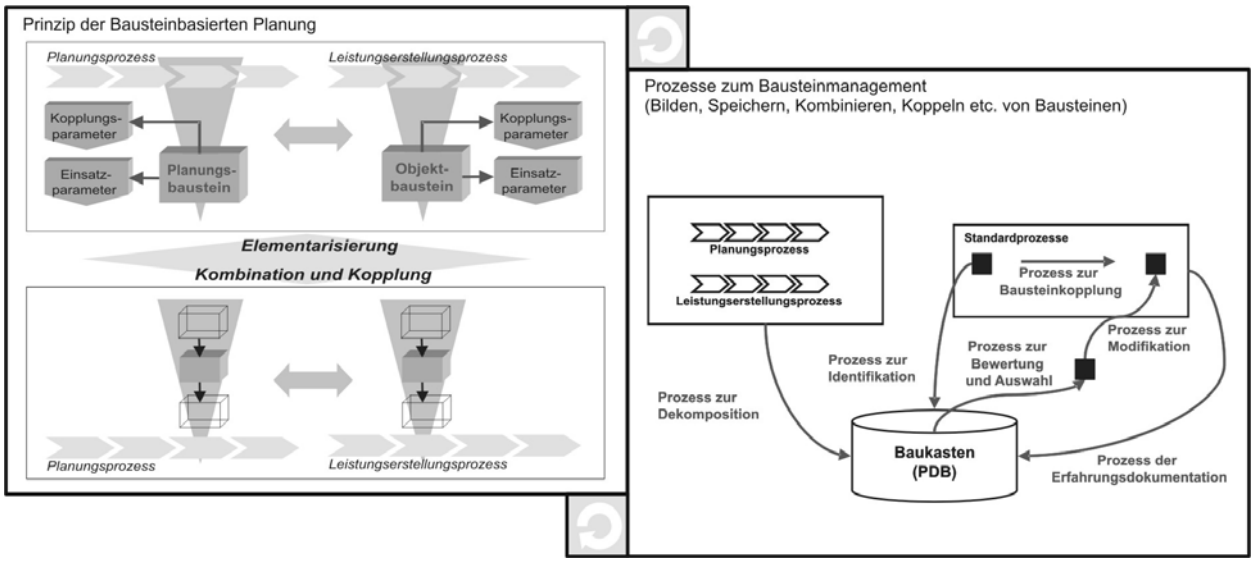


Abbildung 3: Methode der Bausteinbasierten Planung (Prinzip) mit Prozessen zum Bausteinmanagement

Beide Methoden tragen in besonderer Weise zur Erfüllung der Anforderungen bei, indem sie einen flexiblen, schnellen, rationellen Planungsprozess unterstützen.

4 Netzplanungsassistent

Der Netzplanungsassistent versteht sich als die instrumentelle Umsetzung von PlaNet.

Im Zentrum des Netzplanungsassistenten (Abbildung 4) steht die auf dem Produktionsdatenmodell beruhende Produktionsdatenbank (PDB). In der PDB sind die für die Planung von Logistikstrukturen und Produktionsstätten relevanten Daten erfasst. Auf Grundlage eines einheitlichen Schnittstellenkonzeptes werden kommerzielle und eigen entwickelte Softwarewerkzeuge, welche Unterstützung für die zu PlaNet gehörigen Planungsmethoden bieten, über die PDB bidirektional gekoppelt. Die Benutzerschnittstelle zur internetfähigen Produktionsdatenbank bildet ein Portal.

Einen wesentlichen Bestandteil des Netzplanungsassistenten bilden Komponenten zur partizipativen Planung. Zur Interaktion und Visualisierung im partizipativen Planungsprozess wurde hierzu visTABLE entwickelt [MGR03].

Als Bestandteile von PlaNet wurden das Produktionsdatenmodell mit Power Designer und die Vorgehensweisenbibliothek mit ARIS umgesetzt.

Für verschiedene Softwaresysteme wurden Schnittstellen zur PDB konzipiert. Bereits integriert wurden 4flow vista für die strategische Planung der Logistikstrukturen, die Tourenplanungssoftware CATRIN für die operative Planung der Logistikstrukturen, OptPS zur Optimierung der Anordnungsreihenfolge, eM-Plant als Simulationswerkzeug oder LexiPLAN als Informationssystem zur Beschreibung der Planungsmetho-den.

Durch den modularen Aufbau kann eine auf die jeweilige Kompetenzzelle als Anwender zugeschnittene Komponentenkonfiguration des Netzplanungsassistenten unter Zugrundelegung von noch zu untersetzenden Nutzungskonzepten gewählt werden.

Eine Erweiterung des NPA um zusätzliche Funktionalitäten und Systeme ist jederzeit möglich. [Hor06]

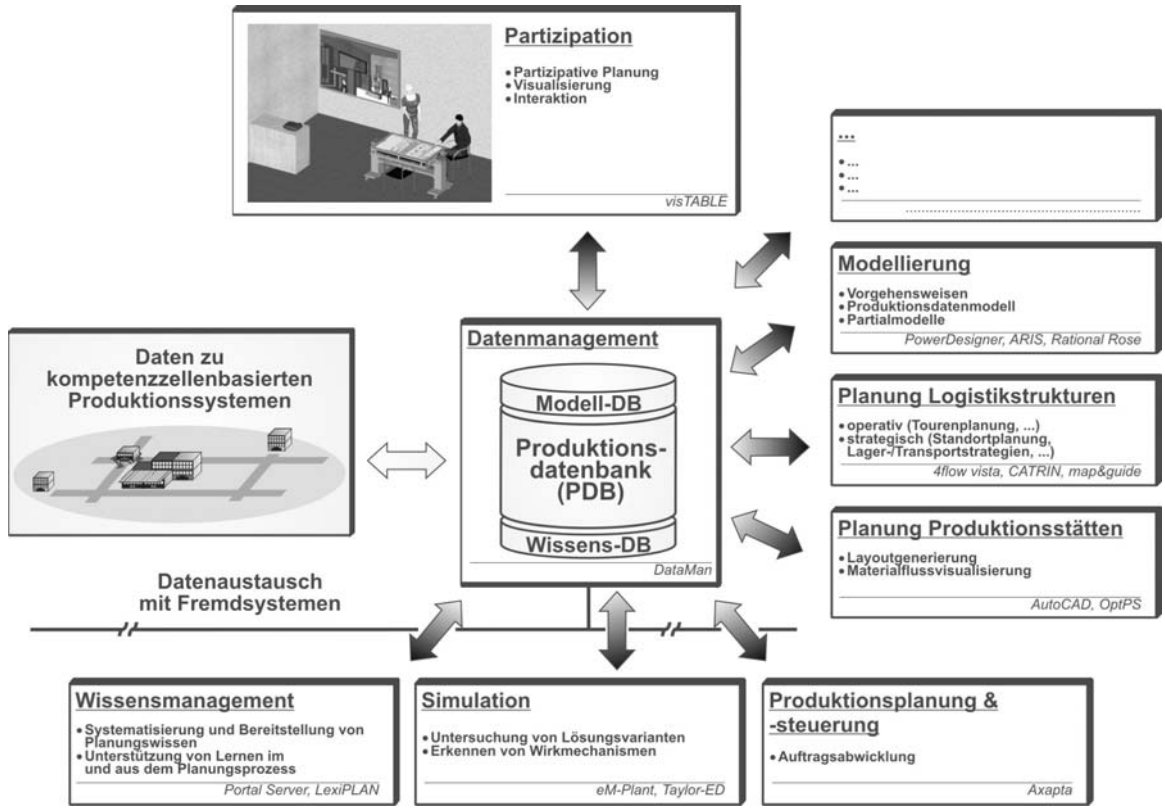


Abbildung 4: Netzplanungsassistent

Literatur

[Ack05] Ackermann, J.; Näser, P.; Horbach, S.; Müller, E.: Logistikstrukturen kompetenz-zellenbasierter Netze. Konzeption einer Methode zur Planung. In: wt Werkstattstechnik (online) 95 (2005) 4, S. 254-258.

[Dae94] Daenzer, W. F.; Huber, F. (Hrsg.): Systems Engineering: Methodik und Praxis. Verlag Industrielle Organisation, Zürich, 1994.

[Hor06] Horbach, J.; Müller, E.: The Net Planning Assistant – A Toolset to Sup-port Planning in Competence-cell-based Networks. In: Lewis, H.; Gaughran, B.; Burke, S.; Sullivan, W. G.; Ahmad, M. (eds.): Proceedings of the 16th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing – FAIM 2006. Intelligent Manufacturing Now. Volume 2, University of Limerick, Ireland, June 26-28, 2006, pp. 949-956.

[MGR03] Müller, E.; Gäse, Th.; Riegel, J.: Layoutplanung partizipativ und vernetzt. In: wt Werkstattstechnik (online) 93 (2003) 4, S. 266-270.

[Mül05] Müller, E. et al.: Sonderforschungsbereich 457: Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Finanzierungsantrag 2006, 2007, 2008, 2009. TU Chemnitz, 2005.

[Näs05] Näser, P.: Bausteinbasierte Planung von Produktionsstätten in Hierarchielosen regionalen Produktionsnetzwerken. In: Müller, E.; Spanner-Ulmer, B. (Hrsg.): Zukunftsweisende Konzepte für Produktions- und Logistiksysteme. Begleitband zu den Kolloquien des SFB 457 mit dem SFB 559 und dem SFB 582 am 20.04.2004 und 15.06.2004. Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 10, TU Chemnitz, 2005, S. 86-92.

Integration der Digitalen Planung und der realen Produktion in einer Lernfabrik für aIE

Dipl.-Ing. Philipp Riffelmacher, Dipl.-Ing. Stefan Kluge, Dr.-Ing. Vera Hummel,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper,
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb, Universität Stuttgart

1 Anforderungen an zukünftige Fabriken

Die Unternehmen und damit auch die Fabriken werden heutzutage von Wandlungstreibern und Turbulenzkeimen beeinflusst. Veränderungsprozesse in der industriellen Produktion finden in allen Bereichen und auf unterschiedlichsten Ebenen statt. Es ändern sich Kundenwünsche, Rohstoffpreise und die zu produzierenden Stückzahlen wie auch die Produktionsstandorte, die Maschinentechnologie und die betriebswirtschaftlichen Grundlagen. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden muss eine schnelle Anpassung und veränderte Nutzung der Fabriken unter wirtschaftlichen Bedingungen möglich sein. Fabriken müssen zukünftig so betrachtet und konstruiert werden, dass eine schnelle Anpassung an eine veränderte Nutzung möglich ist. Eine mögliche Lösung ist es, eine Fabrik als einen neuen und komplexen Produkttyp mit langer Lebensdauer zu verstehen, der ständigen operativen, taktischen und strategischen Veränderungsanforderungen unterliegt und sich adaptieren muss. Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 467 der Universität Stuttgart wurden in den Jahren 1997 bis 2005 Methoden, Modelle und Verfahren zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit von Unternehmen erforscht, entwickelt und im Stuttgarter Unternehmensmodell zusammengefasst [Wes05]. Ein Neuansatz zur Unterstützung der Wandlungsfähigkeit von Fabriken ist das „Factory Life Cycle Management“. Der Ansatz gründet auf den Erkenntnissen des Konzepts zum „Product Life Cycle Management“, in dessen Mittelpunkt eine umfassende ökonomische Betrachtung eines Produktes über dessen gesamte Lebenszeit steht.

Ähnlich gelagert ist die Zielstellung im Factory Life Cycle Management. Im Vordergrund steht der Gedanke „Fabrik ist ein Produkt“ sowie dessen Kostenoptimierung über alle Lebensphasen einer Fabrik, von der Investitions- und Prozessplanung über den Aufbau und den Betrieb (Serienanlauf, Serie, Serienauslauf) bis zum Rück-/Abbau (s. Abbildung 1). Wesentlich hierfür ist die Synchronisation des Produkt-Life-Cycles (PLC) mit dem Fabrik-Life-Cycle (FLC). Ziel ist es, die Phasen des FLC mit den Phasen des PLC zu harmonisieren. Eine besondere Bedeutung hat die Produktionsphase als Schnittpunkt des FLC mit dem PLC. Alle zuvor durchgeführten Aktivitäten werden in diesem Punkt durch die Produktion des realen Produktes in der realen Fabrik verifiziert. Die Rahmenbedingungen für ein nachhaltiges FLC-Management sind unter anderem die 3D-Modellierung und -Visualisierung der

Daten, die Durchgängigkeit der Daten und die Integration der Programme (Schnittstellenminimierung) über beide Life-Cycles hinweg [WCH06]. Die Daten, die in der Produktionsphase gesammelt werden, bilden zukünftig eine wertvolle Informationsquelle für die kontinuierliche Umplanung und Anpassung der Fabrik. Aus den Daten des Echtbetriebs und der vorhandenen Historie können bereits vorhersehbare Änderungen schon in der Planungsphase mitbedacht werden. Die Prognosesicherheit in Bezug auf die in den ersten Lebensphasen gemachten strategischen Investitionen und die dadurch realisierten Wirtschaftlichkeitspotenziale in der Betriebs-, Service-, Wartungs-, Nutzungsänderungs- und Entsorgungsphase nimmt langfristig beachtlich zu.

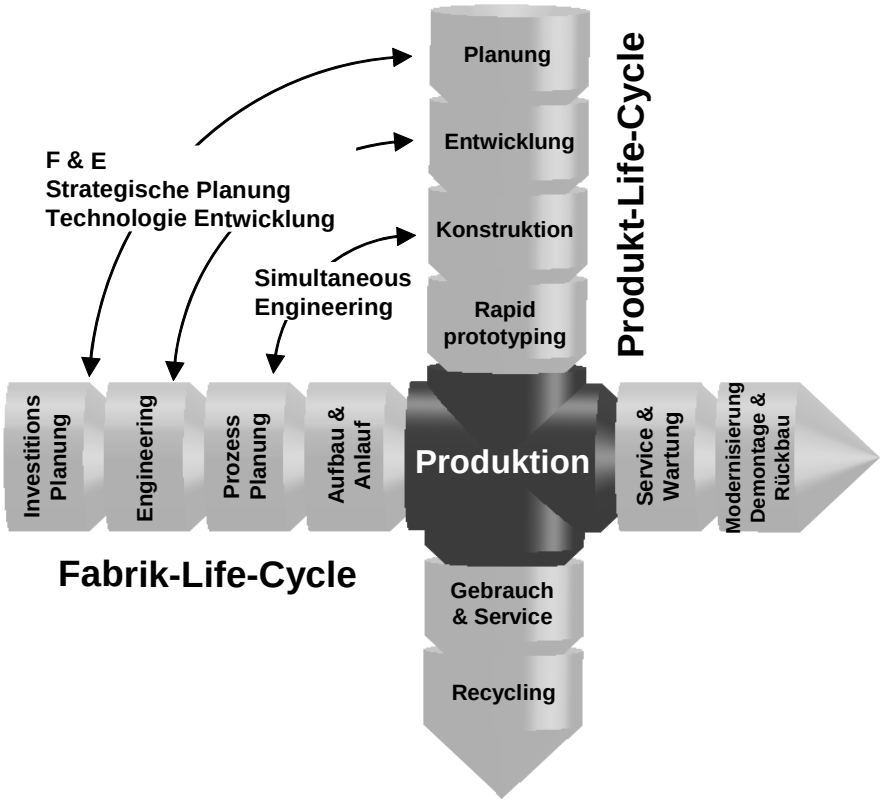


Abbildung 1

2 Lernfabrik für aIE

Ziel der Lernfabrik ist der Transfer des Know-hows zur Wandlungsfähigkeit aus dem SFB 467 an Manager, Planer und Gestalter von Unternehmensstrukturen aus der Praxis. Dieses Know-how besteht einerseits aus Grundlagenwissen der Arbeitsplanung, innovativem Engineering-Wissen, betriebswirtschaftlichen Kenntnissen sowie strategischem Planungs-Know-how. Andererseits besteht es aus den Fähigkeiten, die hierfür vorhandenen Methoden und Werkzeuge aus dem SFB 467 sowie der digitalen Fabrik zu bedienen. Die digitalen Werkzeuge ermöglichen es, die Effektivität, Effizienz, Sicherheit und Reproduzierbarkeit der Planung zu verbessern. Auch können einmal erfasste oder als Ergebnis eines Planungsschrittes ermittelte Daten durchgängig weitergeleitet und wieder verwendet werden. Im Rahmen der aufzubauenden „Lernfabrik für aIE“ wird es zukünftig die Möglichkeit geben, die Methoden der Wandlungsfähigkeit in einer virtuellen Lernumgebung anzuwenden und sie dann praktisch in der Realität der physischen Modellfabrik zu erfahren (Abbildung 2). Dies umfasst die Installation der Hard- und Software, die Kopplung der einzelnen Module und Lösungen sowie die Rückführung/Darstellung der physischen Modellfabrik in der virtuellen Lernumgebung als Unternehmensmodell mittels Werkzeugen der digitalen Fabrik. Die Lernfabrik für aIE gliedert sich in zwei Bausteine, die im Folgenden beschrieben werden.

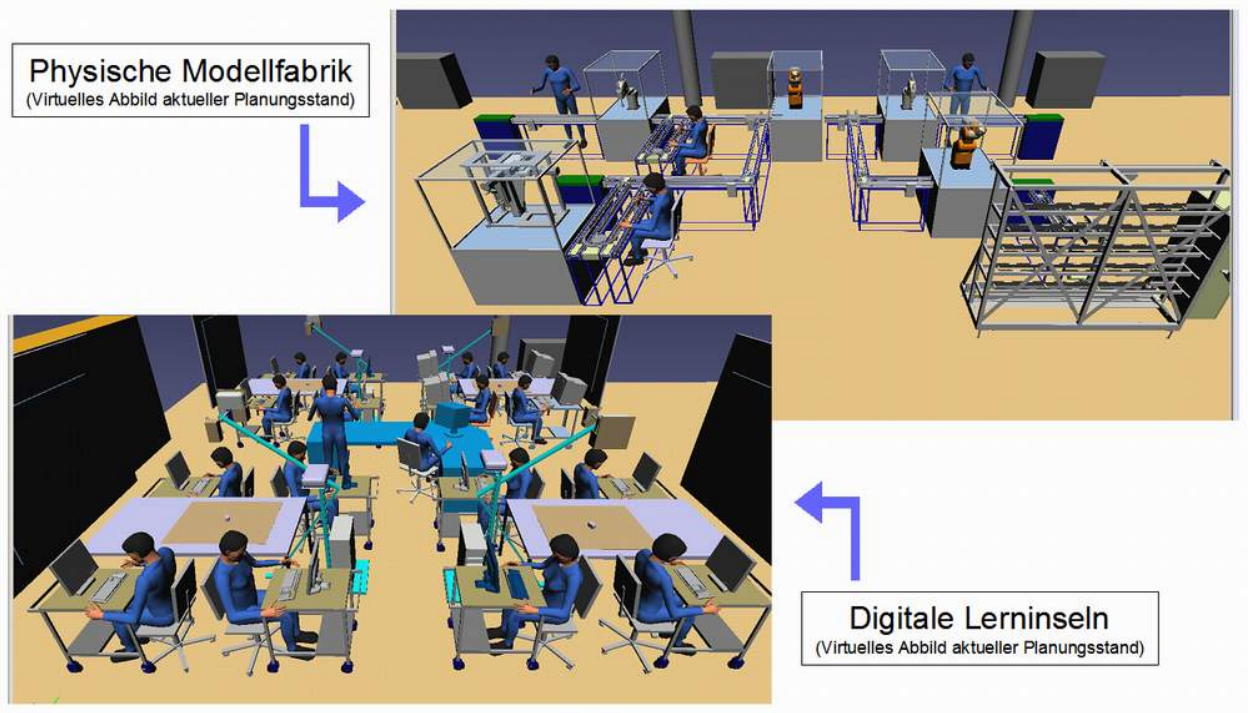


Abbildung 2

2.1 Digitale Lerninseln

Planungsaufgaben werden partizipativ, also gemeinsam, von den Spezialisten der beteiligten Unternehmensbereiche an der digitalen Lerninsel durchgeführt. Für die Fabrikplanung stehen drei digitale Werkzeuge des SFB 467 zur Verfügung: der Fabrikplanungstisch, der Logistikprüfstand und der Montagekonfigurator. Zusätzlich kommen folgende fünf Werkzeuge der Delmia GmbH zur Anwendung: Delmia Process Engineer (DPE), V5 DPM Assembly, Quest, V5 Robotics und V5 Human. Der DPE stellt das zentrale Element der digitalen Umgebung dar. Die anderen Werkzeuge sind an den DPE angekoppelt. Hier werden alle Daten, die das Produkt, den Prozess und die Ressourcen betreffen, verwaltet und in dem so genannten PPR-Hub, einer Datenbank, abgelegt. Der Datenzugriff der Delmia-Werkzeuge erfolgt über den DPE auf den PPR-Hub. Die digitalen Werkzeuge des SFB 467 werden über die so genannte Stuttgarter Integrationsplattform an den DPE und die Datenbank angebunden.

Die Integrationsplattform basiert auf drei Schichten, die in Abbildung 3 dargestellt sind [CHL+05]. Champagne wurde für die Datenänderungspropagation zwischen heterogenen und autonomen Systemen entwickelt und ermöglicht die Anbindung der SFB-Werkzeuge an den Delmia PPR-Hub.

Der Foundation-Layer bildet die gemeinsame Datenbasis und wird vom DPE und dem PPR-Hub ausgefüllt. Die mittlere Schicht, der Integration-Layer ist mit dem Change Propagation System das Kernelement der Plattform. Der Change

Propagation Manager (Champagne) tauscht Daten über die Kommunikationsschnittstellen mit den anderen beiden Layern aus. Champagne kommuniziert auf der einen Seite mit der Datenbank des Foundation-Layers und auf der anderen Seite mit dem jeweils aktivierten Werkzeug. Champagne selbst besteht wiederum aus drei Bausteinen, dem Propagation Manager, der die Datenübertragung vorbereitet, dem Dependency Manager, der die Datentransformationsskripte erstellt und verwaltet und einer Datenbank, die die Informationen wie Skripte speichert. Der Tool-Layer als drittes Element der Integrationsplattform besteht aus jeweils einem Baustein für jedes Werkzeug, die individuell erstellt werden müssen. Da jedes

Werkzeug des SFB 467 über einen eigenen Datenspeicher, eine MS-Access Datenbank oder Excel-Tabellen, verfügt, wird dieser über einen Adapter vom Integration-Layer angesprochen.

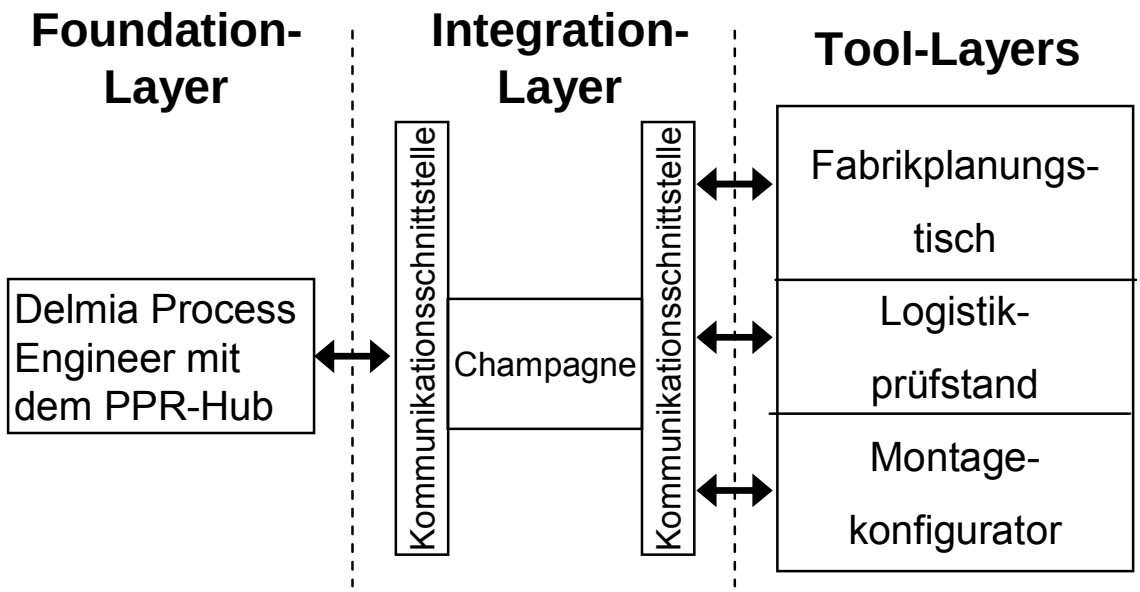


Abbildung 3

2.2 Physische Modellfabrik

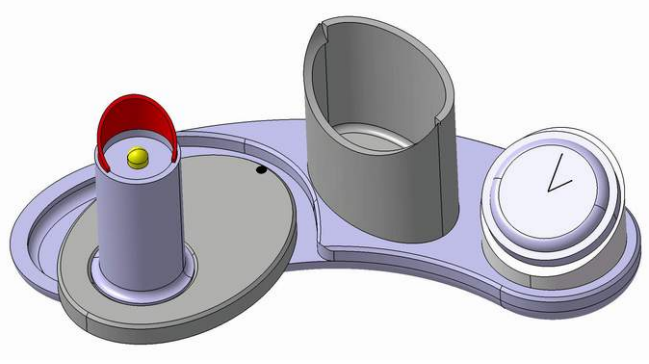
Die Umsetzung der Planung der digitalen und virtuellen Umgebung erfolgt in der physischen Modellfabrik mit den Modulen des Produktionssystems „iTRAME“ (intelligent Transformable Assembly and Manufacturing Equipment) der Festo Didactic GmbH (s. Abbildung 2). Diese Module wurden entsprechend der Erkenntnisse aus dem SFB 467 entwickelt. Für die Layoutgestaltung stehen Handarbeitsplätze und Roboterzellen sowie ein Lager und mehrere Transportmodule wie Geraden, Weichen, Ecken und Umlenkungseinheiten zur Verfügung. Alle Module wurden mit Oberflurtransportstrecken ausgestattet, auf der die Produkte befördert und bearbeitet werden. Zur Platzersparnis und der Erhöhung der Wandlungsfähigkeit wurde das System außerdem mit einer Unterflurrückführung der Werkstückträger versehen, sodass in einer Produktionslinie ein geschlossener Kreislauf entsteht. Die Module sind mit einer automatischen Layouterkennung für das Produktionssystem ausgerüstet, die über eine selbstständige Abfrage durchgeführt wird. Die Abfrage erfolgt nach der Anmeldung der Module am Leitrechner, der diese koordiniert, ansonsten aber nur als Plattform für den Datenaustausch mit der digitalen und virtuellen Umgebung dient. Das installierte MES-System steuert die Produktionsaufträge ein, die auf den RFID-Chip des ersten freien Werkstückträgers eingespielt werden. Ab der ersten Arbeitsstation werden die Aufträge anschließend von dem Produktions-system selbstständig abgearbeitet. Die Stationen lesen den RFID-Chip aus. Das Werkstück wird zu der Station geleitet, die den nächsten Prozessschritt in der gewünschten Qualität ausführen kann. Mit Hilfe der automatischen Layouterkennung und der Kommunikation der Module untereinander kann an Weichen entschieden werden auf welchen Zweig die Werkstücke geleitet werden, um zu dem Arbeitsplatz mit den entsprechenden Fähigkeiten für den Prozessschritt zu gelangen.

2.3 Verknüpfung der digitalen Lerninseln mit der physischen Modellfabrik

Während der DPE mit dem PPR-Hub das zentrale Element der digitalen und virtuellen Umgebung darstellt, ist der Leitrechner die Datenaustauschplattform der physischen Lernfabrik. Der Leitrechner sammelt die Daten der Layouterkennung, die zu Beginn der Produktion durchgeführt wird. Im Laufe der Produktion werden BDE- und MDE-Daten wie beispielsweise die Auslastung von Maschinen aufgezeichnet. Zusammen mit den optimierten Roboter-

programmen bilden diese die Feedbackdaten der Modellfabrik an die digitale Planungsumgebung. Von der Lerninsel werden Daten wie Kundenaufträge, Produktionslayout, Anlagenkonfigurationen und offline erstellte Roboterprogramme an die physische Fabrik übergeben.

3 Lernkonzept der Lernfabrik für aIE



Grundlage für die Lernfabrik bildet ein eigens dafür entwickeltes Arbeitsplatzaccessoire, dessen Produktion eine innovative (Lern)Fabrik erfordert. Merkmale wie hohe Produktvarianz, Lieferantenunabhängigkeit bei der Herstellung der Rohteile sowie Adaptierbarkeit an künftig einzubindende Themengebiete und neue Technologie wurden dabei berücksichtigt.

Das Lernkonzept der Lernfabrik für aIE ist in vier Module gegliedert und stellt sicher, dass nicht nur das Methodenwissen zur Arbeits- und Prozessplanung reaktiviert wird, sondern dem Anwendungswissen im Bereich der digitalen und virtuellen Methoden und Werkzeugen sowie den Instrumenten und Lösungsansätzen zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit von Fabriken eine gleichwertige Rolle zukommt [FBH+06]. Um sicherzustellen, dass bei allen Schulungsteilnehmern gemeinsame Grundkenntnisse im Bereich des klassischen Industrial Engineering vorhanden sind, wird im Modul 1 jeder an einem Eingangstest teilnehmen. Er bildet die Ausgangsbasis für das Modul 2, in dem weiterführendes Know-how der Fabrikplanung vermittelt wird wie

- technische Investitionsplanung,
- Arbeitsplanerstellung,
- Stücklistenverarbeitung
- Material- und Logistikplanung,
- Life-Cycle Management und Costing,
- Qualitäts- und Prüfplanung,
- Fertigungsmittelplanung,
- Maschinenprogrammierung sowie
- Methoden und Werkzeuge zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit und der digitalen Fabrik.

Im dritten Modul werden die Teilnehmer durch elementare Planungsaufgaben im Umgang mit den Werkzeugen der gesamten Lernfabrik aIE geschult und es werden ihnen so die Systemzusammenhänge vermittelt. Im vierten Schulungsblock werden die Teilnehmer für das FLC-Management und den „Systemgedanken Fabrik“ durch komplexe Planungsszenarien, welche partizipativ gelöst werden müssen, sensibilisiert. Ausgehend von Markt- und Produktdaten können zukünftig im Modul 4 Planungsszenarien wie Strategieanpassung und Zielkorrektur, Anpassung der operativen Steuerungsgrößen, Neuausrichtung der Produktion, neue Anforderungen an das Auftragsmanagement, Gestaltungsvorschläge für die Produktionsstruktur, Konfiguration der Produktionslogistik, Generierung von Layoutvarianten, Folgenbewertung für die Mitarbeiter, Grob- und Feinplanung der Montage, Anpassung der Produktionsregelung Umverteilung von Mitarbeitern sowie Bewältigung von Interessenkonflikten

als Schulungsinhalt angewandt werden. Ziel des Moduls 4 ist die Vermittlung des Know-hows, um künftig die „Fabrik als Produkt“ planen, umsetzen und kontinuierlich anpassen zu können.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel ist der Aufbau einer „Lernfabrik für advanced Industrial Engineering (aIE)“, als Grundbaustein einer exzellenten nachuniversitären Aus- und Weiterbildung. Mit der Lernfabrik sollen die im SFB 467 erarbeiteten Erkenntnisse zur Wandlungsfähigkeit an Manager, Gestalter und Planer aus der Industrie und die dafür erforderlichen Grundkenntnisse vermittelt werden. Dabei werden die im SFB entwickelten digitalen Werkzeuge mit einer physischen „wandlungsfähigen“ Modellfabrik so gekoppelt, dass die virtuellen Planungen physisch demonstrierbar und erlebbar werden.

Im nächsten Schritt wird ein weiteres Element zum Thema Echtzeitfähigkeit in Form eines Arbeitsplatzes mit aufgenommen, dessen Vorratslager über ein Messsystem die vorhandenen Bauteile registriert und den Bestand an den Benutzer zurückmeldet. Die Daten stehen in Echtzeit für die Materialversorgungsplanung zur Verfügung.

Zusätzlich wird das System zur Modellierung von Kommunikationsstrukturen für das Management mobiler Betriebsmittel im industriellen Umfeld der Smart Factory des SFB 627eingebunden.

Mittelfristig wird das zurzeit in einem anderen Teilprojekt des Transferbereichs TFB059 entwickelte echtzeitfähige Fabrik-Cockpit-System, welches Echtzeit-Monitoring und Planungsunterstützung in einem Gesamtsystem verbindet, als innovatives Managementwerkzeug in die Lernfabrik integriert. Durch die enge Verknüpfung des Fabrik-Cockpit-Systems mit dem digitalen Unternehmensmodell werden Änderungen in der realen Fabrik über die Änderung im digitalen Unternehmensmodell direkt auf die Visualisierung im Cockpit übertragen. Damit hebt sich das zu entwickelnde System maßgeblich von den am Markt verfügbaren Cockpit-Lösungen ab.

Referenzen

[Wes05] Westkämper, E., u. a.: Abschlussbericht des Sonderforschungsbereichs SFB 467 – Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion, 1997-2005. Universität Stuttgart 2005.

[WCH06] Westkämper E., Constantinescu, C., Hummel, V.: New Paradigms in Manufacturing Engineering: Factory Life Cycle. In: Annals of the Academic Society for Production Engineering. Research and Development, XIII/1, Volume XIII, Issue 1, 2006.

[CHL+05] Constantinescu, C., Heinkel, U., Le Blond, J., Schreiber, S., Mitschang, B., Westkämper, E.: Flexible Integration of Layout Planning and Adaptive Assembly Systems in Digital Enterprises. In: Proceedings of the 38th International Semi-nar on Manufacturing Systems, Florianopolis, Brazil, 16 -18 May, 2005.

[FBH+06] Fischer, H., Bendeich, E., Hummel, V., Niehaus, T.: Perspektiven in der Weiterbildung – Prozesse und Arbeitssysteme planen. In: Intelligenter Produzieren 2006/3. VDMA Verlag GmbH, Frankfurt am Main 2006.

Echtzeitfähiges Fabrik-Cockpit für den produzierenden Mittelstand - System zur integrierten Unternehmensplanung und –steuerung -

Dipl.-Ing. Lars Aldinger, Dr.-Ing. Vera Hummel,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper,
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb, Universität Stuttgart.

1 Herausforderung wirtschaftliche Wandlungsfähigkeit

Die Erhöhung der eigenen Flexibilität und die Implementierung wirtschaftlicher Wandlungsfähigkeit zählen zu den größten Herausforderungen denen sich produzierende Unternehmen im turbulenten Umfeld heute stellen müssen. Dies beinhaltet, den Anpassungsbedarf der Zukunft auf allen Ebenen eines Unternehmens schnell zu erkennen und die optimale Konfiguration der Fabrik in kurzer Zeit zu entwickeln und umzusetzen. Um diese Herausforderungen zu meistern bedarf es in den Unternehmen sowohl einer exzellenten Kommunikation über den aktuellen Zustand der Fabrik inklusive der produktionsnahen, indirekten Bereiche, als auch schnell anwendbarer und leicht verständlicher Planungswerkzeuge zur Vorbereitung und Absicherung von Änderungen der operativen Abläufe.

Zur Unterstützung dieser Aufgaben existieren aktuell eigenständige Lösungen die von Business Intelligence Anwendungen bis hin zu den klassischen Werkzeugen der Digitalen Fabrik reichen. Ein großer Nachteil dieser autonomen Lösungen ist der Umstand, dass die Input-Daten für die einzelnen Systeme meist individuell aufbereitet werden müssen. Eine redundante Datenhaltung ist oft die Folge. Kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) schrecken zudem häufig vor dem Investitionsaufwand zurück der mit dem Einsatz der Werkzeuge verbunden ist. Die Kosten für Anschaffung, Schulung der Mitarbeiter, Wartung und Administration der Systeme erscheinen den meisten Unternehmen, verglichen zum Nutzen, nicht akzeptabel.

Der vorliegende Beitrag stellt ein Fabrik-Cockpit-System vor das Echtzeit-Monitoring und Planungsunterstützung in einem Gesamtsystem verbindet. Das Cockpit-System basiert auf einem digitalen Unternehmensmodell, in dessen Kern eine Fabrikstückliste steht. Das mittelstandsgerechte System ist darauf ausgelegt, gerade KMUs bei der Sicherstellung Ihrer kurz-, mittel- und langfristigen Wirtschaftlichkeit und einer schnelle Entscheidungsfindung zu unterstützen.

2 Gesamtprojekt und Vorarbeiten

Das vorgestellte Projekt ist ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Transferbereichs (TFB) 059 gefördertes Vorhaben. Es baut auf den Vorarbeiten des Sonderforschungsbereich (SFB) 467 „Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion“ auf. Erarbeitet wurde hier mit dem Stuttgarter Unternehmensmodell (SUM) ein wissenschaftlich fundierter Ansatz zur modellhaften Abbildung und zum Betrieb wandlungsfähiger Unternehmen. Zudem wurden mit dem Fabrikplanungstisch und dem Logistikprüfstand Werkzeuge entwickelt, die produzierende Unternehmen helfen sich im turbulenten Umfeld schnell angemessen zu positionieren, Entscheidungen vorzubereiten und abzusichern. [Wes06] Ziel des TFBs ist es nun, die im Rahmen des SFBs gewonnenen Erkenntnisse der wissenschaftlichen Grundlagenforschung in einem Industrieunternehmen umzusetzen und die prinzipielle praktische Realisierbarkeit zu bestätigen.

Kooperationspartner des Transferprojektes (TFP) 059/2 ist die Aloys F. Dornbracht GmbH & Co.KG, Iserlohn. Das mittelständische Unternehmen mit ca. 650 Mitarbeitern bietet Armaturen im Premium-Segment an. Die Produktion des Unternehmens ist geprägt durch eine vergleichsweise hohe Eigenfertigungstiefe. Arbeitsschritte der Vorfertigung werden ebenso am Standort

durchgeführt, wie die Oberflächenveredelung und die Montage. Außerdem verlangt die große Individualität der Produkte den Produktionssystemen eine sehr hohe Flexibilität und Wandlungsfähigkeit ab. Kurze Produktlebenszyklen und kleine Losgrößen sind ausschlaggebend für den Unternehmenserfolg und stellen damit höchste Ansprüche an eine wirtschaftliche Produktion.

3 Zielstellung des Transferprojektes

Im Mittelpunkt der Arbeiten steht die Verschmelzung von Methoden für die kurz und mittelfristige Fabrik-, Produktions- und Arbeitsplanung in einem mittelständischen Unternehmen. Ergänzt wird dieser Kern durch eine Übertragung auf produktionsnahe, indirekte Unternehmensbereiche und eine Verflechtung mit der langfristigen Unternehmensplanung. Ziel ist eine deutliche Verkürzung der Planungsprozesse bei gleichzeitiger Reduktion des Gesamtaufwandes auf Basis eines aktuellen, digitalen Fabrikmodells. [KLS+06]

Das klassische Konzept der Digitalen Fabrik beinhaltet die vollständige, digitale Abbildung aller Produktionsstrukturen und –prozesse der Fabrik. Mittels IT-Unterstützung werden digitale Planungswerkzeuge und Planungsprozesse durch eine Integrationsplattform mit einem gemeinsamen Datenkern verbunden. Diese Werkzeuge der Digitalen Fabrik werden derzeit typischerweise nur bei gravierenden Veränderungen, beispielsweise vor Baubeginn, vor größeren Investitionen oder beim Anlauf neuer Produkte, eingesetzt. Später werden Änderungen nur in den seltensten Fällen in das Modell eingepfelgt. Dadurch verliert das Modell schnell an Validität, der Aufwand und damit die Hürde für einen erneuten Planungseinsatz wachsen.

Im Fabrik-Cockpit-System wird die Digitale Fabrik um die Haltung von Echtzeitdaten und Kennzahlen aller planungsrelevanten Objekte erweitert. Hierdurch wird es möglich, ein Fabrik-Cockpit zum Monitoring des operativen Betriebs, basierend auf dem Unternehmensmodell der Digitalen Fabrik, aufzubauen. Jede reale Ressource hat ihren Fabrk-Cockpit-Repräsentaten, an dem die aktuellen Zustände angezeigt und über eine Ampelvisualisierung überwacht werden. [KWW06] Sollten Abweichungen zwischen der realen Fabrik und dem hinterlegten Unternehmensmodell bestehen, können diese vom Anwender durch die ständige Konfrontation mit dem Modell im Bereich des Echtzeit-Monitorings identifiziert und vor dem nächsten Einsatz als Planungsgrundlage beseitigt werden. Dem Anwender steht somit jederzeit ein aktuelles digitales Abbild des Unternehmens zur Verfügung. Durch die enge Verknüpfung des Fabrik-Cockpit-Systems mit dem digitalen Unternehmensmodell werden Änderungen in der realen Fabrik über die Änderung im digitalen Unternehmensmodell direkt auf die Visualisierung im Cockpit übertragen. Damit hebt sich das zu entwickelnde System maßgeblich von den am Markt verfügbaren Cockpit-Lösungen ab. In diesen sind die Visualisierungen und Berechnungsalgorithmen der Kennzahlen fest programmiert und müssen bei einer Änderung in der realen Fabrik aufwendig von einem Service-Techniker des Herstellers umgeschrieben werden.

Das Cockpit-System soll Entscheidern aus unterschiedlichen Bereichen und Ebenen Informationen zur Verfügung stellen. Dabei soll es sowohl individuell auf den Anwender zugeschnittene Informationen über die aktuelle Performance der betrachteten Leistungseinheiten liefern, als auch die Erzeugung und Bewertung von Szenarien ermöglichen. Entsprechend dem aktuellen Informationsbedarf wird das System aus den Datenbanken der operativen Systeme gespeist.

4 Lösungsansatz und Anwendungsfälle

Um den beschriebenen Anforderungen gerecht zu werden wurde das im Folgenden beschriebene Konzept erarbeitet. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die wesentlichen Komponenten.

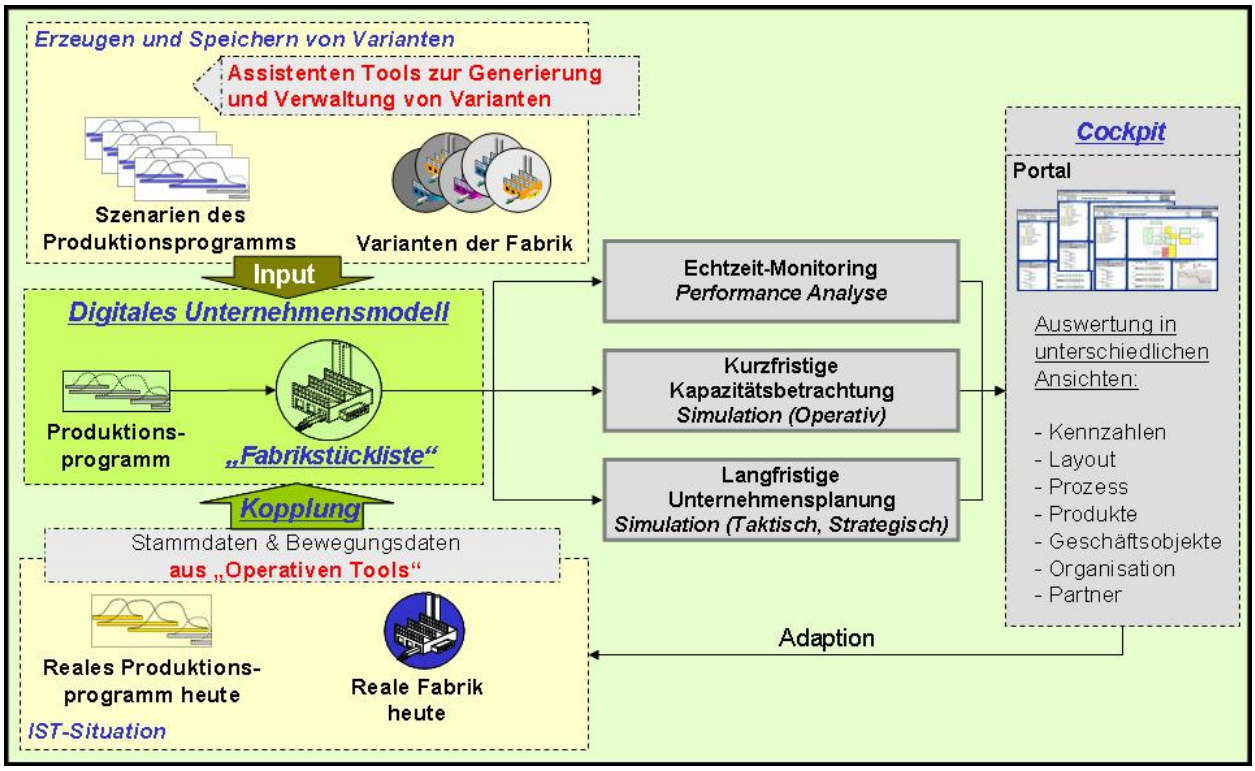


Abbildung 1: Gesamtkonzept TFB 059/2

Im Mittelpunkt des Gesamtsystems steht ein digitales Unternehmensmodell, das eine hierarchische Abbildung aller im Unternehmen vorhandenen Ressourcen darstellt. Beim Entwurf des objektorientierten Unternehmensmodells wurde die Vision des semantischen Netzes aufgegriffen, um durch bedeutungsangereicherte Relationen die Planungsobjekte inhaltlich zu verbinden. [KWW06]

Für den Anwendungsfall des Echtzeit-Monitorings wird das Modell durch Daten aus den operativen Systemen (BDE, MDE, ERP, …) gespeist. Basierend auf dem digitalen Abbild des Unternehmens ist der Entscheider im Unternehmen nun in der Lage, sich Informationen über den aktuellen Zustand anzeigen zu lassen. Eine dynamische Performance Analyse wird damit ebenso möglich wie einfache statische Analysen, zum Beispiel eine einfache Kapazitäts-betrachtung. Aktuelle Ereignisse und deren Auswirkungen werden somit für den Entscheider transparenter und schnell greifbar. Unterstützt wird der Anwender dabei von einem Eskalationsmanagement das kritische Werte überwacht und die Verantwortlichen auf entstehende Probleme hinweist. Die Latenzzeit zwischen Problem-Entstehung und der Einleitung von Maßnahmen zu dessen Beseitigung wird damit deutlich verringert.

Eine wesentliche Frage, die es bei der Planung von Produktionssystemen zu beantworten gilt, ist die Frage nach dem Verhalten der Systeme in der Zukunft. Untersucht wird dabei wie sich bestimmte Ereignisse auf das System auswirken oder welche Änderungen am System selbst zu treffen sind um gesetzte Vorgaben zu erreichen. Tritt dieser planerische Aspekt in den Vordergrund, stehen dem Anwender Assistenten-Tools zur Verfügung, die ihn beim Erzeugen von Varianten der Fabrik unterstützen. Als Funktionen des Cockpit-Systems sind sowohl das Erzeugen von Szenarien des Produktionsprogramms, wie die Erstellung alternativer Konfigurationen (Layouts, Kapazitäten, …) der Produktionssysteme, vorgesehen. Je nach Bedarf werden die Plandaten durch Daten aus den operativen Tools ergänzt. Diese Szenarien dienen als Input für Simulationsanwendungen und Planungswerkzeuge mit denen eine Entscheidungsfindung abgesichert werden kann.

Da Ereignisse der nahen Zukunft andere Ansprüche an die Planung stellen, als jene die sich im taktischen oder strategischen Planungshorizont bewegen, werden unter-schiedliche Planungswerkzeuge im Cockpit-System verankert.

Im operativen Betrieb stellt die optimale Auslastung der vorhandenen Kapazitäten ein komplexes Planungsproblem dar. Um eine optimale Belegungsplanung zu erarbeiten muss der Planer in der Lage sein, die Geschehnisse der nächsten Tage voraus zu simulieren. Die Kenntnis möglicher Szenarien hilft Ihm seine Entscheidung abzusichern. Zur Unterstützung der operativen Belegungsplanung kommt ein neu entwickelter Kapazitätstopf-Ansatz zum Einsatz. Dieser dient vorrangig der situationsgerechten Einplanung von Aufträgen an den bestehenden Ressourcen. Start- und Endtermine für Fertigungsaufträge an definierten Ressourcen sind das Ergebnis.

Aufgabe der mittelfristigen Produktionsplanung ist die Sicherstellung einer generellen Kapazitätsverfügbarkeit. Entgegen der kurzfristigen Planung sind nicht länger konkrete Termine einzelner Fertigungsaufträge relevant. Vielmehr geht es um die Beantwortung der Frage, ob in einem Zeitraum von einigen Monaten oder wenigen Jahren, bei einer als wahrscheinlich angenommenen Umfeldentwicklung ausreichende Produktionskapazitäten zur Verfügung stehen. Zum Einsatz kommt an dieser Stelle ein Werkzeug zur Logistiksimulation, wie es der im Rahmen des SFB 467 entwickelte Logistikprüfstand darstellt.

Im Cockpit-System ebenfalls unterstützt wird die langfristige Unternehmensplanung, die sich im Wesentlichen mit der Formulierung einer Unternehmensstrategie und der Festlegung von Investitionsprogrammen beschäftigt. Für den Entscheider ist in diesem Zusammenhang die Kenntnis über absehbare Wandlungstreiber im Zeitraum mehrerer Jahre. Das Cockpit-System verfügt zu diesem Zweck über eine, auf dem Prinzip des Technologiekalenders [WesoJ] basierende, Unternehmens-Roadmap. Die Roadmap visualisiert alle wesentlichen Unternehmensbereiche und Meilensteine von großer Tragweite die es zu bewältigen gilt, sowie den Status der Projekte die den Bereich auf diese Ereignisse vorbereiten. Wesentlicher Schritt zur Operationalisierung der Strategie ist die Festlegung von Investitionsprogrammen. Um diese Programme abzusichern ist die Kenntnis über die in Zukunft benötigten Kapazitäten notwendig. Am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb wird zu diesem Zweck ein Prognose-modell entwickelt das für einen Zeitraum von mehreren Jahren eine Prognose der benötigten Kapazitäten ermöglicht. Die Prognose schließt sowohl in den Entwicklung in den direkt Wertschöpfenden Bereichen, als auch den indirekten Unternehmensbereichen ein. Berücksichtigt werden in dieser Methode sowohl Änderungen in der Technologie von Produkt- und Produktionssystem, als auch Rationalisierungsmaßnahmen und Veränderungen durch In-/Outsourcing Überlegungen.

Ausgewertet werden die Ergebnisse der skizzierten Anwendungsfälle in einer Cockpit Umgebung. Das Fabrik-Cockpit-System visualisiert Informationen über Kennzahlen, Layouts, Prozesse, Produkte, Geschäftsobjekte, die Organisation und Partner. Geplant ist, die unterschiedlichen Anwendungen zur Darstellung dieser Informationen mittels eines Portals zu verbinden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Das vorgestellte Fabrik-Cockpit-System ist konzipiert um mittelständische Unternehmen in Ihrer kurz-, mittel- und langfristigen Produktionsplanung zu Unterstützen. Die Instrumente zum Echtzeit-Monitoring und zur Planung in unterschiedlichen Zeitskalen helfen den Anwendern bei der Implementierung wirtschaftlicher Wandlungsfähigkeit. Die Entwicklung des Prototyps wird Mitte 2008, mit dem Ende der Förderperiode, abgeschlossen.

Literatur

[KWW06] Kapp, R.; Weimer, T.; Westkämper, E.: Factory Cockpit: A Factory Simulator for the Entire Factory Life Cycle. In: Butala, Peter (Ed.) u.a.; CIRP u.a.: The Morphology of Innovative Manufacturing Systems: 39th CIRP International Seminar on Manufacturing Systems, Ljubljana, June 7th-9th, 2006. Ljubljana, Slowenien, 2006, S.203-208

[KLS+06] Kapp, R.; Le Blond, J.; Schreiber, S.; Pfeffer, M.; Westkämper, E.: Echtzeitfähiges Fabrik-Cockpit für den produzierenden Mittelstand. In: Industrie Management 22 (2006), Nr. 2, S.49-52

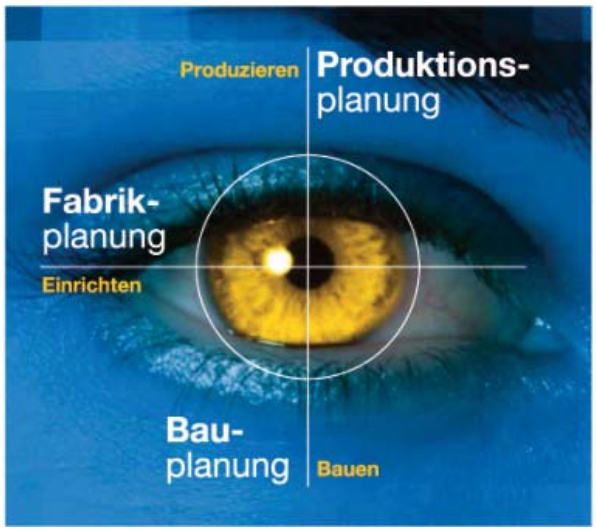
[Wes06] Westkämper, E; u.a.: Abschlussbericht des Sonderforschungsbereichs 467: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion. Stuttgart, 2006

[WesoJ] Westkämper, Engelbert: Innovationsmanagement mit dem Technologiekalender. In: Gleich, Ronald (Hrsg.) u.a.: Innovationsmanagement in der Investitionsgüterindustrie treffsicher voranbringen: Konzepte und Lösungen. Frankfurt/M.: VDMA Verlag, 2006, S.104-113

Vernetzt planen und produzieren - Synergieeffekte durch simultanes Planen bei der Errichtung neuer Werkstätten für kleine und mittlere Betriebe

Dr. Bettina Keil, Keilware GmbH

1 Unternehmensverbund Fabkon



Die Gruppe Fabkon ist ein Unternehmensverbund aus drei spezialisierten Firmen, die sich zusammengeschlossen haben, um für die Problematik im Bereich "neue Fabrik" eine ganzheitliche Lösung anzubieten. Die Einzelunternehmen existieren jeweils schon einige Jahre und haben dabei die Erfahrung gemacht, dass sie bei Ihren Kunden immer wieder auf Schnittstellenprobleme zu anderen Aufgaben oder Wissensgebieten stoßen, wenn die Kunden umfangreichere Maßnahmen planen. Es werden sehr viele Aufgaben doppelt durchgeführt oder von Personen, die nicht die entsprechende Qualifikation besitzen. Das kostet die Kunden unnötige Zeit und auch sehr viel Geld. Deshalb haben sich die drei Unternehmen entschlossen, aufgrund ihrer Erfahrungen eine gemeinsame Leistung anzubieten, die vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen enorme Vorteile bietet. Diese Leistung wurde bisher noch nicht in diesem Umfang angeboten und wurde erstmals auf der Intec 2006 vorgestellt.

Die Grundidee der Gruppe Fabkon ist relativ einfach. Viele größere Projekte werden unnötig teuer und Ärger ist vorprogrammiert, wenn sie in viele kleine separate Projekte zerlegt und nacheinander abgearbeitet werden. Es entstehen immer wieder Überschneidungen, gleiche Aufgaben werden mehrfach durchgeführt, andere Aufgaben werden übersehen oder durch Verluste in der Kommunikation unnötig verkompliziert.

Fabkon beginnt auf der grünen Wiese, plant und baut eine Fabrik, richtet sie optimal ein und stattet sie mit einem Produktionssteuerungsprogramm aus, das optimal auf die innere Organisation abgestimmt ist. Damit betreut Fabkon wir nicht nur die Errichtung der neuen Produktionsstätte, sondern bleibt darüber hinaus auch weiterhin der kompetente Ansprechpartner für alle Belange während der späteren laufenden Produktion.

Das gesamte Wissen aus Bauplanung und Baudurchführung, Fabrikplanung, Logistik, Arbeitswissenschaft, Produktionsplanung und Produktionssteuerung steht in einem Team anwendungsbereit und erfahrungsgestützt zur Verfügung.

Fabkon integriert dieses geballte Wissen zu einer ganzheitlichen Aufgabe.

2 Vorteile einer vernetzten Planung

Die Vorteile einer ganzheitlichen Durchführung liegen auf der Hand:

- Verkürzung der Planungs- und Realisierungszeit (und damit Reduzierung der Gesamtkosten)
- Reduzierung der Planungskosten durch Vermeidung von Schnittstellen- und Kommunikationsverlusten
- Schnellerer Umzug/Einzug in die neuen Produktionsgebäude
- Schnellerer Produktionsanlauf durch optimale Abstimmung der verschiedenen Prozesse schon in der Planungsphase
- Realisierung optimierter Arbeitsabläufe durch ganzheitliche Betrachtung
- Gestaltung der internen und externen Schnittstellen (Lager, Anlieferung, Verwaltung etc.)
- keine teuren Nachbesserungen notwendig
- in allen Phasen der gleiche Ansprechpartner

Soweit bekannt ist, wird eine solch umfassende Aufgabe bisher noch nicht von einem einzigen Team angeboten. Meist sind Bauplanung und -durchführung, Fabrikplanung sowie Produktionsplanung und Produktionssteuerung eigenständige Projekte, die hintereinandergeschaltet und von verschiedenen Firmen durchgeführt werden.

Kann man die eigenständigen Projekte zu einem gemeinsamen Projekt zusammenfassen, ergeben sich die wesentlichen Vorteile bereits daraus, dass von Beginn an alle Beteiligten in das Gesamtvorhaben einbezogen sind. Fachplaner verschiedener Disziplinen ermöglichen auch verschiedene Sichtweisen auf die Problematik. Bei sequentiellen, zeitlich unabhängigen Projekten kann keiner der zu diesem Zeitpunkt anwesenden Fachleute genau einschätzen, was seine Vorgänger schon berücksichtigt haben und was seine Nachfolger noch erfahren müssen. Da von der Idee einer neuen Produktionsstätte bis zur laufenden Produktion sehr viele Disziplinen integriert sind, ist es nicht möglich, Fachleute zu finden, die das gesamte Wissen mitbringen. Nur durch Zusammenschluss verschiedener Fachleute und der Zusammenarbeit mit dem Kunden selber kann demnach während des gesamten Prozesses ein Optimum gewährleistet werden.

Für den Kunden ergeben sich damit wesentliche Vereinfachungen. Er hat über die gesamte Laufzeit des Projektes einen Ansprechpartner. Auch das Projektmanagement liegt in einer Hand. Nach Durchführung des Bauvorhabens bleibt ihm dieser Ansprechpartner auch für seine weiteren Belange erhalten.

Ob Neubau, Umbau oder Sanierung, er hat jederzeit die Möglichkeit, mit Fabkon auch Erweiterungen vorzunehmen. Der Kontakt reißt nicht ab.

Bei schon vorangegangenen gemeinsamen Vorhaben kann Fabkon auf bereits Erstelltes zurückgreifen und muss nicht wieder mit der Aufnahme beginnen. Bei geänderten Anforderungen kann Fabkon ohne große Probleme gezielt dort eingreifen, wo Anpassungen nötig sind, da Fabkon das Gesamtkonzept kennt. Es werden also unnötige Umstellungen vermieden.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Fachleute von Fabkon nicht nur Erfahrung bei Neuplanungen haben, sondern ebenso bei Planungen, die vorhandene Bestände berücksichtigen müssen. Ob es sich dabei um Gebäudebestände handelt, um vorhandene Maschinen oder um Organisationen, wir haben Erfahrungen aus vielen Betrieben, wir haben viel Erfahrung bei der

Einbeziehung von Kundenwünschen und können diese Erfahrungen in neue Projekte einbringen. Dadurch werden Planungen sehr zeiteffektiv.

Da Informationen vom Auftraggeber direkt an die Fachplaner erfolgen, entsteht für den Kunden kaum ein Risiko, dass Informationen verfälscht oder nicht an die richtigen Bearbeiter gegeben wurden und damit entsteht praktisch kein Nachaufwand mehr.

Die wesentlichen Ergebnisse einer partizipativen integrierten Fabrikplanung sind im Folgenden noch einmal benannt:

- Optimierte Materialfluss- und Logistikgestaltung
- Aufstellungsplanung unter Berücksichtigung optimaler Maschinenbedienung und Einbeziehung neuer Konzepte (z.B. Team- und Gruppenarbeit) sowie einer leistungs-orientierten Entlohnung
- Ganzheitliche Betrachtung des kompletten Planungsprozesses bis zur Fertigstellung
- Anpassung der Organisationsstruktur an die neuen Erfordernisse
- Ermittlung der veränderten Anforderungen an die Werker und Erstellung eines Qualifizierungsbedarfsplanes
- Keine Kommunikationsverluste
- Ein Ansprechpartner
- Schnelle Reaktion auf veränderte Bedingungen durch kleine Projektgruppe
- Optimale Abstimmung der verschiedenen Anforderungen
- kurze Informationswege

Durch dieses Konzept ist es möglich, dass der Kunde nicht nur einen wesentlich ruhigeren und gleichmäßigen Projektdurchlauf erfährt, sondern es entsteht ihm im Gesamtprojekt ein wesentlicher finanzieller Vorteil. Schätzungsweise 20% der Gesamtplanungskosten werden durch die entfallenden Schnittstellenproblematiken und Kommunikationsverluste, die aus unseren Erfahrungen heraus bei den herkömmlichen Vorgehensweisen entstehen, eingespart.

Der Kunde kann jederzeit wählen, an welcher Stelle im möglichen Gesamtkonzept er einsteigen will. Das betrifft Neuplanungen, aber auch Veränderungen oder Erweiterungen. Somit kann er sowohl die Gesamtleistung als auch Einzelleistungen in Anspruch nehmen.

In der Gruppe Fabkon sind folgende Firmen involviert:

Keilware GmbH: Produktionsplanung und -steuerung, Softwareentwicklung
Ingenieurbüro Sven Weißflog: Fabrikplanung und Arbeitswirtschaft
Ingenieurbüro Sylvia Schütz: Bauplanung, Baudurchführung, Bauüberwachung

Für die Betreuung und Durchführung komplexer Vorhaben ist die Firma Keilware GmbH der Ansprechpartner.

Integration multimedialer Daten zur Arbeitsplanung und Werkerinformation in ein wissensbasiertes CAP-System

Prof. Dr.-Ing. Leif Goldhahn, Dipl.-Ing. Michael Kaiser, Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences, Fachbereich Maschinenbau/Feinwerktechnik,
InnArbeit – Zentrum für innovative Arbeitsplanung und Arbeitswissenschaft

Abstract

Ein wesentlicher Bestandteil der Wertschöpfungskette in Planungs- und Produktionsnetzwerken ist die Arbeitsplanung. Wichtige Dokumente sind hierbei Prozessbeschreibungen, welche aufgrund der hohen Anforderung aus der Fertigung vermehrt multimedial erstellt werden. So bilden z. B. multimediale Arbeitspläne Arbeitsschritte nicht nur exakter als alphanumerische ab, sondern speichern auf diese Weise auch firmenspezifisches Fertigungs-Know-How und reduzieren die Einarbeitungszeit. Demgegenüber ist es derzeit möglich, alphanumerische Arbeitspläne und Stücklisten mit der Unterstützung wissensbasierter Planungssysteme zu generieren. Die Vorteile von wissensbasierten CAP-Systemen liegen u. a. in der exakten Planung und Berechnung von Fertigungszeiten, der schnelleren und genaueren Erstellung von Angeboten und der systematischen Weiterentwicklung der Fertigungstechnologie. Konzipiert wurde nun die Integration multimedialer Daten in wissensbasierte Planungssysteme und deren Verwaltung mit Hilfe von Datenbanken. Das Ergebnis ist die Verwendung verschiedene Arten multimedialer Daten (z. B. Videos, Bilder, CAD-Modelle) zur Beschreibung von Fertigungsprozessen in einem wissensbasierten CAP-System. Dies bildet die Grundlage um künftig ein wissensbasiertes System als Informationskonfigurator nutzen zu können.

1 Arbeitsplanung in Produktionsnetzen

Der Einsatz der Arbeitsplanung im Fabrikbetrieb und in Netzen, welche *„alle einmalig auftretenden Planungsmaßnahmen unter ständiger Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit umfasst und die fertigungsgerechte Herstellung von Erzeugnissen sichert“* (vgl. [Eve02] S. 2), ist unter mehreren Geschichtspunkten in modernen produzierenden Unternehmen gerechtfertigt. Zum einen für die Prozessgestaltung in der Teilefertigung und Montage und zum anderen für die Planung der Anwendungstechnologie für den Kunden. Die Ergebnisse der Arbeitsplanung fließen in die PPS, Kalkulation und Entgeltmodelle ein.

Eine enorme Zunahme von Informationen in der Arbeitsplanung und Fertigung [MDr02] bedingt das Streben nach neuen Möglichkeiten in der Erstellung, Darstellung, Speicherung und Nutzung von relevanten Prozess- und Produktdaten [MDü04]. So haben Innovationen in der Informationstechnologie einen erheblichen Einfluss auf die Organisation der Wertschöpfung [Mül04].

Mögliche Lösungen hierzu sind einerseits multimediale Prozessbeschreibungen, wie z. B. multimediale Arbeitspläne und Stücklisten, und andererseits die Generierung von Arbeitsplänen mit Hilfe wissensbasierter CAP-Systeme. Beides wird im Folgenden genauer erläutert.

2 Multimediale Prozessbeschreibungen

Alphanumerische Prozessbeschreibungen, z. B. Arbeitspläne, wie sie bisher in den meisten Unternehmen eingesetzt werden, entsprechen nicht in vollem Umfang den Einsatzanforderungen in Zeiten permanenter Wandlung von Unternehmen (vgl. [WSc04], S. V) und nutzen zudem die Möglichkeiten moderner Computersysteme nicht aus. Der Grund dafür sind die permanent sich verkürzender Perioden der Fertigung in Unternehmen und somit die

ständige Adaption an neue sich ergebende Situationen (vgl. [WBa01], S. 3; [ZMü04], S. 52). So wurden Prozessbeschreibungen in den letzten Jahren weiterentwickelt und mit multimedialen Elementen wie Bilder, Grafiken, Videos und 3D-Modellen ergänzt (Beispiel Abbildung 1) [GKe03]. Ziel dieser multimedialen Prozessbeschreibungen sind Ergänzung oder Wegfall von Papierdokumenten, um durch die elektronischen Pläne einen erheblichen Mehrgehalt an Informationen für Ingenieure und Werker zu vermitteln [GRa03, SGe03, MNe00, HRe98].

Aufgrund der hohen Leistungspotentiale multimedialer Prozessbeschreibungen wurde im Fabrikbetrieb eine Vielzahl an produktionsrelevanten Dokumenten multimedial entwickelt. Dies sind neben den erwähnten Arbeitsplänen (sowohl Teilefertigung als auch Montage) und Stücklisten auch Qualitätsprüfpläne, Einrichtpläne und Maschinenbeschreibungen [GKK04, GPR05].

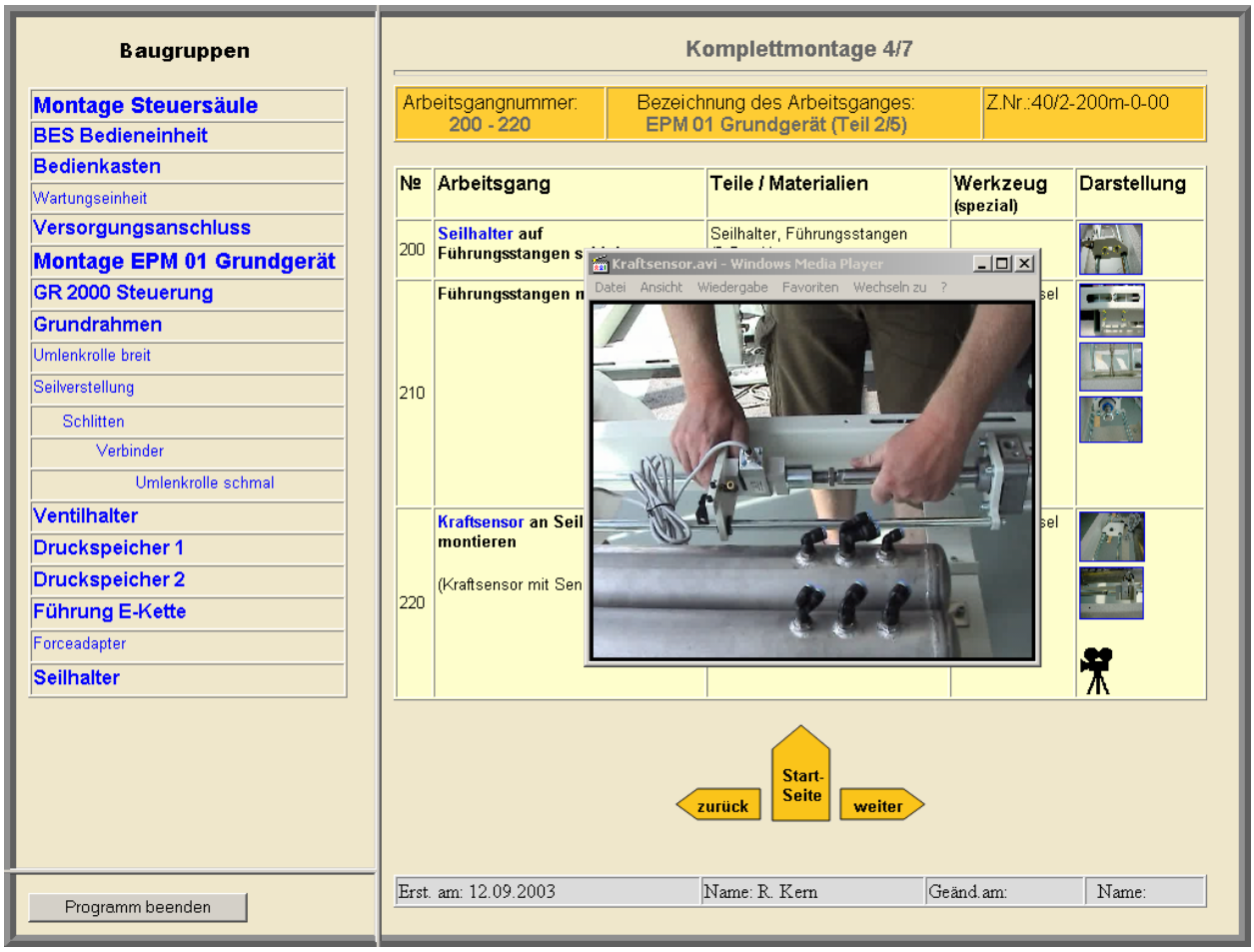


Abbildung 1: Beispielausschnitt eines multimedialen Arbeitsplanes

3 Wissensbasierte CAP-Systeme

In der Arbeitsvorbereitung sind wissensbasierte CAP-Systeme ein wichtiges Hilfsmittel für die Planungsaufgaben des verantwortlichen Ingenieurs. Ihr vielfältiger Einsatz nimmt ständig zu [GSS05, GKa05c, Tri02, Wie03, Gre96, TBT95].

Durch den Einsatz wissensbasierter CAP-Systeme ist eine schnellere und fehlerminimierte Erstellung von fertigungsrelevanten Dokumenten möglich. Weitere Schwerpunkte sind die Materialauswahl, die Bestimmung der Fertigungsparameter und die Berechnung von Fertigungszeiten. Da sich diese Anforderungen der CAP-Anwender unterscheiden, werden unterschiedliche Anwendungssysteme erforderlich, z. B. zur Kalkulation, Stücklisten- oder

Arbeitsplanerstellung, welche entsprechend den speziellen Nutzeranforderungen entwickelt werden müssen.

4 Integration multimedialer Elemente in ein wissensbasiertes CAP-System

Durch die übergreifende Betrachtung von sowohl multimedialen Prozessbeschreibungen als auch den Möglichkeiten der Prozessplangenerierung mittels eines wissensbasierten CAP-Systems, ergibt sich die Forderung für die Integration von multimedialen Elementen in ein wissensbasiertes CAP-System. Derzeit können wissensbasierte CAP-Systeme nur alpha-numerische Daten verarbeiten.

Ziel dieser Integration ist die flexible und vielseitige Verwendung von multimedialen Elementen in einem wissensbasierten System zur Produkt- und Prozessbeschreibung. In einem Forschungsprojekt wurde diese Zielstellung realisiert (Beispiel siehe Abbildung 2) [GKa05b].

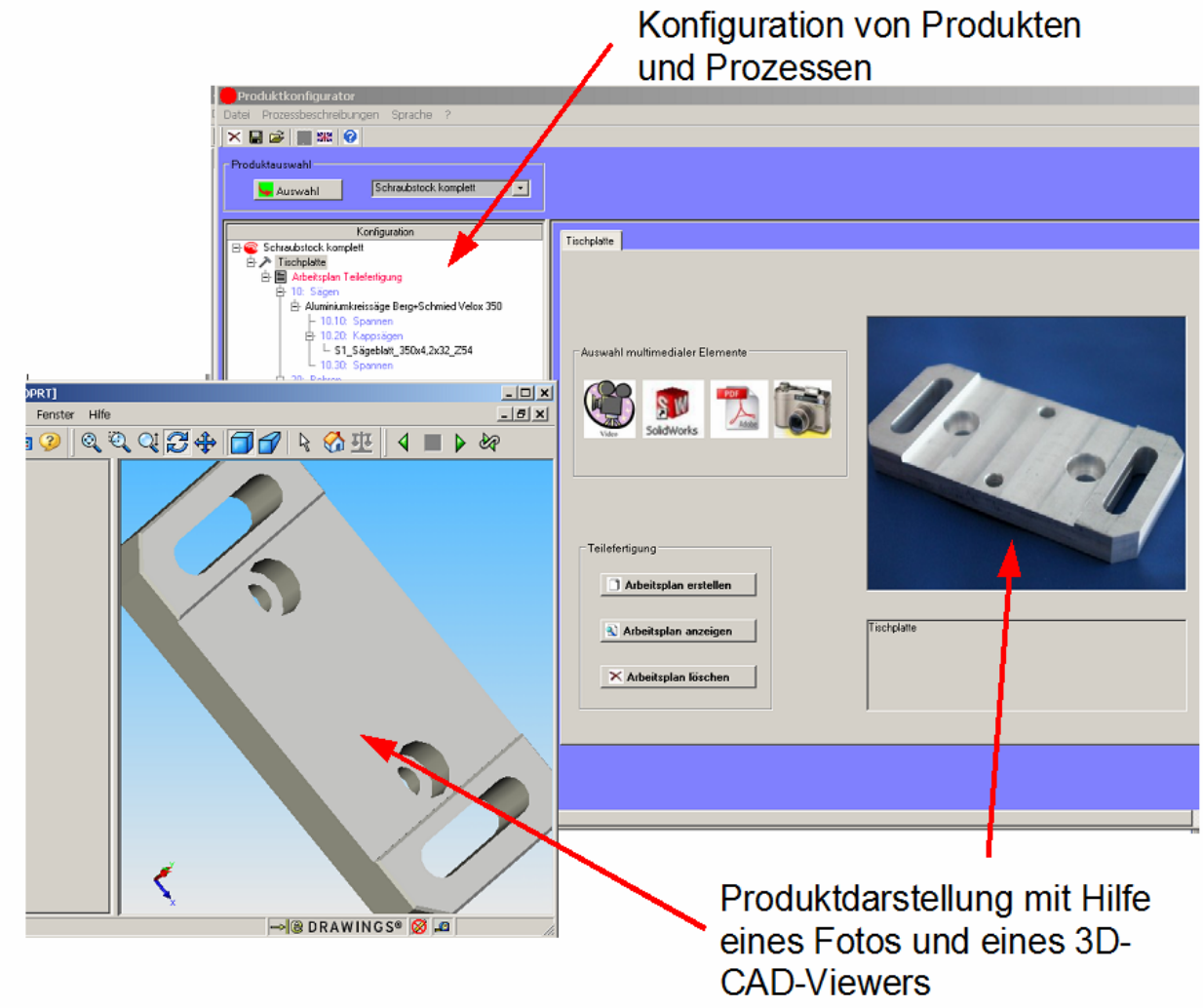


Abbildung 2: Integration multimedialer Elemente in ein wissensbasiertes CAP-System (Screenshot)

Der Nutzer eines wissensbasierten Anwendungssystems ist so in der Lage, bei der intelligenten Produkt- und Prozesskonfiguration Unterstützung durch eine multimediale Beschreibung zu erhalten. Er hat dabei die Möglichkeit, die Wahl der Elemente selbst zu bestimmen und diese im Rahmen einer einmaligen Konfiguration selbst zu zuordnen. Spätere Änderungen, Erweiterungen und Aktualisierungen sind jederzeit durch den Anwender selbst möglich.

5 Fazit und Ausblick

Durch eine integrative Nutzung der beschriebenen Möglichkeiten „Multimediale Prozessbeschreibungen“ und „Wissensbasierte CAP-Systeme“ in der Arbeitsplanung lassen sich auch deren Eigenschaften und somit Nutzenspotenziale kombinieren. Der Anwender bekommt so auf mehreren Informationsebenen ein besseres Verständnis für die dargestellten Produkte und Prozesse und kann somit die Qualität seiner Arbeit verbessern.

Nächster Schritt auf diesem Forschungsgebiet ist die mehrkriterielle Adaption von multimedialen Prozessbeschreibungen mittels wissensbasierter Planungssysteme [GKa05a]. Der Grund hierfür ist die permanent zunehmende Informationsmenge und die damit verbundene Zunahme von Interpretationsfehlern und Informationslücken bei der Nutzung der Informationen.

Literatur

[Eve02] Eversheim, Walter: Organisation in der Produktionstechnik – Bd. 3: Arbeitsvorbereitung. 4. vollst. überarb. Aufl. (VDI-Buch); Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2002.

[GKa05a] Goldhahn, Leif; Kaiser, Michael: Knowledge based approach to adapt multimedia process descriptions for process planning and manufacturing. In: Zäh, Michael; Reinhart, Gunther: 1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2005). München: Herbert Utz, 2005, S. 415-419.

[GKa05b] Goldhahn, Leif; Kaiser, Michael: Integration multimedialer Daten zur Arbeitsplanung und Werkerinformation in camos.CAPP. camos Usermeeting 2005, Pforzheim.

[GKa05c] Goldhahn, Leif; Kaiser Michael: Wissensbasierte CAP-Lösung für die Variantenfertigung von Teilefamilien. In: Forschungsbericht 03/04 Hochschule Mittweida (FH), Mittweida 2005, S. 160-163.

[GKe03] Goldhahn, Leif; Kern, René: Arbeitsplanung für die Fertigung mechatronischer Systeme. 16th International Scientific Conference Mittweida IWKM 2003. Scientific Reports Nr. 2, 2003, S. 73-77.

[GKK04] Goldhahn, Leif; Kretzschmar, Hans-Gerhard; Kaiser, Michael: Development and application of multimedia quality inspection plans at Coordinate Measuring Machines. In: VIth International Scientific Conference Coordinate Measuring Technique Bielsko-Biala 2004. Scientific Bulletin of University of Bielsko-Biala. Number 10. 2004, S. 49-54.

[GPR05] Goldhahn, Leif; Puchegger, Markus; Regenfelder, Jochen : Einführung multimedialer Arbeitspläne und CAD-Anbindung für den Gerätebau. Scientific Reports Nr. 1, 2005, S.25-29.

[GRa03] Goldhahn, Leif; Raupach, Annett: Multimedia work schedules – company applied and ergonomically designed. In: Strasser, Helmut u. a.: Quality of work and products in enterprices of the future. Stuttgart: ergonomica, 2003, S. 453-456.

[Gre96] Grenz, Jürgen: CAP-System reduziert Planungsaufwand in der Arbeitsvorbereitung zur Fertigung kleiner Serien; MM – Das Industriemagazin; Heft-Nr. 51, 16. Dezember 1996.

[GSS05] Goldhahn, Leif; Schubert, Andreas; Schmidt, Andreas: Wissensbasierte CAP-Lösung in der Praxis. Scientific Reports Nr. 1, 2005, S.21-24.

[HRe98] Hüser, M; Rein, E.: Multimediaanwendungen in der Produktion – Komplexe Prozesse werden mit Bildern und Symbolen für jeden Mitarbeiter verständlich ausgedrückt. Blick durch die Wirtschaft. 1998 /18, S. 3.

[MDr02] Mutschler, Jörg; Dräger, Hans-Jürgen: VDMA -Umfrage zur Situation der AV im Maschinenbau. VDMA Workshop „Moderne Aufbau- und Ablauforganisation – wo steht die Arbeitsvorbereitung?“ auf der NORTEC 2002. Hamburg: VDMA, 2002.

[MDü04] Mehnert, Jens; Dürr, Holger: Der Prozessplan als Informationsträger zur Zielgerichteten Suche technologisch geeignetere Fertigungs-KPZ. In: Müller, Egon (Hrsg.): Vernetzt planen und produzieren. VPP ´04. Chemnitz: TU Chemnitz, iBF, 2004, S. 179 – 184.

[MNe00] Meier, Horst; Neuschwinger Andreas Heinrich: M-AIS – ein multimediales Arbeitsplatz-Informationssystem; Werkstattstechnik 1/2-2000; S. 13-16.

[Mül04] Müller, Egon: Intelligente Produktionsnetzwerke – neue Organisationsformen der Produktion. In: Müller, Egon (Hrsg.): Vernetzt planen und produzieren. VPP ´04. Chemnitz: TU Chemnitz, iBF, 2004, S. 8-22.

[SGe03] Spath Dieter; Gerlach Stefan: Informationen in Teams in Montage und Produktion; Werkstattstechnik 9-2003.

[TBT95] Tönshoff, Hans Kurt; Brunkhorst, Uwe; Tracht, Kirsten: Produktmodell für die Angebots- und Auftragsplanung ZWF 90 (1995).

[Tri02] Tristram, Volker: Unikate von der Stange; MM – Das Industriemagazin Nr. 9/2002.

[Wie03] Wiehn-Gruschwitz, Elsbeth: Jede Kalkulation stet auf absolut sicheren Füßen – CAPP-System minimiert Ausschuss, Werkzeugbruch und Planungsfehler. Sonderdruck aus Industrie Anzeiger Nr. 18/2003.

[WBa01] Wirth, Siegfried; Baumann, André: Innovative Unternehmens- und Produktionsnetze. Wissenschaftliche Schriftenreihe Heft 8, 4. überarb. Auflage; Technische Universität Chemnitz: Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme; 2001.

[WSc04] Wirth, Siegfried; Schenk Michael: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb – Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2004.

[ZMü04] Zäh, Michael; Müller, Stefan: Referenzmodelle für die Virtuelle Produktion. In: Industrie Management; 1-2004; S. 52-55.

Netzwerkorientierte Entwicklung und Inbetriebsetzung von HiPeR-Leitständen für schnelle Anlaufprozesse

Dipl.-Ing. (FH) Matthias Herrmann, Dipl.-Ing. (FH) Martin Hiersemann,
Prof. Dr.-Ing. Rolf Hiersemann, Dipl.-Ing. (FH) Falk Ulbricht Hiersemann,
Prozessautomation GmbH, Neefestr. 88, 09116 Chemnitz

Leitsysteme übernehmen verstärkt die Funktionen der Anlagensteuerung und der Qualitäts- und Prozessdatenanalyse und –archivierung. Mit dem zunehmenden Eindringen von IT- und Netzwerktechnologien (ETHRÈRNET) treten die Probleme der Datenhaltung, Sicherheit und rasche Anpassungsstrategien in den Vordergrund. Das vorgestellte Leitsystem basiert auf dem Konzept HiPeR (High Performance Ramp Up), das auf die Optimierung von Anlageninbetriebnahmen ausgelegt ist.

1 Einleitung

Die Breite an verfügbaren Feldbus-Systemen wird durch das Eindringen des ETHERNET in die Automationsebene erweitert. Gleichzeitig mit dem möglichen Durchgriff durch die Automationsauf die Sensorebene steigen die Erfordernisse an die Sicherheit in vernetzten Systemen. Auch ist die Erfordernis nach sicherer, möglichst redundanter Datenhaltung gewachsen. Fazit: Datenmengen und Anzahl von Kommunikationspartnern steigen bei gleichzeitig verkürzter Übertragungszeit [Hie03].

Die Standardisierungsorganisation IAONA untergliedert die Anforderungen in 4 Echtzeitklassen, die je nach Automationsgebiet zu erfüllen sind. Zunehmend ist in Montage- und Logistikanlagen für hochdynamische Prozesse die Klasse 4 (< 1ms) zu erfüllen, wobei stetig steigenden Datenvolumina zu übertragen sind.

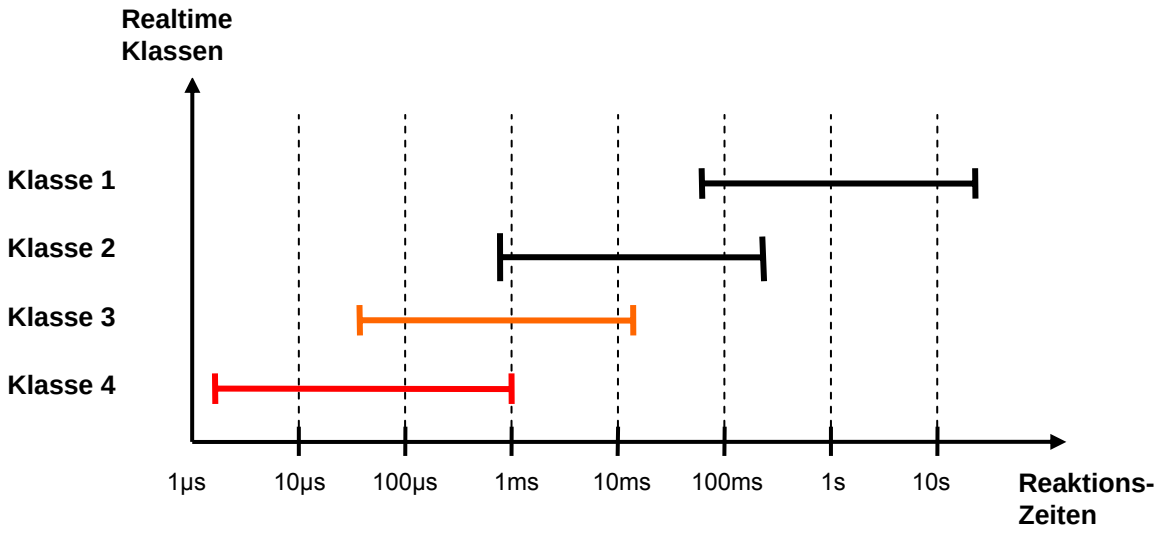


Abb. 1: Die 4 Echtzeitklassen nach IAONA.

Zur Erfüllung der sehr breit gefächerten Anforderungen sind zunehmend verteilte und strukturierte Automations- und Netzwerkstrukturen in die Anwendung gelangt. Diese verbinden mittels ETHERNET-basierter Technologie Werke, Fabrikhalle und Produktionsanlagen.

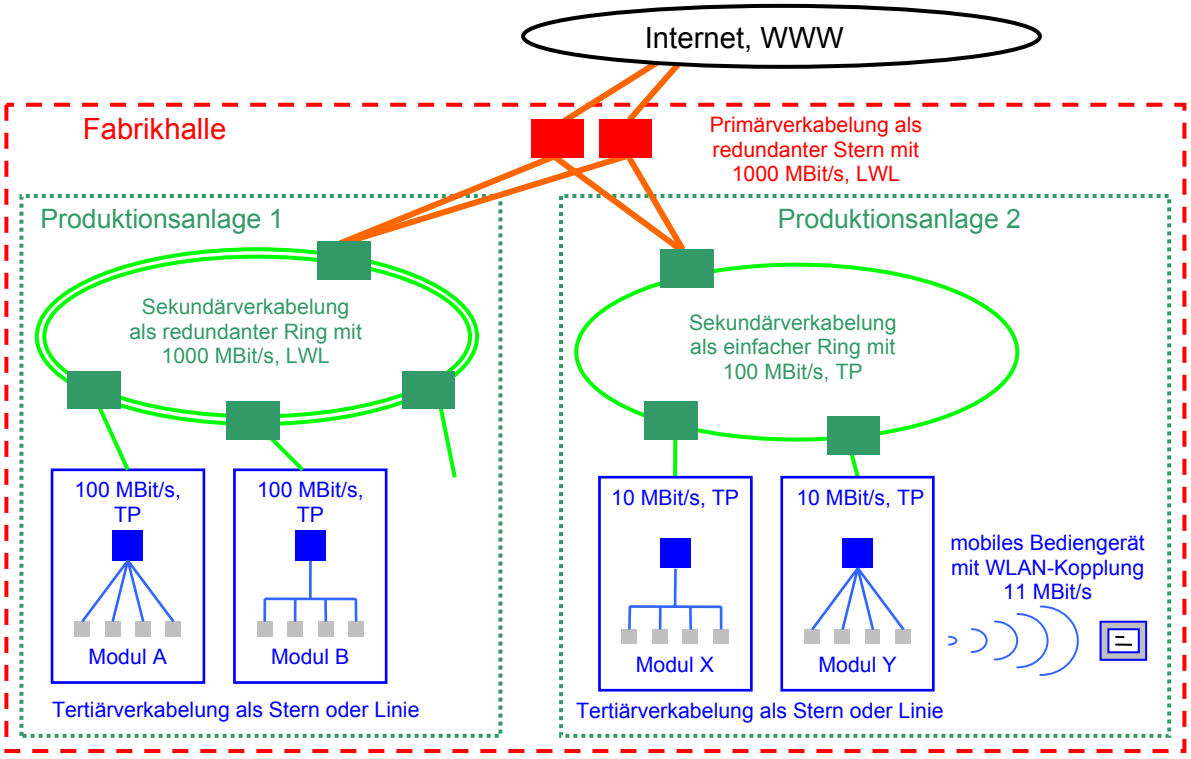


Abb. 2: Topologie und Verkabelungsmethoden in der Fabrikautomation, Beispiel [Hie03].

2 Das Projekt HiPeR – High Performance Ramp Up

Mit HiPeR wird eine Methodik verwirklicht, die rasche Proktuktionsanläufe unterstützt. Speziell auf dem Gebiet der Automation sind hierbei folgende Aspekte betrachtet worden:

- hohes Datenaufkommen in den Anlagen
- Sichere, d.h. redundante Datenhaltung und redundante Leitsysteme
- rasche Integrationsfähigkeit von Anlagenkomponenten
- optimierte Anlaufkurve der Anlagen.

Das Projekt wurde seitens der Automations- und Leitebene so ausgelegt, dass eine Portierbarkeit auf Geräte- und Softwarekomponenten verschiedener Hersteller ermöglicht wird. Die Prinzipien werden an einer Realisierung für den Automobilbau demonstrativ erläutert.

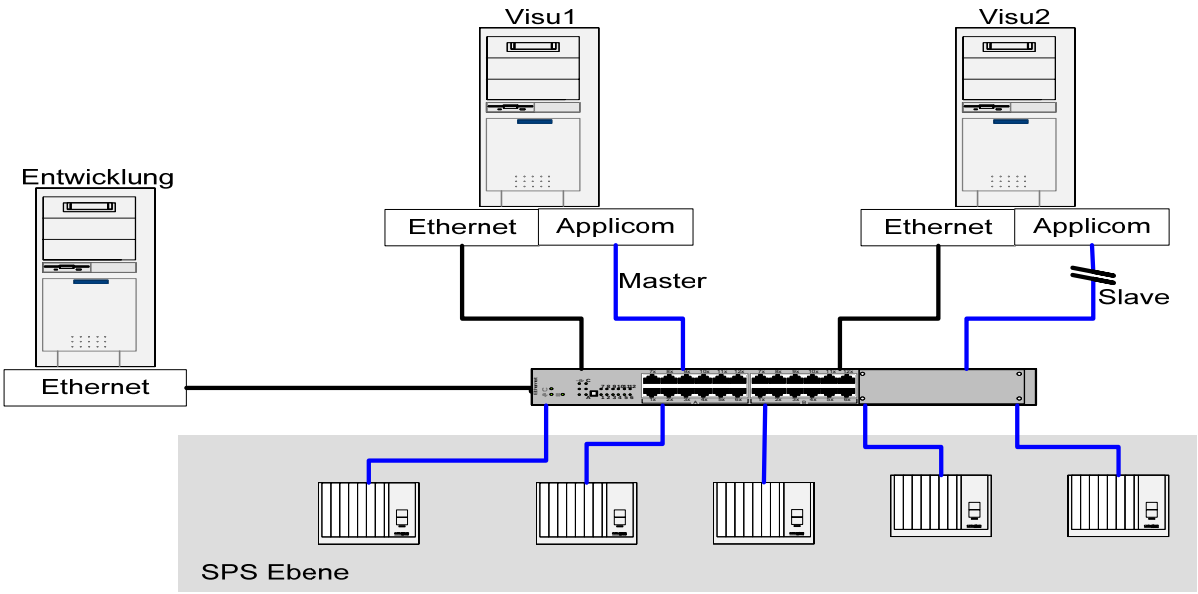


Abb. 3: Systemarchitektur der HiPeR-Applikation für Automobilbau.

Prinzipiell sind alle SPS-Steuerungen über ETHERNET verkoppelt mit der (redundanten) Leitebene (Visu1 und Visu2) und der Entwicklungsebene. Die Struktur ist für jede Werkhalle grundsätzlich eingehalten und an die Anlagenspezifikation angepasst (Menge der SPS und Datenpunkte sowie Ereignisse).

3 Datenaufkommen

Automationsanlagen bestehen grob aus den Komponenten Feldebene (Sensoren und Aktoren), Steuerungsebene (SPS) und Leitebene (Visualisierungssysteme, Datenhaltung). Die Feldebene wird mittels der industriell verbreiteten Feldbussysteme sicher abgedeckt. Im Beispiel ist ein Einsatz des Interbus-S zu verzeichnen.

Kritisch ist die Datenerfassung der Leitsysteme aus den (unterlagerten) Speicher-programmierbaren Steuerungen. Hierbei sind oftmals Probleme in der Performance zu verzeichnen, wenn keine Separierung der Datenerfassung von der Prozessorlast erfolgt. In HiPeR wurde das Prinzip der Ereigniserfassung (event recording) mittels Integration einer Erfassungs-Baugruppe (Applicom) mit entspr. Software in den beiden Visu-Leit-PC umgesetzt. Dabei ist die Applicom-Baugruppe im aktiven Master-PC aktiv, im Slave-PC ist die Baugruppe inaktiv. Bei Umschaltung bzw. Wechsel Slave auf Master wird die betreffende Applicom-Baugruppe des Masters automatisch aktiviert, im Slave deaktiviert.

Die Kommunikation zur Steuerungsebene erfolgt ausschließlich über die Applicomkarte. In der SPS – Ebene erfolgt ausschließlich der Einsatz von Schneider – Steuerungen (TSX Premium). Als Protokoll kommt Unitelway Ethernet zum Einsatz. Alle Steuerungen sind über das Fabriknetz mit den einzelnen Visualisierungen verbunden.

Folgende Kommunikationswege kommen zum Einsatz:

- Polling durch Visu-PC: Hierbei werden wichtige Statussignale (Verbindungsprüfung) sowie zu archivierende Analogwerte ständig durch die Applicom-Baugruppe aus der SPS gelesen
- Ereignisbedingtes Schreiben durch SPS: Störungs-, Meldungsbereich, Daten der Lastverfolgung (OI-SPS), Taktzeiten, Zählwerte sowie weitere sich nicht ständig

ändernde Werte werden ereignisorientiert zur Applicom-Baugruppe geschrieben und dort von der Visualisierung ausgelesen. Für jede Steuerung sind 500 Worte auf der Karte reserviert.

4 Sichere redundante Datenhaltung und redundante Leitsysteme

Generell sind die PC-Plätze zur Visualisierung mit einem RAID-1-Sytem (d.h. einfache Datenspiegelung) ausgelegt. Doch dies ist nicht ausreichend für einen stabilen Anlagenbetrieb. Zur Überbrückung eines PC-Ausfalls sind die einzelnen PC's doppelt, also redundant in das Netzwerk integriert [Her05]. Zur Reduzierung der Entwicklungsaufwendungen wurde diese in die so genannte NAD-Umgebung (Wonderware InTouch spezifisch) integriert. Auf den Rechnern läuft lediglich die Laufzeitumgebung von InTouch. Die Entwicklung der Applikation wird auf einem separaten PC ausgeführt (Entwicklungsknoten). Die beiden Visualisierungen (je Applikation) werden vom Entwicklungsrechner über Änderungen der Applikation informiert.

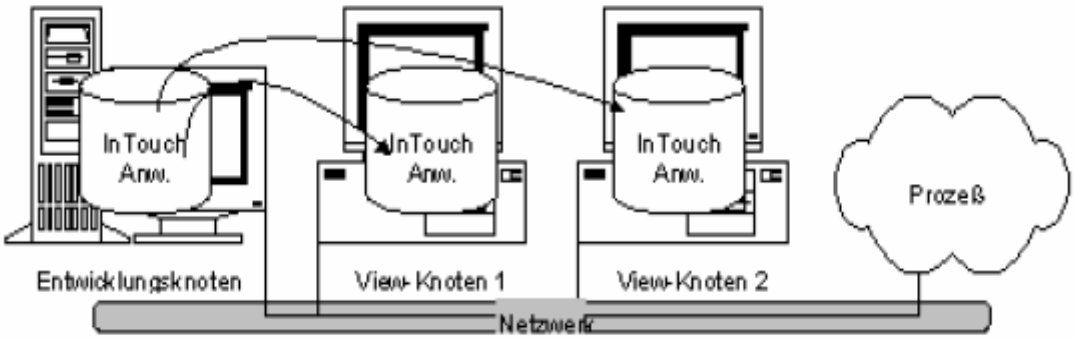


Abb. 4: Master-Slave-Struktur des Leitsystems mittels NAD-Funktionalität.

Bei "Network Application Development" (Netzwerk - Anwendungsentwicklung) oder NAD handelt es sich um eine Architektur, die die Vorteile der Client- und Server-Architekturen miteinander verbindet. NAD bietet Ihnen automatische Benachrichtigung bei Projektänderungen sowie automatische Verteilung aktualisierter Projekte an die View-Knoten. In der NAD-Architektur wird eine Master-Kopie eines Projekts zentral im Netzwerk verwaltet. Jeder View-Knoten lädt das Projekt vom Netzwerk herunter, genau wie in der Server-orientierten Architektur. Im Unterschied zur Server-orientierten Architektur wird das Projekt jedoch nicht vom Server aus ausgeführt, sondern an einen benutzerdefinierten Speicherort kopiert und dort ausgeführt. Damit ist die Redundanz der Client-orientierten Architektur gegeben. Im HiPeR wurde das Master-Projekt für beide View - Knoten vom Entwicklungsknoten kopiert; es wird jedoch von den jeweiligen Festplatten der View-Knoten aus gestartet. Wenn ein View-Knoten ein Master-Projekt kopiert und startet, überwacht er das Projekt automatisch auf Änderungen in der Master-Kopie.

5 Integrationsfähigkeit von Komponenten

Die rasche Integrationsfähigkeit von Anlagenkomponenten wird von vielen Faktoren beeinflusst, wie

- Durchgängiges Bezeichnungssystem vom Elektroprojekt (EPLAN), über die SPS-Deklarationen, Bedientableau-Deklarationen bis zum Datenbankeintrag
- Einheitliche Datenbereichsfestlegungen in allen beteiligten Automationskomponenten

- Vereinheitlichte Funktionsmoduln
- Durchgängige Bedienphilosophie
- Vollständige Dokumentation.

Insbesondere die Vereinheitlichung der Bedienstrategie hat enormen Einfluss auf die Inbetriebnahmephase. Im Projekt HiPeR-Visu ist folgende Strategie durchgängig eingehalten:

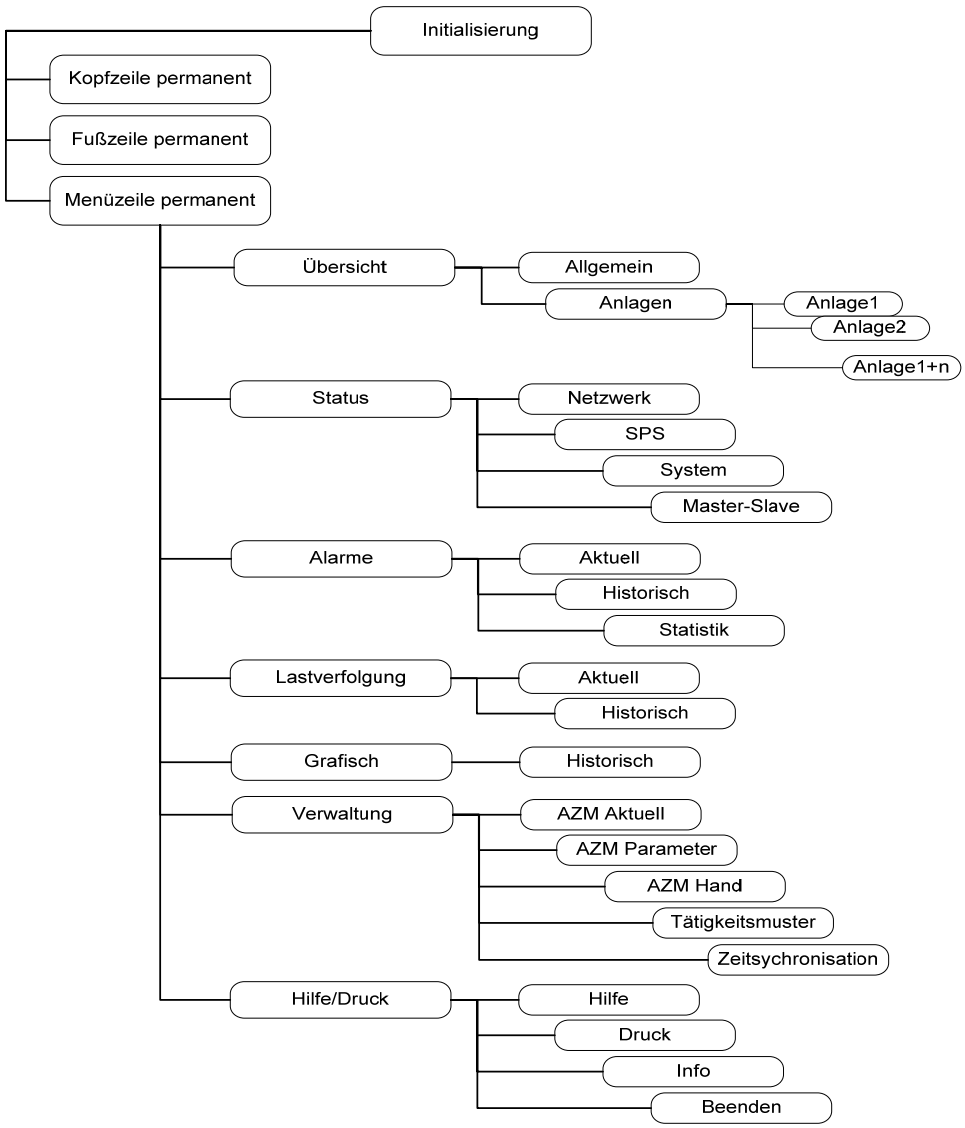


Abb. 5: Bedienhierarchie im Projekt HiPeR-Visu.

6 Projektstatus und Einsatzerfahrungen

Das Projekt HiPeR befindet sich in der Testphase in ausgewählten Pilotanlagen. Besonderer Nutzen soll insbesondere im Anlagenbau für den Automobilbau und dessen Zulieferindustrie entstehen [HHH05].

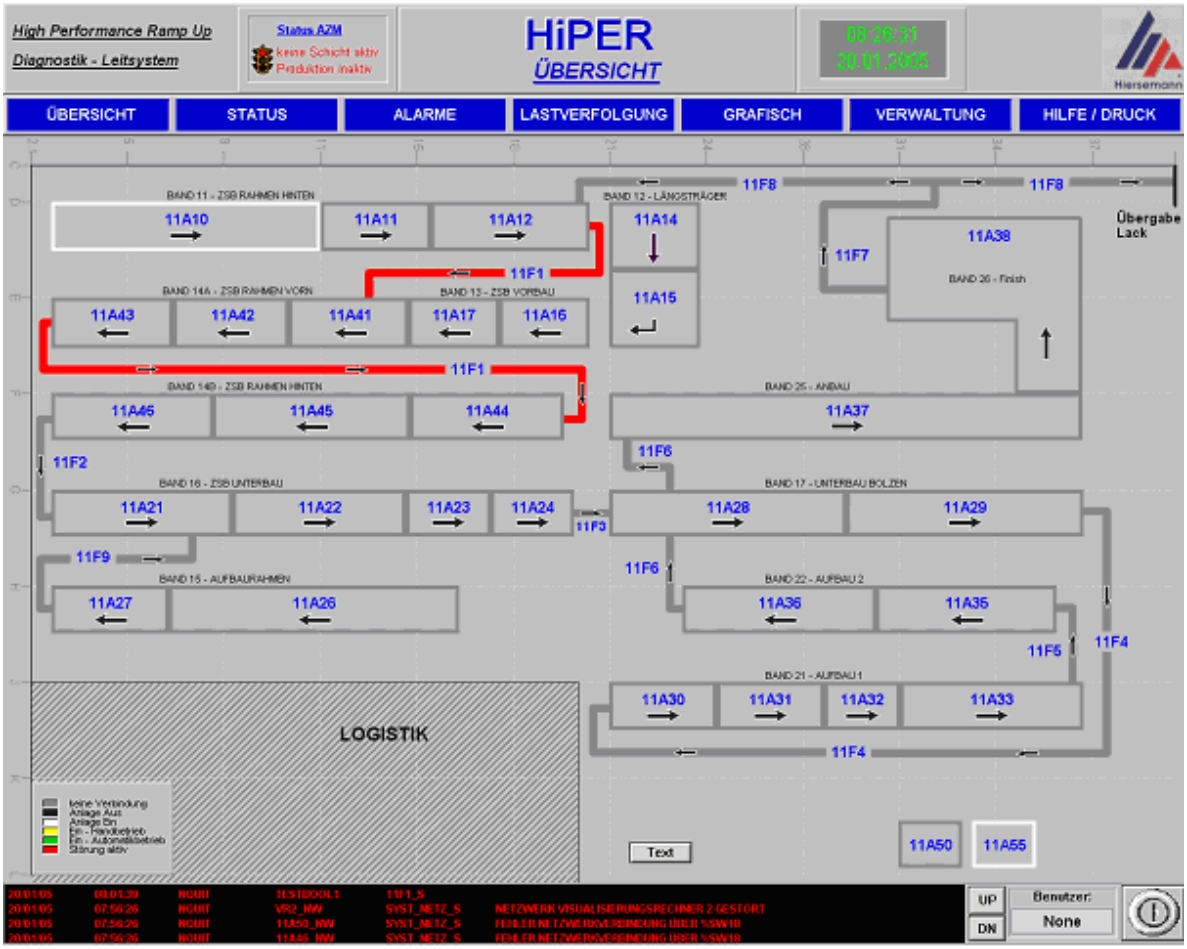


Abb. 6: Visualisierte Anlagenstruktur einer verknüpften Montage- und Logistikanlage.

Danksagung

Als Forschungsprojekt wird HiPeR vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Projekträger Forschungszentrum Karlsruhe Bereich Produktion und Fertigungstechnologien PTKA-PFT gefördert. Neben der Hiersemann Prozessautomation Chemnitz sind beteiligt: TU Chemnitz, Siemens VDO Limbach, USK Karl Utz Sondermaschinen Kändler, SITEC Chemnitz, PENTACON Dresden. Allen beteiligten Dank für die sehr kooperative und zielorientierte Zusammenarbeit und Unterstützung.

Literatur

[Hie03] Hiersemann, Martin: Untersuchung zur praktischen Nutzung des Ethernets in sehr komplexen Montageanlagen. Diplomarbeit Hochschule Mittweida 2003.

[Her05] Herrmann, Matthias: Dokumentation Visualisierung NCV3, Hiersemann Prozessautomation GmbH, 2005.

[Hie05] Hiersemann, Rolf: Forschungsbericht-Zwischenbereicht HiPeR, Status Juli 2005.

[HHH05] Herrmann, Matthias; Hiersemann, Martin; Hiersemann, Rolf: Datensicherheit und Anlagenverfügbarkeit durch Master-Slave-Strukturen in Leitsystemen. 4. Chemnitzer Tag der Automation, Tagungsband Oktober 2005.

www.vistable.de
Planen Sie zeitgemäß.
Planen Sie einfach.
visTABLE®tools –
Fabrikplanung zum Anfassen
plavis GmbH, c/o TCC, Annaberger Straße 240, 09125 Chemnitz

Workshop 3

Evolution und soziale Steuerung von Netzwerken

Trainingskonzept zur Entwicklung von Sozialkompetenzen des Personals in Kompetenzzellennetzen auf der Basis des internetbasierten Planspiels „Unternehmensnetz“

Prof. Dr. päd. habil. Dr.- Ing. Roland Schöne, Dr.- Ing. Elena Sinelnikova
Professur für Erwachsenenbildung und betriebliche Weiterbildung, Technische Universität Chemnitz

1 Entwicklung von Sozialkompetenzen des Personals in Kompetenzzellennetzen

Kompetenzzellen als Hauptglieder eines hierarchielosen Produktionsnetzes können in Bezug auf ihre technischen Kompetenzen und Ressourcen zu den Kompetenzclustern gebracht werden. Für die erfolgreiche Umsetzung vernetzter Projekte müssen einzelne Kompetenzzellen mit den anderen sowohl innerhalb als auch außerhalb ihres Kompetenzclusters kooperieren, siehe Abb. 1. Falls die Kooperation grundsätzlich außerhalb der technischen Systeme liegt, sind besonders die sozialen Systeme bedeutsam. Somit stellen sich mit hierarchieloser Vernetzung Kompetenzzellen neue Anforderungen an deren Kooperation und damit an die Sozialkompetenzen derer Personals [TUC05].

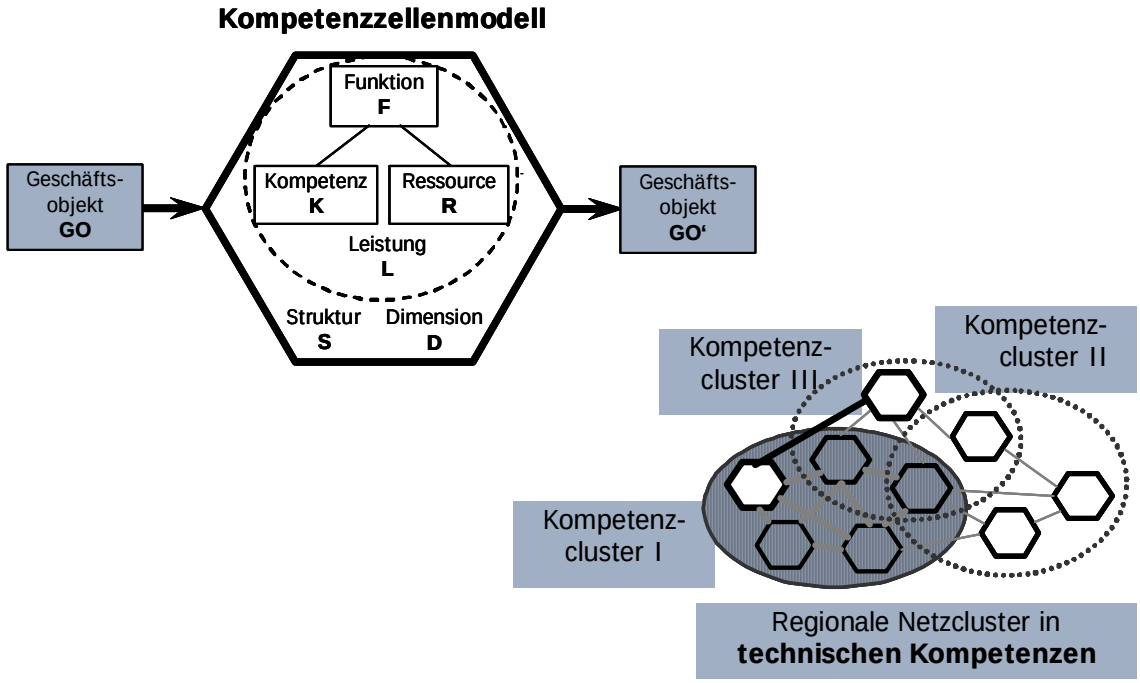


Abbildung 1: Kompetenzzellenmodell und hierarchielose Verbindungen

Bestehende Konzepte zur Gestaltung der Netzkooperationen setzen auf der Unternehmensebene an. Kooperationen erfolgen jedoch immer in Form von Handlungen einzelner Akteure und bedeuten nicht nur Harmonie, sondern können ein durchaus konflikthafter Prozess sein. Die potenziellen Konfliktfelder sind vielfältig: Konflikte zwischen Kooperation und Konkurrenz, Vertrauen und Kontrolle, Integration und Autonomie usw. Die Bewältigung dieser Gegensätze ist für Kompetenzzellen eine Aufgabe, aus welcher sowie aus den Anforderungen des Marktes ihre sozialen Handlungsweisen im Netz und die Verhaltensstrukturen des betrieblichen Alltags resultieren. Diese beeinflussen unmittelbar die Kooperationsweise zwischen den Kompetenzzellen [FSE05].

Akteure sind bewusst handelnde Subjekte, die in einem rekursiven Prozess kognitive Abbilder ihrer Umwelt erstellen und nutzen, um wiederum auf ihre Umwelt einzuwirken. Aufgaben der Personalentwicklung ergeben sich aus dem Erfordernis der Generierung und Erhaltung notwendiger kooperationsförderlicher Sozialkompetenzen [PSc01]. Als solche können beispielweise Begriffspaare genannt werden:

- Vertrauen – Kontrolle
- Improvisation – Strategie
- Integration – Autonomie
- Konfliktbereitschaft – Toleranz
- Führung – Initiative
- Zukunftsorientierung – Traditionsorientierung
- Gewinnorientierung – Beziehungsorientierung

2 Einsatz von simulationsgestützten Planspielen zur Netzentwicklung

Um kooperationsförderliche Sozialkompetenzen zu vermitteln, sind Weiterbildungsmaßnahmen zu erarbeiten und geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen [HPS+05]. Der methodisch verbindende Ansatz zwischen dem Lernen in Bildungseinrichtungen und dem Lernen im realen Arbeitsprozess, basiert auf der Möglichkeit der realitätsnahen Simulation von Arbeitsstrukturen. So eine Brücke zwischen theoretischen Inhalten und praktischen Erfordernissen bilden simulationsgestützte Planspiele.

Die Akteure werden in die Lage versetzt, in komplexen Zusammenhängen zu agieren und Beziehungen zu generieren, die ihren Bedürfnissen und den Anforderungen des Netzes angemessen sind. Die Fähigkeit auf der Basis unvoll-ständiger Informationen in unübersichtlichen Situationen mit komplexen Problemen umzugehen und Entscheidungen zu treffen, wird in Planspielen trainiert. Das Planspiel gibt die Möglichkeit reale Arbeitsprozesse zwar modelliert und auf wesentliche Merkmale reduziert, aber dafür in einem großen Zeitfenster zu erleben und verschiedene Handlungsstrategien mit schnellem Feedback zu analysieren.

Die wesentlichsten Vorteile simulationsgestützter Planspiele lassen sich wie folgt zusammen-fassen:

- Darstellbarkeit komplexer Szenarien
- Stellung von anspruchsvollen strategischen Aufgaben
- Große Anzahl an Entscheidungsmöglichkeiten
- Visualisierung von sozialen Interaktionen und ihren Konsequenzen
- Anpassung der Planspieldramaturgie an die speziellen Belange jedes einzelnen Unternehmens
- Einsetzbarkeit für das E-Learning oder als Fernplanspiel
- Die Anonymität begünstigt die Experimentierfreude und die Fehlertoleranz

Hohe Effizienz und Nachhaltigkeit wird bei der Anpassung der Planspieldramaturgie an die speziellen Belange jedes einzelnen Unternehmens durch direkten Transfer des erworbenen Wissens zum Arbeitsalltag gesichert.

In der Forschungslandschaft wurde ein Defizit an gängigen Instrumenten identifiziert, um Sozialkompetenzen und Interaktionen in Kooperationen in kompetenzzellenbasierten Netzen zu analysieren und zu fördern.

3 Internetbasiertes Planspiel „Unternehmensnetz“

Der Bedarf eines Forschungs- und Gestaltungsinstrumentes führte zur Entwicklung eines internetbasierten Planspiels „Unternehmensnetz“, welches

a) den Akteuren eine kognitive Landschaft von kleinen Unternehmen im Sinne von Netzpartnern sowie deren Interaktionsmöglichkeiten schafft,

b) die spezifischen Rahmenbedingungen von Kooperationen, ihre rekursiven Prozesse und die sozialen Interaktionen widerspiegelt, verständlich und optimierbar macht,

c) ein auf Grundlage des visualisierten Realitätsmodells risikofreies Experimentierfeld, indem es dem Akteur möglich gemacht wird, im Zeitraffer die Folgen seiner Aktions- und Kommunikationsstrategien zu erkunden, bildet.

Das Planspiel „Unternehmensnetz“ basiert auf den Grundprinzipien des betriebswirtschaftlichen Kreislaufes. Auf der Internetplattform werden Kompetenzzellen mit ihren typischen Aktionsfeldern abgebildet. Jede Kompetenzzelle besitzt eigene Ressourcen: Produktionsstätten mit Anlagen, ein Lagerbereich für Fertigprodukte, ein Einkaufsbereich für Rohmaterialien, ein Personalbüro, ein Finanzbüro sowie ein Planungsbüro, in dem alle relevanten Aktionsmöglichkeiten eines Unternehmens dargestellt und veränderbar sind, siehe Abb. 2 [TUC04].

Abbildung 2: Soziale Interaktionen in einer Netzsimulation

Die Akteure übernehmen die Rolle eines Geschäftführers mit dem Ziel, die Be-lange der „eigenen“ Kompetenzzelle zu wirtschaftlichem Erfolg zu führen. Die Strategie wird vom Akteur selbst gestaltet: dafür muss er sein eigenes Kapital managen, die am „Markt“ akquirierten Projektaufträge im Projektmanagement koordinieren sowie die Produktionsanlagen und das Personal abstimmen, siehe Abb. 3. Das Planspiel „Unternehmensnetz“ besitzt eine spezielle Fokussierung auf die Kooperationsentwicklung von Kompetenzzellen. Die komplexen Aufträge sind in zeitlich abhängige Teilaufträge untergliedert. In der Regel, kann eine einzelne

Kompetenzzelle den Projektauftrag nicht alleine abarbeiten. Jede Kompetenzzelle kann selbstständig entscheiden, an welchen Projekten sie sich mit welchen Partnern beteiligen möchte.

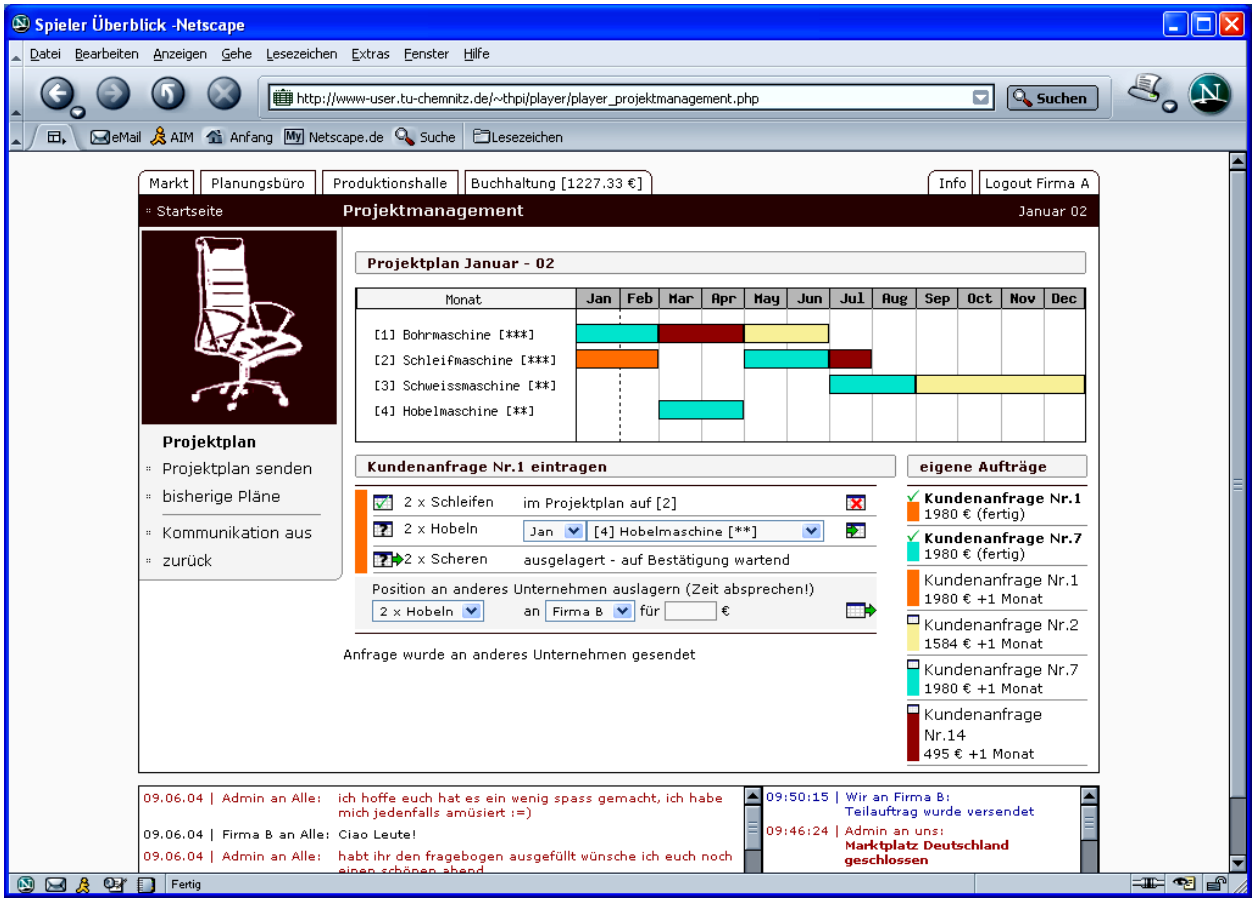


Abbildung 3: Beispiel aus dem internetbasierten Planspiel „Unternehmensnetz“

Über einen Chatbereich können die Akteure sich Kooperationspartner suchen. Die Gestaltung der Kooperationsvereinbarung für ein oder mehrere Projekte hinsichtlich zeitlicher und finanzieller Abstimmung obliegt der Verhandlungsfähigkeit der Akteure. Entsprechend den ausgehandelten Vereinbarungen müssen die Akteure nun ihr Projektmanagement koordinieren und Teilaufträge an die Partner versenden. Durch die zeitlich aufeinander aufbauenden Teilaufträge entsteht eine produktionstechnische Abhängigkeit, die real existierenden Kooperationsverbünden entlang der Wertschöpfungskette nachempfunden sind.

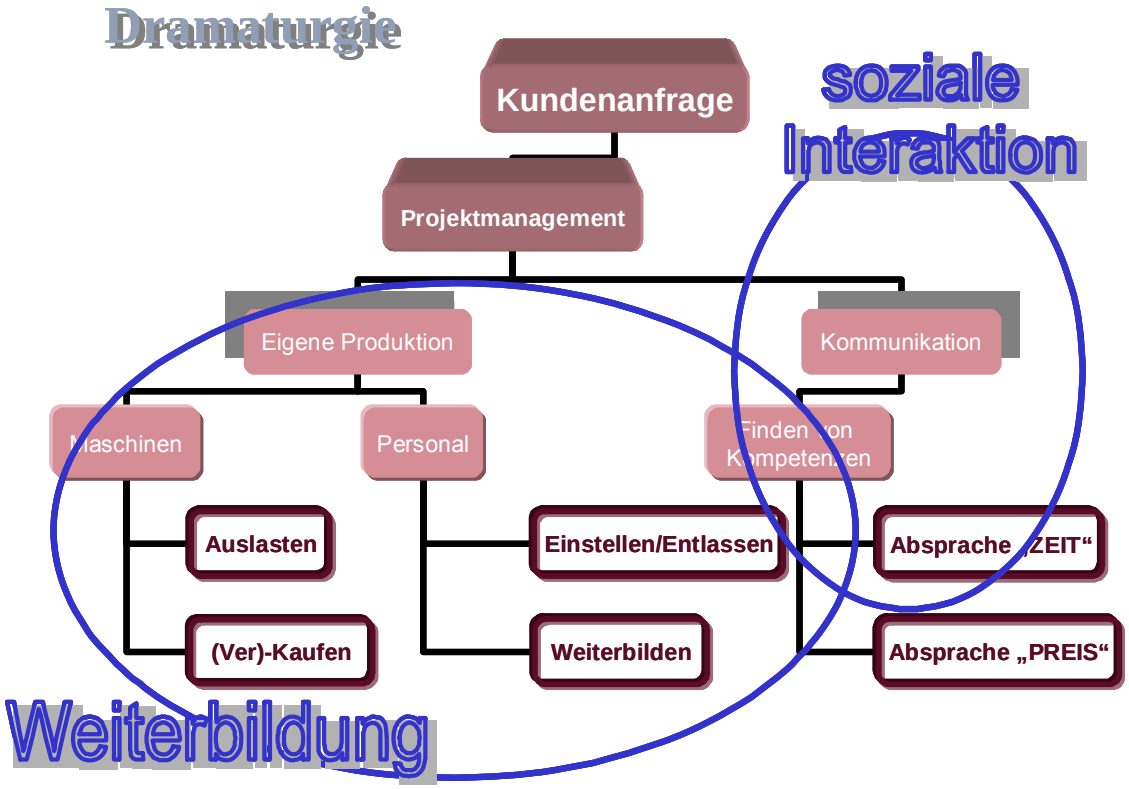


Abbildung 4: Dramaturgie des Planspiels „Unternehmensnetz“

Die Dramaturgie des Planspiels „Unternehmensnetz“ bietet den Akteuren, ähnlich wie in der Wirklichkeit, nur unvollkommene Informationen, so dass die Konsequenzen von Entscheidungen nicht eindeutig vorhersehbar sind. Die Akteure erleben die Reaktionsweise des anderen und reduzieren die Unsicherheit über die Ausbildung von Verhaltensstrategien. Innerhalb des handlungsaktiven Rahmens laufen verschiedenste interaktive soziale Prozesse ab, in denen sich Sozialkompetenzen erfassen und beurteilen lassen. Trotz des vorgegebenen Ziels, dem Optimieren des Unternehmenserfolges, bilden die Kommunikations- und Kooperationsbeziehungen die Grundlage für iteratives Netzlernen.

4 Planspielauswertung

Für die Analyse der Interaktions- und Kommunikationsstrukturen wird eine Kombination aus *Beobachtung*, qualitativer und quantitativer *Kommunikationsanalyse* sowie einer strukturierten *Befragung* angewandt, welche unter Einbezug des zeitlichen und dramaturgischen Ablaufes des Planspiels „Unternehmensnetz“ ein auch von den Akteuren nachvollziehbares Resultat liefert.

Die *Beobachtung* der Interaktionen lässt sich über Protokolle des Administrators realisieren. Die qualitative Analyse des *Kommunikationsprotokolls* sowie eine computertechnisch erzeugte *Sozio-Matrix* auf Grundlage des Kommunikationsmusters ergeben Aufschluss über die Häufigkeiten der Kommunikationen unter einzelnen Akteuren und Hinweise auf die Ursachen der Planspielergebnisse.

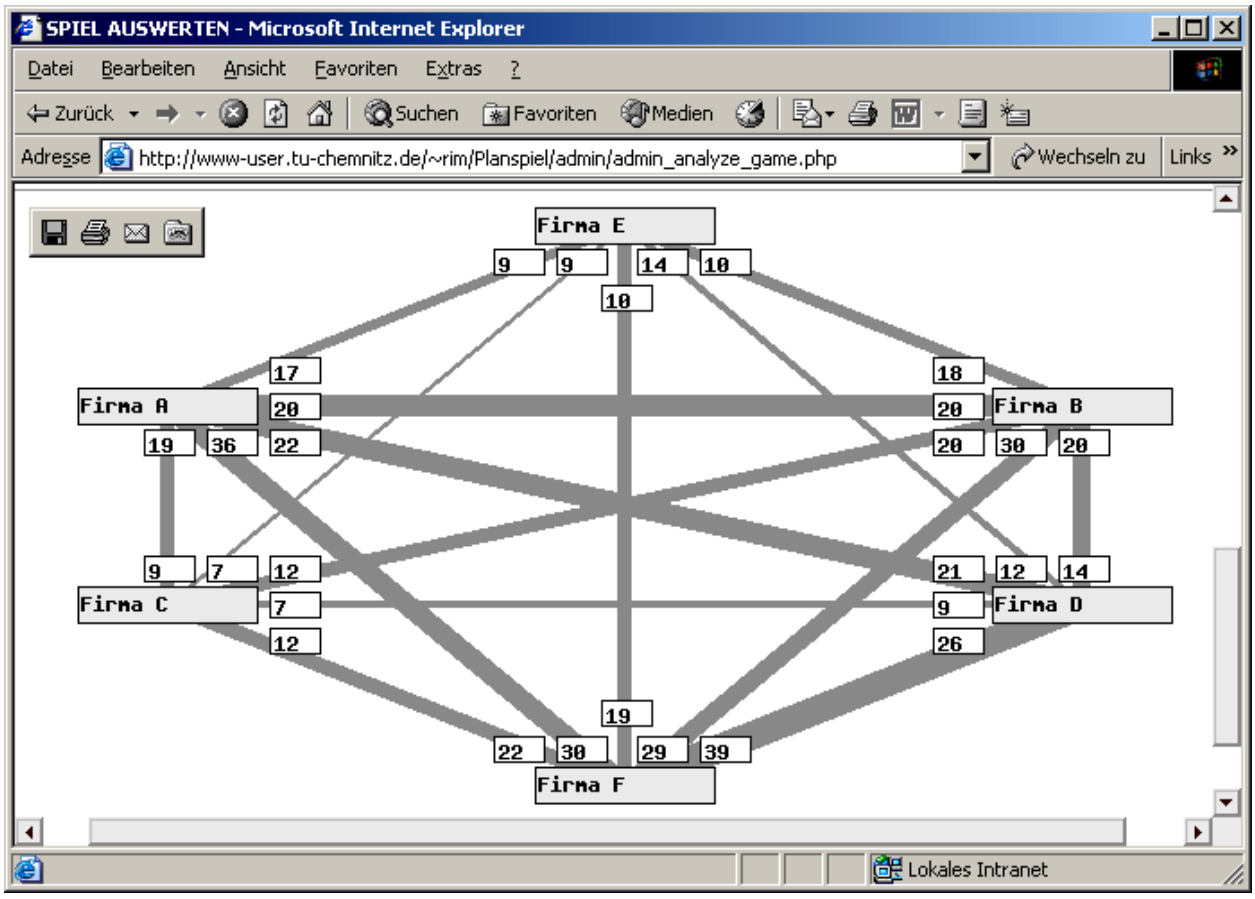


Abbildung 5: Sozio-Matrix auf Grundlage des Kommunikationsmusters

Auf Grundlage der Repertory Grid Analyse wurde eine Befragung entwickelt [MFr05]. Diese ist im Spielablauf als Fragebogen in Form einer Tabelle integriert und erfragt Konstruktpaare sozialer Kompetenzen, die sich für Bewertung von Netzinteraktionen als relevant herausgestellt haben, siehe Abb. 6.

Die Teilnehmer führen folgende Einschätzungen durch:

- Selbsteinschätzung,
- Das Ideal einer Firma,
- Fremdbild (wie meiner Meinung nach werde ich von anderen angesehen),
- Die anderen Teilnehmerteams.

Charakteristisch für diesen Fragebogen ist, dass beide Enden jeder Bewertungsskala mit positiven und doch gegenüberstehenden Eigenschaften im Sinne der Betriebswirtschaft belegt sind. Als Ergebnis der Befragung steht dem ist Administrator eine dreidimensionale Zahlenmatrix zur Verfügung, siehe Abb. 7.

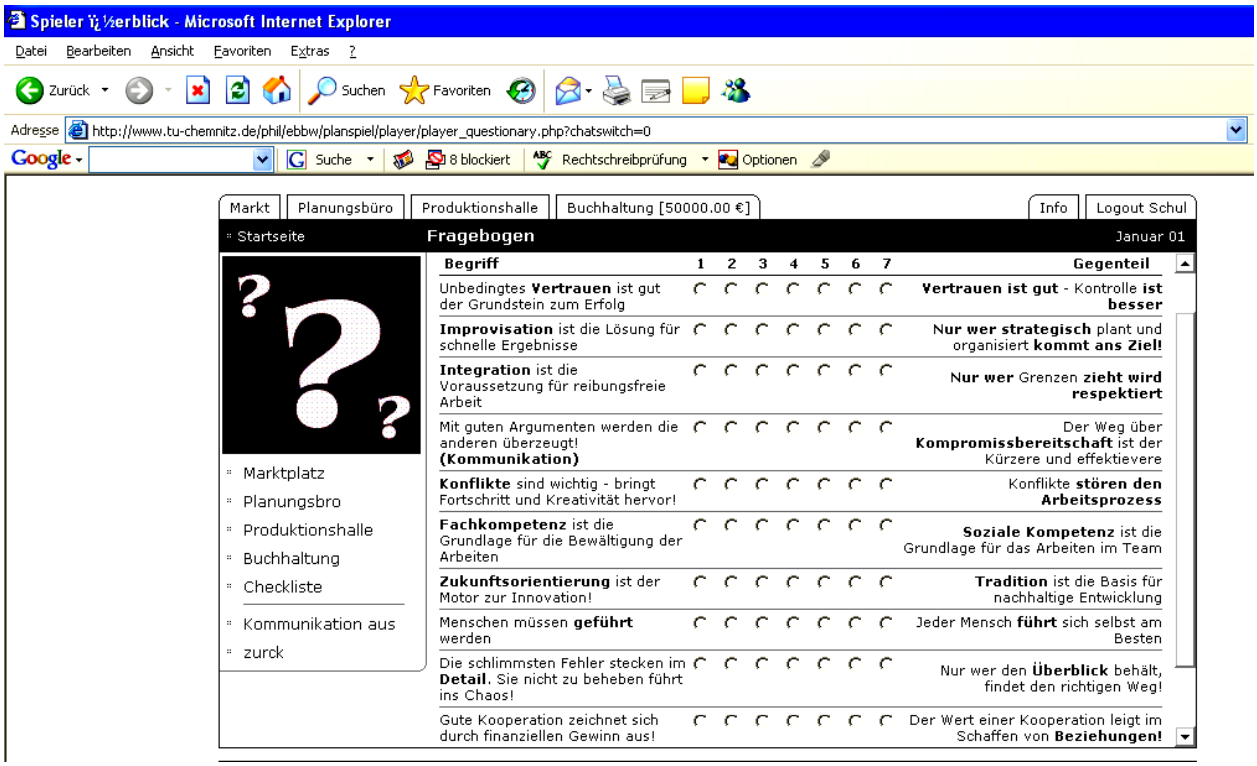


Abbildung 6: Online Fragebogen

Firma B

	Selbst	Ideal	Feind	Firma A	Firma C	Firma D	Firma E	Firma F	
Unbedingtes **Vertrauen** ist gut der Grundstein zum Erfolg	5	3	5	2	2	3	5	3	**Vertrauen ist gut** - Kontrolle **ist besser**
Improvisation ist die Lösung für schnelle Ergebnisse	5	6	5	4	2	2	3	3	**Nur wer strategisch** plant und organisiert **kommt ans Ziel!**
Integration ist die Voraussetzung für reibungsfreie Arbeit	3	3	4	3	3	3	3	4	**Nur wer** Grenzen **zieht wird respektiert**
Mit guten Argumenten werden die anderen überzeugt! **(Kommunikation)**	4	5	1	6	6	5	5	2	Der Weg über **Kompromissbereitschaft** ist der Kürzere und effektievere
Konflikte sind wichtig - bringt Fortschritt und Kreativität hervor!	3	4	1	3	3	5	4	5	Konflikte **stören den Arbeitsprozess**
Fachkompetenz ist die Grundlage für die Bewältigung der Arbeiten	4	3	7	5	5	5	6	5	**Soziale Kompetenz** ist die Grundlage für das Arbeiten im Team
Zukunftsorientierung ist der Motor zur Innovation!	3	2	2	4	3	2	3	2	**Tradition** ist die Basis für nachhaltige Entwicklung
Menschen müssen **geführt** werden	2	2	1	3	2	3	3	3	Jeder Mensch **führt** sich selbst am Besten
Die schlimmsten Fehler stecken im **Detail**. Sie nicht zu beheben führt ins Chaos!	5	3	7	3	4	4	3	3	Nur wer den **Überblick** behält, findet den richtigen Weg!
Gute Kooperation zeichnet sich durch finanziellen Gewinn aus!	6	5	1	2	5	3	3	4	Der Wert einer Kooperation leigt im Schaffen von **Beziehungen!**

Abbildung 7: Ergebnisse der Befragung in einer Zahlenmatrix

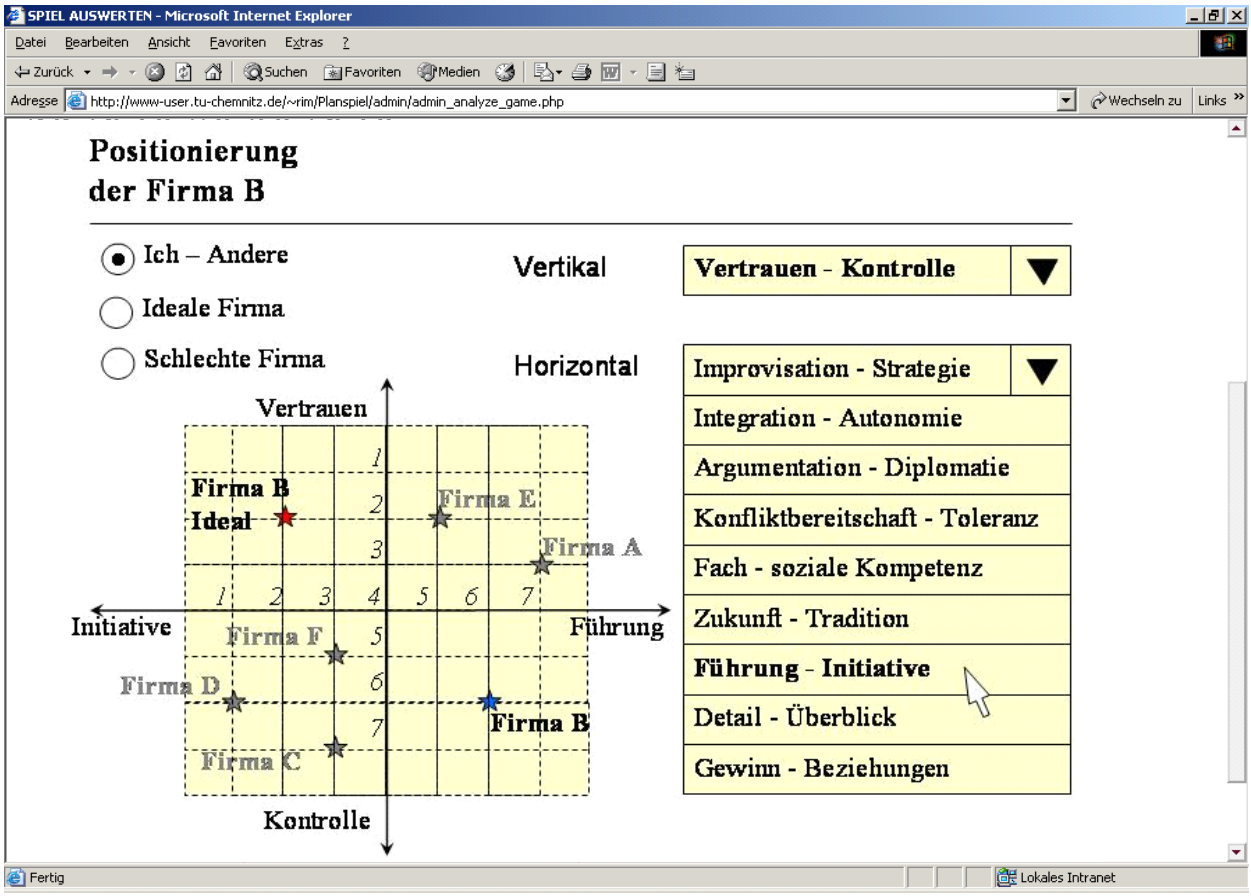


Abbildung 8: Positionierung der Akteure hinsichtlich der Sozialkompetenzen

Zehn dichotome Begriffspaare bilden zehn Bewertungsskalen und somit ein zehndimensionales Modell. Zur besseren Darstellbarkeit lassen sich Begriffs-paare miteinander kombinieren. Die Akteure können dann hinsichtlich zwei beliebiger Bewertungsskalen und verschiedener Einschätzungen positioniert werden, siehe Abb. 8. Somit kann jeder Akteur sich ein Bild machen, wie die Anderen seine Firma einschätzen oder wie weit seine Idealvorstellung von der der Anderen in Bezug auf verschiedene Bewertungen liegt.

Um die Akteure zu motivieren, ihre Sozialkompetenzen zu entwickeln sowie den Akteuren zu ermöglichen, die im Planspiel erkannten Ursachen für auftauchende Probleme zu analysieren und zu beseitigen, ist es notwendig, ein Trainingskonzept zur Förderung sozialer Vernetzung von Netzakteuren auf der Basis des Planspiels auszuarbeiten.

5 Trainingskonzept

Der Markt, auf dem sich ein Unternehmen behaupten muss, verändert sich ständig. Vom Personal werden Mobilität und Flexibilität besonders gefragt. Die gleichen Merkmale werden auch von einem Trainingskonzept erwartet. Die Aufgabe besteht folglich darin, die Trainings-module mit implementierten Präsentationen und Besprechungen in Form von Seminaren, Simulationen und Auswertungen so zu koppeln und die Rahmenbedingungen so zu gestalten, um eine reibungsfreie Übertragung der Erkenntnisse in den realen Arbeitsprozess zu sichern.

Die Werbung von Teilnehmern eines Trainings erfolgt in Form von Flyern und Internet-Seiten, die an potenzielle Interessenten verbreitet werden. Damit die Teilnehmer im Planspiel Erlerntes in der Praxis erkennen und behandeln können, ist die Planspieldramaturgie mit den Akteuren abzustimmen und auf ihre speziellen Belange anzupassen. Dies geschieht durch den

Administrator, der die jeweils erforderlichen Maschinen, Mitarbeiter, Märkte und Produkte, aber auch die Zahl der zu spielenden Geschäftsjahren in den Spielablauf implementiert.

Vorbesprechung auch online durch E-Mail

Für die Akteure wird eine Vorbesprechung einberufen, die je nach Kontext eine unterschiedliche Gewichtung und Dauer haben kann. Sie könnte auch in ein Seminar eingebettet werden, insbesondere falls die Teilnehmer keine Erfahrung mit Planspielen und keine umfassenden betriebswirtschaftlichen Kenntnisse besitzen. Den Akteuren werden die Planspielanleitungen ausgehändigt.

Beginn eines zu spielenden Geschäftsjahres, bzw. Beginn des Planspieles

Sind alle Teams startklar, kann das Planspiel beginnen. Anfang des Planspieldurchlaufs wird der Administrator die Akteure auffordern, einen virtuellen Rundgang durch das Unternehmen zu machen, um sich einen Überblick zu verschaffen, und sich mit den Möglichkeiten vertraut zu machen; Aufträge zu akquirieren und in das Projektmanagement einzutakten. Wenn das letzte Team seine Aufträge eingearbeitet hat, befinden sich alle Teams im nächsten Monat. Jetzt sehen und erleben die Akteure, wie erfolgreich ihre Aktivitäten des letzten Monats waren.

Ende eines zu spielenden Geschäftsjahres, bzw. Ende des Planspieles

Terminliche Absprachen für die nächsten Treffen zum Planspiel oder zur Besprechung sind mit allen Teams zu treffen. Ein Seminar zur gemeinsamen Besprechung der Ergebnisse und Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise hinsichtlich der Sozialkompetenzen wird nach jedem zu spielenden Geschäftsjahr empfohlen. Für die Auswertung eines Geschäftsjahres stehen automatisch folgende Daten zur Verfügung: Quantitative Auswertung der Kommunikation und Auswertung der Fragebögen allen Teams.

Nachbesprechung

Spätestens nach dem Ende des letzten Spieljahres sollte für die Akteure eine Nachbesprechung einberufen werden. Aus der Betrachtung der Spielergebnisse bezüglich des erwirtschafteten Gewinns, der Positionierung der Akteure und aus der Beobachtung sowie der qualitativen/quantitativen Analyse der Interaktionen zwischen den Akteuren lassen sich in einer Nachbesprechung entweder mit allen Teams oder mit jedem Team vereinzelt Schlussfolgerungen ziehen. Anschließend sind motivierende Empfehlungen bezüglich der Weiterentwicklung der Sozialkompetenzen der Planspielteilnehmer aufzustellen sowie Optimierungsmöglichkeiten des Trainingskonzeptes festzustellen.

Literatur

[FSE+05] Freitag, M.; Schilde, P.; Enderlein, H.; Schöne, R.: Arbeitsorganisation und Netzmoderation bei unternehmensübergreifenden Kooperationsprozessen in Netzen kleiner und mittlerer Unternehmen. In: Müller, E.; Spanner-Ulmer, B.: Zukunftsweisende Konzepte für Produktions- und Logistiksysteme. Wissenschaftliche Schriftenreihe des IBF, Sonderheft 10, 2005, S. 24-29.

[HPS+05] Huber, C.; Plüss, R.; Schöne, R.; Freitag, M.: Kooperationsnetze der Wirtschaft. Einführung, Bausteine, Fallbeispiele. Hochschulverlag AG, an der ETH Zürich, 2005, 381 S. ISBN 3 7281 2990 9

[MFr05] Meyer, M., Freitag, M.: Die Repertory Grid Methode als quantitative Inhaltsanalyse (inter) individueller Wirklichkeitskonstruktionen, Wiesbaden, In Stefan Kühl & Petra Strodtholz (Hrsg.) Quantitative Methoden der Organisationsforschung, Verlag für Sozialwissenschaft VS, 2005.

[PSc01] Piontkowski, T., Schöne, R.: Simulationsgestützte Kooperationsentwicklung für Netzwerke anhand eines Brettspiels. In: Enderlein, H. (Hrsg.): Vernetzt planen und produzieren – VPP2001, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Sonderheft 4, Technische Universität Chemnitz, Chemnitz, 2001, S. 131- 134.

[TUC04] Technische Universität Chemnitz, Professur für Erwachsenenbildung und betriebliche Weiterbildung (Hrsg.) (2004): Anleitung zur Nutzung des Spieles „Netzwerk“, Chemnitz

[TUC05] Technische Universität Chemnitz (Hrsg.) (2005): Sonderforschungsbereich 457. Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Arbeits- und Ergebnisbericht 2003 - 2005.- Chemnitz

Mitarbeiterbefragung im Kooperationsverbund „NeLePha“

Dr. rer. nat. Ulrike Pietrzyk, Institut für Allgemeine Psychologie, Biopsychologie und Methoden der Psychologie, Technische Universität Dresden

Einführung

Eine wichtige zukunftsichernde Aufgabe von kleinen und mittleren Unternehmen ist die Personalplanung und –entwicklung. Die Unternehmen stehen in der Verantwortung die personellen Ressourcen einzukaufen, aufzubauen und zu „pflegen“, die nicht nur für den momentanen Bedarf von entscheidender Bedeutung sind, sondern auch für die Zukunft. „Nicht jedes Unternehmen kann die große Anzahl von Mitarbeitern fest einstellen, die es in Zeiten einer Spitzenauslastung benötigt. Nicht jedes Unternehmen kann sich darüber hinaus die Fachkräfte leisten, dessen es bedarf. Und nicht jedes Unternehmen ist in der Lage, eine fachlich ausgewogene betriebliche Aus- und Weiterbildung zu gewährleisten.“ (vgl. [BMW02], S. 12). Kooperation kann für die Realisierung dieser Aufgabenstellung einen Ansatzpunkt bieten. Die Bandbreite reicht von der Errichtung und Unterhaltung gemeinsamer Ausbildungsplätze und Nachwuchskräftepools, welche auf die Qualität und Kompetenzen späterer Fachkräfte Einfluss nehmen können. Sie geht über den Austausch der Arbeitnehmer in Abhängigkeit konjunktureller und auftragsbedingter Schwankungen in den beteiligten Unternehmen, in dessen Ergebnis eine Kompetenzerweiterung der Mitarbeiter durch Lernen im Prozess der Arbeit sowie berufliche Entwicklungsmöglichkeiten und überbetriebliche Laufbahnmodelle geschaffen werden können. Und reicht schließlich bis hin zu gemeinsamen arbeitsplatznahen Aus-bildungs- oder Trainingsmodulen, die den Abbau von Kompetenz-, Qualitäts- oder auch Fähigkeitsdefiziten beschäftigter Arbeitnehmer ermöglichen. Unter dem Blickwinkel der mittel- und längerfristigen Fachkräftesicherung wird im Folgenden ein Pilotprojekt vorgestellt, dass die Vorteile einer Kooperation zu nutzen und in die Praxis umzusetzen versucht. Im Rahmen eines Projektes, welches durch das BMBF sowie aus Mitteln des ESF gefördert wurde, erfolgte eine wissen-schaftliche Begleitung des Aufbaus und der Entwicklung einer Unternehmenskooperation. Eine Teilaufgabe des Projektes bestand in der Evaluation der Kooperation aus Sicht der Mitarbeiter.

Unternehmenskooperation „Poolmanagement“

Für die Sicherstellung des Fachkräftebedarfs, wurde ein Management der Mitarbeiter – auch als Poolmanagement bezeichnet - ins Leben gerufen. Damit soll zum einen ein flexibler Ausgleich von Personalressourcen stattfinden, der auf Grund schwankender Auftragslagen entsteht, und zum anderen sollen neue Weg zur Entwicklung von Personal eröffnet werden. Die Kooperationsunternehmen gehören einem regionalen Netzwerk an, bei dem es sich um einen Zusammenschluss produzierender, mittelständisch organisierter Unternehmen aus den Bereichen der Lebensmittelindustrie und Pharmazie handelt (Netzwerk „NeLePha“). Für eine bessere Verortung der Kooperation sind in Abbildung 1 die Dimensionen zur deren Beschreibung grafisch dargestellt. Es handelt sich um eine Zusammenarbeit von Unternehmen mit hohen hygienischen Anforderungen. Die Bezugnahme auf Produktionsunternehmen mit besonderen hygienischen Anforderungen ergibt sich aus den spezifischen Anforderungen an die Anlagen und Maschinen aber insbesondere an die in diesen Bereichen tätigen Mitarbeiter. Die Unternehmen haben sich auf eine bedarfsbezogene Kooperation im Personalbereich mit einer vertraglichen Abmachung zum Zwecke der Fachkräftesicherung sowie der Fachkräfte-entwicklung geeinigt.

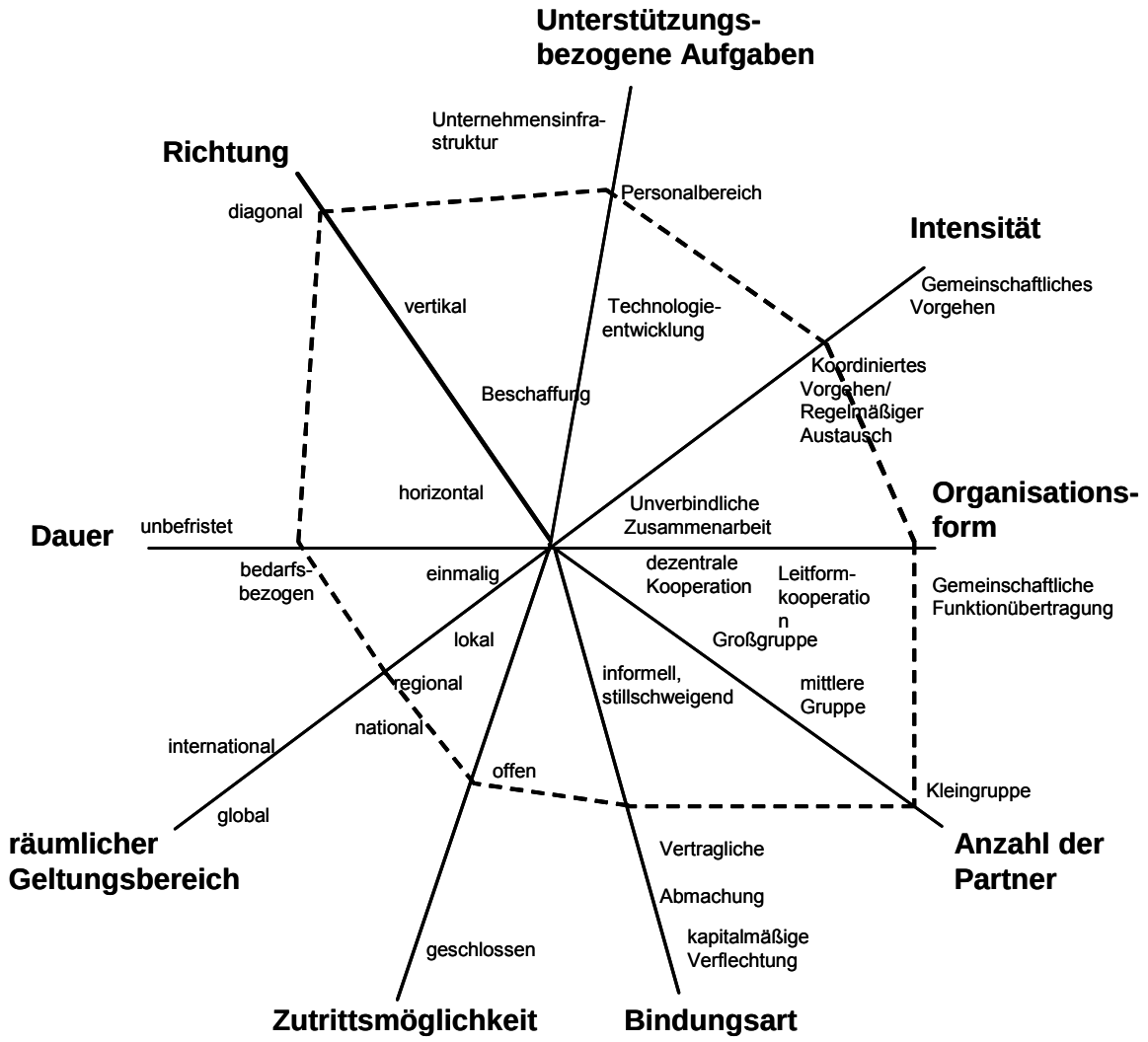


Abbildung 1: Beschreibung des Unternehmensnetzwerkes „NeLePha“ mit Hilfe der Gestaltungsdimensionen der Unternehmenskooperation (i.A.a. [Pin01], S. 199)

Das Poolmanagement aus Sicht der Mitarbeiter

Die vorgestellten Ergebnisse stützen sich auf eine schriftliche Befragung der Mitarbeiter eines Kooperationsunternehmens. Es kann dabei zwischen Poolmitarbeitern und den im Betrieb verbliebenen Mitarbeitern unterschieden werden. Der inhaltliche Schwerpunkt liegt auf der Identifizierung von Bedingungen, die bei der Einführung und Umsetzung des Poolmanagements, Einfluss auf die Arbeitssituation sowie auf Merkmale der Person bspw. auf die Zufriedenheit oder die organisationale Bindung zum Unternehmen genommen haben. Mittels ausgewählter Skalen standardisierter Verfahren wurden Aussagen zur Arbeitssituation, zu Merkmalen der Person sowie der Arbeitszufriedenheit und dem organisationalen Commitment erhoben. Da es sich bei den durchgeführten Befragungen um subjektive Erfahrungswerte und Einschätzungen eines vergleichsweise kleinen Kreises von Personen handelt, ist ein Anspruch auf Repräsentativität nicht gerechtfertigt. Vielmehr können aus den Einschätzungen und Meinungen nur Schlussfolgerungen abgeleitet werden.

Die Ergebnisse verweisen darauf, dass das Poolmanagement eine gewisse Stabilität der Beschäftigungsverhältnisse ermöglicht, was sich zum einen positiv auf die Vertrauens-

beziehung zwischen Mitarbeiter und Unternehmen sowie zum anderen positiv auf die Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter auswirkt.

Die Befunde bezüglich der Einschätzung der Zufriedenheit mit der Arbeit verdeutlichen allerdings, dass trotz des hohen Anteils an stabil zufriedenen Mitarbeitern (hohe Werte in den Einschätzungen der Arbeitszufriedenheit „+ AZ“ und geringe Bewertungen in der Resignation „- Res“), fast die Hälfte der Befragten erhöhte Werte in der Resignation zeigen. Davon sind ¾ Stammmitarbeiter, die bisher noch nicht an einem Austausch teilgenommen haben.

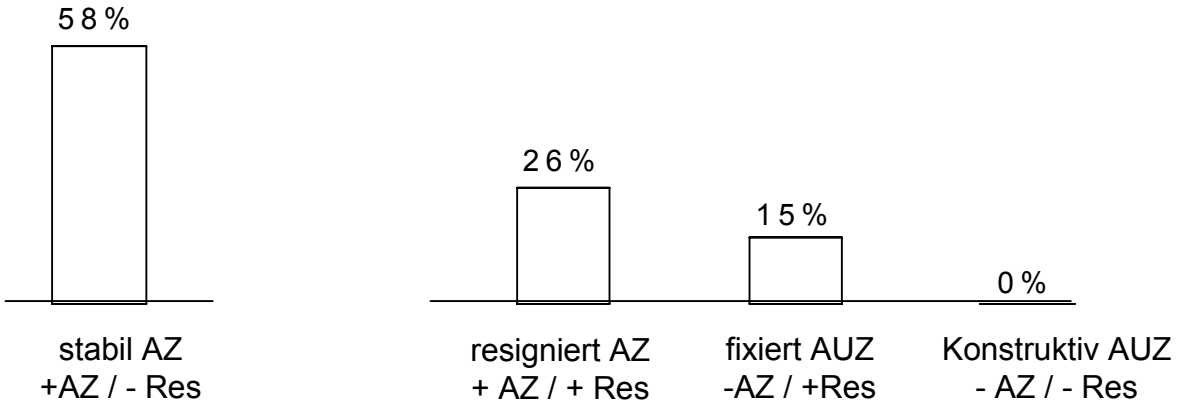


Abbildung 2: Klassifikation in Typen der Arbeitszufriedenheit für die untersuchte Stichprobe bestehend aus Stamm- und Poolmitarbeitern (nach [Bru74])

Es wird vermutet, dass die Ursachen in Bedingungen der Arbeitssituation begründet liegen. Obwohl alle Befragten die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgaben im Unternehmen als durchschnittlich einschätzten, sind die Abweichungen im Erleben der gegenwärtigen Arbeitssituation von den Ansprüchen an diese bei den Stammmitarbeitern im Bereich des Tätigkeitsspielraums deutlich höher als bei den Poolmitarbeitern. Auch gaben die Stammmitarbeiter bei der Bewertung der Lernunterstützung durch die Organisation an, dass sie gegenüber den Poolmitarbeitern vor allem eine geringere Anerkennung der Selbstständigkeit erleben. Diese Unterschiede im Erleben der Arbeitsituation könnten mit dem Poolmanagement in Verbindung gebracht werden. Die Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit neuen Aufgaben kann ein Lernen in der Arbeit auslösen und somit eine bestehende Differenz zu den Ansprüchen an die Lernhaltigkeit der Arbeitsaufgabe senken. Der Austausch von Mitarbeiter zwischen verschiedenen Unternehmen kann auch das Erleben einer Unterstützung beim Lernen durch die Organisation positiv beeinflussen. So gaben die Poolmitarbeiter eine höhere Anerkennung selbstständigen Handelns an. Der Austausch wird von dem überwiegenden Teil der Poolmitarbeiter als eine Bereicherung empfunden. Damit wären auch die Befragungsergebnisse bezüglich der eingeschätzten höheren Lernmotivation und der höheren Eigenaktivität beim Lernen gegenüber den Stammmitarbeitern erklärbar. Die Teilnahme am Personalaustausch hat einen positiven Einfluss auf die Lernmotivation und die Eigenaktivität beim Lernen. Die Mitarbeiter sind mit neuen Aufgaben konfrontiert, es ergeben sich neue berufliche Ziele und somit auch neue Entwicklungsmöglichkeiten. Eine erhöhte Eigenaktivität beim Lernen ist somit erforderlich und wird von den Mitarbeitern durch eine, sich im Rahmen des Personalaustausches ergebende, herausfordernde Arbeitsumgebung entwickelt. Da die Ergebnisse nur zu einem Messzeitpunkt erhoben wurden, ist jedoch auch ein zweiter Erklärungsansatz denkbar. Die Auswahl der Poolmitarbeiter hat sich von vornherein auf einen Kreis beschränkt, die dem Austausch positiv gegenüberstanden und den neuen Herausforderungen gegenüber offen waren. Das könnte bedeuten, dass Mitarbeiter ausgewählt wurden, die eine höhere Lernmotivation und eine höhere Eigenaktivität beim Lernen schon vor dem Austausch mitbrachten. Eine eindeutige Klärung dieser Frage ist im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich.

Literatur

[BMW02] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWi: Kooperationen planen und durchführen. Ein Leitfaden für kleine und mittlere Unternehmen. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Berlin. 2002.

[Bru74] Bruggemann, A.: Zur Unterscheidung verschiedener Formen von „Arbeitszufriedenheit“. Arbeit und Leistung, 28, 281-284. 1974.

[Pin01] Pinkwart, A.: Förderung von Innovation in KMU durch Kooperation. In: Meyer, J.-A. (Hrsg.): Innovationsmanagement in kleinen und mittleren Unternehmen. Jahrbuch der KMU-Forschung, München, 2001, S.191-212.

Soft Facts – Hard Problems?

Dr. Matthias Rosenberger, SFB 457, Professur Arbeitswissenschaft und Organisation,
Technische Universität Chemnitz

Abstract

Aller Anfang ist schwer, sagt der Volksmund. Diese Lebensweisheit trifft insbesondere dann zu, wenn vernetzte Partner in konkrete Kooperationen treten. Geht man davon aus, dass die logistischen und betriebswirtschaftlichen Bedingungen optimal hergestellt sind, um Wertschöpfungsprozesse unternehmensübergreifend zu gestalten und geht man weiterhin davon aus, dass alle notwendigen Kompetenzen und Ressourcen an den spezifischen Stellen der Wertschöpfungskette zur Verfügung stehen, bleibt immer noch fraglich, ob an den Schnittstellen der Kooperation die soziale Kohäsion ausreicht, nachträgliche Transaktionskosten zu verhindern, die beispielsweise durch ungeplante Abstimmungsprozesse über Qualität, Zeit, Kosten und Preis oder zwischenmenschliche Konflikte entstehen können. Auf diese Weise können „Soft Facts“ schnell zu „Hard Problems“ werden.

Durch den Rückgriff auf die Repertory Grid Technik nach G. A. KELLY (1955), wurde eine eigene methodische Zugangsweise entwickelt, um aktuelle Orientierungsmuster zu erheben, Diskrepanzen oder Konfliktpotentiale zu erkennen, sowie Gestaltungshinweise zu geben. Diese Forderung formulieren beispielsweise DÍAZ DE LEÓN und GUILD [DGu03: 135]: „What is considered an intangible aspect of such a venture is one that cannot be readily perceived or is not capable of being appraised at an actual or approximate value. Examples of intangible aspects are knowledge, intellectual capital, skills, abilities, beliefs and ideas, among others“.

Vernetzung versus Kooperation

Menschen, die miteinander arbeiten, sollten sich untereinander gut verstehen. Fakt ist, dass unterschiedliche Visionen (Missionen) im Gesamtverbund oder auch in den einzelnen Projekten zu Verständigungsschwierigkeiten führen und Entwicklungsprozesse nachhaltig stören können (vgl. [WWo04: 408, OHK04: 43]). Eindrucksvoll zeigen SAUNDERS, SLYKE und VOGEL (2004) beispielsweise wie sehr die unterschiedliche Zeitwahrnehmung bzw. die verschiedenen kulturellen Zeithorizonte in „global virtual teams“ die Synchronizität des gemeinsamen Handelns und letztendlich den Erfolg eines gesamten Projektes behindern können. VAN DER VEGT und BUNDERSON zeigen in ihrer empirischen Studie über die Bedeutung kollektiver Identifikation auf das Lernen bzw. die Performanz in multidisziplinären Teams, dass eine Expertendiversifikation sowohl negative als auch positive Effekte auf den gemeinsamen Erfolg haben. Sie kommen zu dem Schluss, dass: „Specifically, these results underscore the need to move beyond the simple diversity-affects-performance model in order to think in more complex ways about how and under what conditions a diversity of expertise in groups might promote or inhibit group effectiveness“ [VBu05: 542], (Hervorh. i. Orig.). Für die Realisierung von Wertschöpfungsprojekten bedeutet das, sobald eine Leistungserstellung geplant und realisiert werden soll, müssen sich Partner finden, die aufgrund ihrer Bündelung von Kompetenzen und insbesondere aufgrund ihrer sozialen Kompatibilität in der Lage sind kurzzeitig spezifische Leistungen (Projekt) erstellen zu können. Dabei ist der Ort für den Rekrutierungszugriff sekundär; primär bedeutsam sind laut WILD [Wil02: 550] folgende zwei Problematiken:

1. „Finally different organizations have different stakes in and commitment to a project and therefore uncertainties configure differently for them as do motives to override these uncertainties”.

2. “Individuals in construction projects carry three types of roles: organizational, professional and functional, that is related to their project tasks. These form an arena of communications and social interaction critical to project performance”.

Müssen Menschen also zueinander passen, um in Netzwerken erfolgreich zusammen arbeiten zu können? Diese Frage sollte differenziert betrachtet werden; insbesondere wenn eine kleine jedoch folgenreiche Unterscheidung getroffen wird: Die in der Netzwerkforschung oftmals synonym verwendeten Begriffe Vernetzung und Kooperation sind nicht nur verschiedene Beobachtungs-, und Analyseebenen, die Unterschiedlichkeit besteht insbesondere in der Gewichtung sozialer und kultureller Rahmenbedingungen.

Der Begriff der Kooperation betont ein wechselseitig abgestimmtes Verhalten von natürlichen oder juristischen Personen. Als Kooperation wird die konkrete, zielgerichtete Zusammenarbeit von Menschen, Gruppen und Organisationen bezeichnet. Sie kommt dann zum Tragen, wenn wechselseitig erkannt wird, dass die Zweckmäßigkeit des eigenen Verhaltens vom Verhalten anderer Personen, Gruppen oder Organisationen abhängt und diese Erkenntnis in eine entsprechende zeitlich befristete Verhaltenskoordinierung zum Zwecke einer besseren Zielerreichung einmündet [Koc99: 30f.], (vgl. a. [Vor94]). Wirtschaftliche Kooperation bedeutet demnach, „das auf einen bestimmten Zweck hin abgestimmte Verhalten von Wirtschaftseinheiten, also zwischen einzelnen Personen (Wirtschaftssubjekten), zwischen Personen und Zusammenschlüssen von Personen (Wirtschaftsinstitutionen), sowie auch zwischen Zusammenschlüssen von Personen“ [Boe74: 23]. Eine unternehmerisch kooperative Beziehung liegt dann vor, wenn mindestens zwei voneinander unabhängige Unternehmen zusammenarbeiten und deren Beziehungen über die normalerweise ablaufenden, auf Tausch beruhenden Geschäftsbeziehungen hinausgehen [Bel93: 94]. Der Kooperationsbegriff sollte daher erst bemüht werden, wenn über koordiniertes Verhalten hinausgehend, dass auch unbewusste Aktionen einschließt, ein bewusstes, d. h. zielgerichtetes Handeln von Wirtschaftseinheiten auf einen gemeinsamen Zweck hin zu beobachten ist (vgl. [Bal98: 16]), wobei die jeweiligen Einzelaktivitäten der beteiligten Einheiten durch Verhandlung und Abmachungen koordiniert werden müssen [Sch98: 25, Boe74: 22]. Zusammenschlüsse, die nicht auf dem Prinzip der Freiwilligkeit beruhen, werden ausdrücklich ausgeschlossen [Vor94: 30].

Allen Kooperationskonzepten gemeinsam ist ein zentrales Kennzeichen: Die Abstimmung über ein gemeinsam zu verfolgendes Ziel [Her02: 10, Bal98: 16]. Im Zentrum der Aktionen steht dabei in der Regel ein gemeinsam zu erstellendes Arbeitsprodukt [Sch98: 25]. Kooperation kann in diesem Sinne als eine Struktur von kommunikativ vermittelter Verständigung bezeichnet werden, wobei es vorrangig um eine allgemeine Konvektivität gehen muss und nicht unbedingt um übereinstimmende Präferenzen. Mit Verständigung ist nicht die Übereinstimmung in jeder Hinsicht gemeint, sondern eher, dass eine Vorgehensweise abgestimmt und institutionalisiert wird, in der Unstimmigkeiten und Konflikte abgearbeitet werden können; eine Struktur, die kooperatives, zielgerichtetes Handeln unterschiedlicher Akteure zulässt.

Eine realisierte Kooperation ist demgemäß nicht mit einem Netzwerk gleichzusetzen. Netzwerke bilden die Möglichkeit, wirtschaftsbezogene Kooperationsbeziehungen entstehen zu lassen. Sie stellen eine Beziehungsstruktur dar, die system-, d. h. kooperationsinduzierende Wirkungen entfalten kann, aber nicht muss [Ade04: 286ff], (s. a. [Bur01]), [LFH01]). Die jeweilige Charakteristik von Netzwerk und Kooperation wird auf der Basis der Unterscheidung zwischen den sozialen Beziehungen, sowie den individuellen Kompetenzen als Qualifikation (Potentialität) und deren tatsächlichen Manifestation in Form von Struktur und Handlung (Materialisierung) (Bei ADERHOLD/MEYER [AMe03: 155] wird eine ähnliche Unterscheidung vorgenommen, jedoch werden andere Begriffe verwendet. Das Netzwerk wird auch dort als “Potentialität” bezeichnet, die Kooperation als “Aktualität” vernetzter Beziehungen. Diese inhaltliche Unterscheidung wird ebenfalls innerhalb des Teilprojektes A4 im Sonderforschungsbereich 457 an der TU Chemnitz getroffen (s. [LMA+00]).) abgeleitet.

Ein soziales Netzwerk wird im Allgemeinen als ein Gefüge, bestehend aus unterschiedlichen sozialen Relationen zwischen Akteuren oder Akteursgruppen betrachtet [Nel01, Kap00, Jan99, Sch84, Mit69]. Im Fall von Unternehmensnetzwerken konstituieren nicht mehr einzelne Individuen ein als Netzwerk bezeichnetes Beziehungsgeflecht, sondern es treten auch Unternehmen als identifizierbare Akteure in Erscheinung. Rechtlich selbstständige und formal unabhängige Unternehmen koordinieren ihre Aktivitäten mit der Folge, dass sich höchst unterschiedliche Formen der kooperativen Zusammenarbeit ergeben. Die häufigste Variante ist sicherlich die Installation so genannter Zuliefererverhältnisse, die sowohl als Netzwerk oder auch als zwischenbetriebliche Kooperation (z. B. [EWe99]) gedeutet werden. Aber auch Joint Ventures, überbetriebliche Forschungsvorhaben oder strategische Allianzen werden dem Typus der Unternehmensnetzwerke zugeordnet. Das Kriterium, das auf die Existenz von Unternehmensnetzwerken hindeutet, besteht darin, dass bislang unabhängig agierende bzw. autonome Unternehmen eine Zusammenarbeit anstreben, die auf eine gemeinsame Zielverfolgung der autonomen Unternehmen hinausläuft.

Das Konzept der kompetenzzellenbasierten Vernetzung im Sonderforschungsbereich 457 an der TU Chemnitz bedient die Unterscheidung zwischen Netzwerk und Kooperation mittels dem Vorgehensmodell des kompetenzzellenbasierten Vernetzung (Abbildung 1).

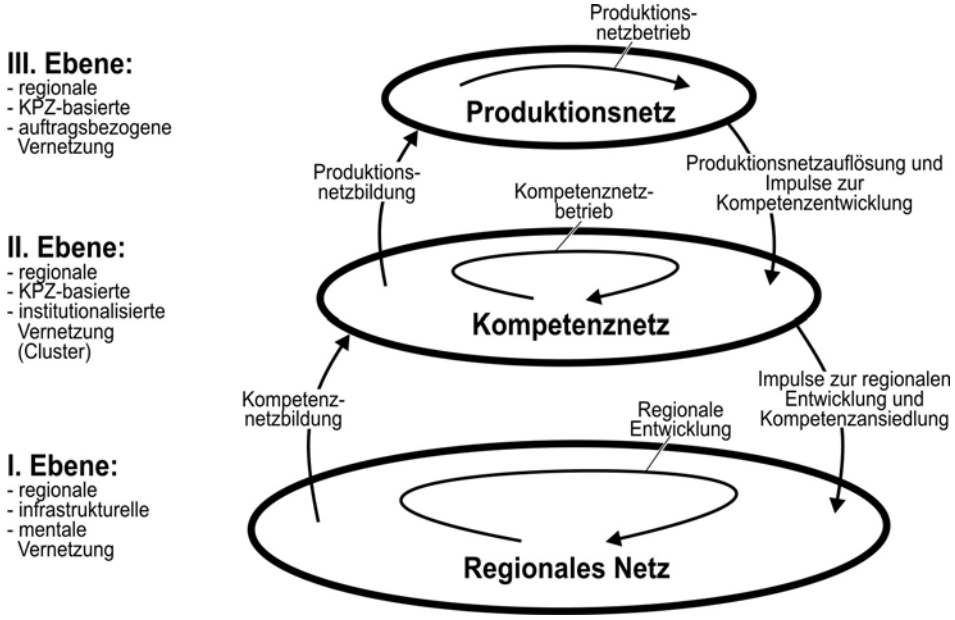


Abbildung 1: Vorgehensmodell

Demnach bestehen Unternehmensnetzwerke aus mindestens drei Beobachtungs-, und Analyseebenen (Drei-Ebenen-Netzwerk). Die unterste Ebene repräsentiert die Region, respektive den Suchraum für potentielle Partner. Die zweite Ebene entspricht dem institutionellen Kern der Vernetzung und die oberste Ebene den wertschöpfungbezogenen Kooperationen. Jede Ebene symbolisiert damit den unterschiedlichen Grad der Vernetzung, wobei die mittlere Ebene eine Art Zwitterstellung einnimmt, da hier sowohl kooperative als auch netzwerkspezifische Koordinationsmechanismen wirken.

Verständnis setzt Verständigung voraus

Betrachtet man den Menschen als Individuum in Drei-Ebenen-Netzwerken, lässt sich feststellen, dass neben höheren fachlichen Anforderungen vor allem sozial Integrationshürden die wertschöpfungsbezogene Partnerschaft belasten. Drei-Ebenen-Netzwerke unterliegen unüberschaubaren sozialen Dynamiken, die es dem Einzelnen schier unmöglich machen, sich auf bestehende Strukturen zu verlassen, wie sie in strukturell hierarchischen Unternehmens-

formen vorherrschen [Pri99: 10, KRR97: 147ff, Hil97a: 89]. In Netzwerken fehlen strukturell determinierte Regeln, dauerhafte Entscheidungsinstanzen und klare Kommunikationswege. Sie prägen den institutionellen Charakter von Organisationen in Form von mehr oder weniger festgelegten Rahmenbedingungen. Nach BERGER und LUCKMANN findet Institutionalisierung statt, „sobald habitualisierte Handlungen durch Typen von Handelnden reziprok typisiert werden“ [BLu96: 58f.]. Je klarer die wahrnehmbare Institution einer Organisation ist, desto weniger Aufmerksamkeit muss das Individuum für die Institutionalisierung aufbringen, und wird sich besser im Umfeld seines Wirkens zurechtfinden [MSi76: 9 u. 147ff].

In traditionellen, prinzipiell hierarchisch aufgebauten Organisationen sind offizielle Informations- bzw. Weisungskanäle für jeden jederzeit nachvollziehbar; sie haben sich institutionalisiert. Jeder Mitarbeiter kann aufgrund seiner Stellenbeschreibung seine Aufgaben erledigen und beruhigt auf das Funktionieren der Gesamtorganisation vertrauen [Gid95: 109ff, LSy94: 177ff, Luh89: 51ff]. Militärisch organisierte Institutionen unterstützen die Zugehörigkeit und hierarchische Stellung durch sichtbare Symbole wie z. B. Uniformen und Rangabzeichen. In virtuellen Unternehmen wird der hierarchische Charakter von Organisationen auf den Kopf gestellt (Abbildung 2).

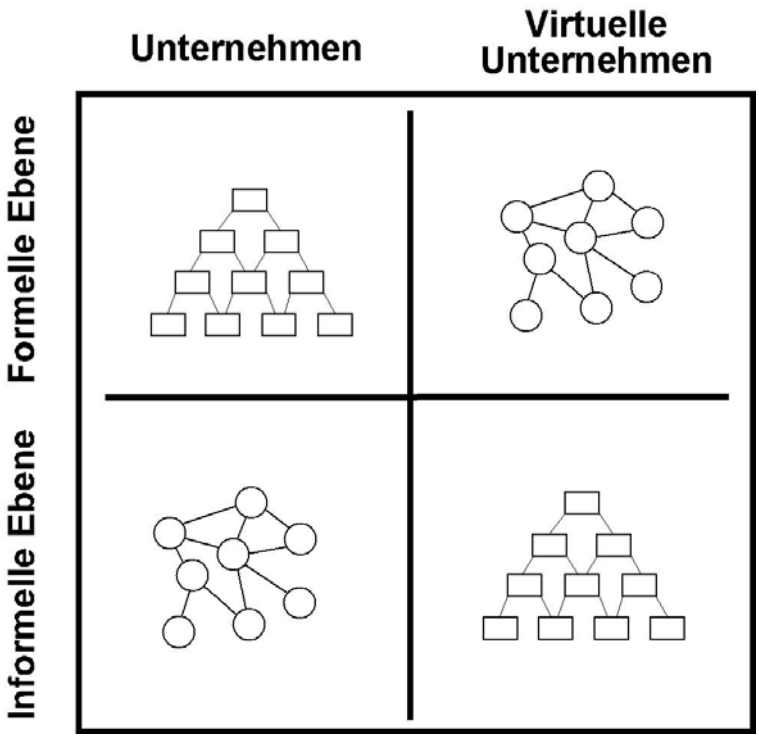


Abbildung 2: Paradoxie Institutioneller Hierarchien

Die unberechenbare fluide Gestalt des Drei-Ebenen-Netzwerkes kann festgelegte Aufbau- und Ablaufstrukturen nur bedingt herstellen, an denen sich die Menschen orientieren können. Die besondere Schwierigkeit der im Sonderforschungsbereich 457 propagierten hierarchielosen Vernetzung besteht daher in der konzeptionellen Auflösung hierarchischer Kernelemente traditioneller Unternehmensformen, was zu einer Entkopplung struktureller Macht und dadurch zu erhöhter sozialer und kommunikativer Komplexität führt (vgl. a. [Kla02: 49]), [BMi96: 124f]. Wer nicht geführt wird, führt sich selbst oder tut nichts [KSc05:], (vgl. [Sim98: 256]). Die ständige Unsicherheit über die Stellung und Entwicklung des eigenen Unternehmens im Netzwerk, die Stellung und Entwicklung der Partner und die Stellung bzw. Entwicklung des Netzwerkes insgesamt, ist nicht nur für Führungskräfte relevant. Je weniger institutionalisierte Instanzen bestehen, je mehr Verantwortung jeder Einzelne im Prozess der Wertschöpfung erhält, desto wichtiger ist es für jeden Beteiligten, den Überblick über das gesamte Geschehen zu behalten. Nach HILLIG gehören daher auch die Fähigkeiten Selbstorganisation zuzulassen, Beobachtungsfähigkeit, das so genannte “Shared-Understanding“, Vertrauensfähigkeit und

Konfliktfähigkeit zu den minimalen Determinanten für erfolgreiche Kooperationen zwischen Unternehmen [Hil97b: 208]. Internetbasierte Steuerungs- und Koordinationsplattformen helfen hier ein Stück weiter. User können per Internet Aufträge abrufen oder anbieten, die Finanzen kalkulieren und bei besonders ausgeklügelten Systemen auch die notwendigen fachlichen Prozesse zur Gestaltung von Wertschöpfungspartnerschaften unternehmensübergreifend planen und gestalten (vgl. [SOd99]). Soziale Prozesse können mit Internetplattformen jedoch nicht abgebildet werden: „But the technology itself is not the answer to the myriad problems of working across geographical and cultural boundaries. The ultimate answers to these problems remain in the realm of human and organizational relations" [OJo94: 74f].

Interaktive Parallelprozesse zwischen Netzwerkakteuren auf der einen Seite und Kooperationsakteuren auf der anderen Seite sind genauso möglich wie divergierende Entwicklungen. Im Prinzip können sich die Partner eines Netzwerkes jederzeit entschließen, Kooperationen mit Akteuren weiterer Netzwerke zusammenzuschließen, und damit in opportunistischer Weise die ideelle Zugehörigkeit direkt unterlaufen. Jeder neue Impuls zur Gestaltung einer spezifischen Kooperationsstruktur steht im direkten Wettbewerb mit vielen weiteren Möglichkeiten der Strukturierung von potentiellen Partnern entlang einer spezifischen Wertschöpfungskette (vgl. [Ade02: 18]). Jederzeit können sich Partner entschließen, die Kooperationsstruktur zu umgehen und direkte Partnerschaften beschließen, als „Einzelkämpfer" agieren oder eine neue, eigene Form von Kooperation eingehen.

Das komplexe Zusammenspiel aus (kollektivem) Darwinismus als Selektionsmechanismus und individuellem Opportunismus als Wettbewerbsstrategie wird von SCHOLZ (2001/1999) als ein neues Szenario im Berufsleben prognostiziert. Unter dem Begriff „Darwiportunismus" subsumiert er zum einen die derzeitige Tendenz zunehmender Selektionsstrategien im Wettbewerb nach dem evolutionären Paradigma des „survival of the fittest" und zum anderen die dadurch entstehenden opportunistischen Verhaltensstrategien wirtschaftender Akteure (vgl. [Sch01: 24f]). Er geht davon aus, dass im Wettbewerb um die Gunst des Kunden oder die Wahl von Partnerschaften im Wirtschaftskontext nur diejenigen bestehen, die sich an die externen und internen Rahmenbedingungen am besten angepasst haben. Kernkompetenzen spielen hierbei eine maßgebliche Rolle, radikale Kostenminimierung und Flexibilisierung lösen Sicherheitsstreben ab. „Wer intellektuell und physisch schwach ist, hat keine Erfolgschance" [Sch01: 24].

Unter dem Begriff Darwiportunismus führt SCHOLZ damit einen evolutionsbiologischen Ansatz in die wissenschaftliche Debatte um das Konzept des VU ein. Ein wichtiges Prinzip ist demnach die Auslese (Selektion). In einer Population „überleben" nur diejenigen, die in einer gegebenen Situation die am besten angepassten Eigenschaften (Kompetenzen, Orientierungsweisen etc.) besitzen. „Dies erfordert zum einen", so SCHOLZ, „eine Auswahlregel, die kollektiv auf eine Gruppe von Einheiten Anwendung findet und zum anderen einen Marktmechanismus, der Selektion mit unmittelbaren Konsequenzen verbindet". Der diesem Phänomen zugrunde liegende Darwinismus ist in diesem Sinne ein kollektives Prinzip, da eine Vielzahl von Einheiten (Netzwerke, Kooperationen, Unternehmen, Individuen) dem gleichen Prozess der >(Aus)selektion< unterzogen werden, der von einem übergeordneten System initiiert wird [Sch01: 24]. Stellt sich heraus, dass eine bestimmte Kernkompetenz nicht mehr am spezifischen Markt gebraucht wird, zeigt sich die zweite Komponente des darwiportunistischen Prinzips: „...die individuelle Handlungsannahme des Opportunismus. Individuen handeln so, dass ihr eigener Vorteil im Mittelpunkt steht und sich bei ihnen ein Anreiz-Beitrags-Gleichgewicht einstellt" [Sch01]. In dynamischen Umwelten streben Individuen danach, alle ihnen zur Verfügung stehenden Attribute wie Partner, Organisationen oder auch Situationen zu instrumentalisieren und dem eigenen Vorteil entsprechend auszunutzen. „So dass im Extremfall ihr eigener Vorteil selbst dann im Mittelpunkt steht, wenn es dem Unternehmen schadet" [Sch01: 25]. Diese Entwicklung ist im Umfeld virtueller Unternehmensstrukturen besonders drastisch ausgeprägt. Loyale Bindungen stehen Beschäftigungs- und Marktwerten diametral gegenüber.

Darwiportunismus bedeutet für Unternehmensnetzwerke eine sehr ernstzunehmende Problematik. Durch den eher fluiden Charakter von Prozessen und Strukturen werden sowohl opportunistisches Verhalten als auch Selektionsmechanismen hinsichtlich benötigter Kernkompetenzen geradezu katalysiert. Marktprinzipien führen zu radikalen Selektionsmechanismen, hochqualifizierte Fachkräfte, mit spezifischen Wissen und überlebenswichtigen Kernkompetenzen müssen – auch in konjunkturschwachen Perioden - im Netzwerk gehalten werden, während diese sich natürlich entsprechend ihrem jeweiligen Marktwert am Markt orientieren.

Der ungezähmten Zähmung – Hierarchielosigkeit steuern

Ohne gewisse Festlegungen in Form von Regeln, Standardisierungen und Normierungen in sozialer, wirtschaftlicher, organisatorischer, rechtlicher und technischer Hinsicht sind Unternehmensnetzwerke nicht zu realisieren und auf Dauer zu stabilisieren [Sch02: 29, SSü00: 82ff, Mül97: 66], (vgl. a. [WDe98, SVa94]). Ihre eigentliche Stärke ziehen Netzwerke erst aus der dynamischen Verknüpfung von unabhängigen Unternehmenseinheiten, was ohne eine infrastrukturelle Absicherung kaum auf Dauer funktionieren dürfte. MÜLLER-STEVENS meint daher, dass mit dem Aufbau von Netzwerkorganisationen vornehmlich auf die Verbesserung des gesamten, entlang dem Verdichtungsprinzip ablaufenden Wertschöpfungsprozess abgezielt wird [Mül97b: 14f]. Die Organisation wird nicht als eine Ansammlung von Funktionseinheiten, Ländergesellschaften, Profit Centern o. ä. betrachtet, sondern als Ansammlung von voneinander abhängigen Prozessen, die zerlegt, und je nach arbeitsteiliger Neuzuordnung und Partnerwahl rekonfiguriert werden kann. Damit wird die Aufbauorganisation in ihrer Bedeutung zurückgedrängt „bzw. benötigt die Kontrollhierarchie einen strukturellen Wandel ihrer Machtbasen.“ [Mül97b: 14].

Die Realisation einer projektbasierten Wertschöpfungskette stützt sich dabei auf eine geeignete Auswahl von Kompetenzträgern aus dem Pool des Kompetenznetzes (Potential), die weitestgehend selbstständig Projekte bearbeiten, indem sich aus diesem Pool heraus eine temporäre Projektgruppe (Kooperation) bildet und eigenständig die Planung, Ausführung und den Abschluss des Projektes realisiert. „Auf funktionsfähige Prozesse und sinnvolle Prozessketten – und nichts anderes - muss die Gestaltung der Organisation heute ausgerichtet sein...“ [DLa94: 44] - bzw. sich permanent entwickeln [LJa00: 151ff]. Diese neuartigen Organisationskonzepte zur Optimierung von Unternehmensprozessen (Dezentralisierung, Regionalisierung, Profit-Center-Organisationen, Holding-Struktur, Lean Production, Lean Management, Projekt-Organisation, Total Quality Management) finden sich meist in eher technisch angelegten Gestaltungs- bzw. Beratungskonzepten wieder (vgl. [BBE+04] [Tel04], LJa00]), (s. a. [OFr96]).

Im kontinuierlich veränderbaren Wertschöpfungsrahmen eines Kompetenzzellennetzwerkes – und das soll an dieser Stelle festgehalten werden - sind strenge und feste Abläufe eher die Ausnahme. In Kompetenzzellennetzwerken haben wir es vielmehr mit Projekt- bzw. mit Einzelfällen zu tun, die in Form und Umfang teilweise eine radikale Neuausrichtung bestehender Prozessketten bedeuten kann. An dieser Stelle greifen starre Planungskonzepte nicht mehr. In Kompetenzzellennetzwerken steht die Plan- und Strukturierbarkeit fester Prozessfolgen sowie deren Aufgabenvielfalt und Determiniertheit nicht fest. Man kann sogar davon ausgehen, dass jedes Projekt neue Partner des Gesamtnetzes in unterschiedlichen Konstellationen für spezielle Aufgaben rekrutiert, welche im Rahmen ihres Produktionsvorhabens einen jeweiligen spezifischen Wertschöpfungsprozess neu gestalten müssen. Ansonsten verzichtet man auf spezifische Vorteile des Netzwerkes: Vor allem bezüglich einer exzellenten Kompetenzbündelung, da nur die besten Partner zusammengebracht werden (Eliteprinzip) und auf Effizienzvorteile, da auf Doppelkapazitäten verzichtet werden kann (vgl. [Rei96: 198f]). Auf Routinen kann im seltensten Fall zurückgegriffen werden. Empirische Befunde belegen, dass der Zeitpunkt zur Planung des Arbeits- bzw. Produktionsvorhabens meist erst kurz vor der eigentlichen Projektarbeit von den Beteiligten mit Hilfe eines Projektleiters besprochen und determiniert wird. In diesem Sinne entstehen im Verlauf der Entwicklung

von Unternehmensnetzwerken stets Herausforderungen für die Akteure, die sowohl hohe Komplexität als auch eine dynamische (In-) Stabilität aufweisen [Ade04, AMe03, SWi98, CWe01, GMa01, Tsa01].

Für die im Kompetenzzellennetzwerk vernetzten Partner stellen insbesondere die individuellen Orientierungen und Verhaltensanpassungen an neue Gegebenheiten eine stete Herausforderung dar. Wie aber lässt sich etwas instrumentalisieren, was nur latent vorhanden bzw. nur indirekt/ex-post beobachtbar und möglicherweise nicht direkt steuerbar ist? Wegen ihres spontanen und informellen Charakters ist es gar nicht so einfach, einen Kooperationsrahmen aufzubauen, zu steuern oder auch nur zu beeinflussen und aufrechtzuerhalten.

Ein derartiges Netz wird in diesem Zusammenhang durch das Kompetenznetz repräsentiert, auf dessen Grundlage sich kooperative Wertschöpfungsgemeinschaften (Projekte) formieren. Die eher temporären Beziehungen in diesen Projekten basieren somit auf den längerfristigen Beziehungen der Mitglieder im Kompetenznetz. Kompetenzen der Bildung und Aufrechterhaltung von Beziehungsnetzen ermöglichen die Potentialität ständig optimierter Projektabläufe durch das Zusammenspiel ordnungsbedingender Sozialfaktoren [Mey02: 112f]:

- Beziehungen unterliegen dynamischen Veränderungen und müssen kontinuierlich entlang der Netzwerkgenese aktualisiert und gepflegt werden.
- Umweltdynamiken müssen frühzeitig erkannt, bewertet und in die Planung bzw. Umsetzung der Projektarbeit integriert werden.
- Die Akkumulationen von latenten Beziehungs- und Persönlichkeitskonflikten müssen permanent bearbeitet und bewältigt werden.

Derlei Informationen sollten dem “Gesamtsystem Kompetenzzellennetzwerk“ jederzeit verfügbar sein. Eine Art personalwirtschaftliche Steuerung über soziokulturelle Bedingungen erscheint obligatorisch. Da Kompetenzzellennetzwerke organisch darauf ausgerichtet sind, permanent neue Projekte zu initiieren, auszuführen, abzuschließen und zu evaluieren d. h. zu verschiedenen Zeitpunkten oder Zeiträumen unterschiedliche konstituiert sind, können letztlich keine allgemeingültigen prozessübergreifenden Strategien für soziale Steuerung von Kompetenzzellennetzwerke vorgeschlagen werden. Verabschieden sollte man sich folglich von der unhaltbaren Vorstellung, es gäbe grundsätzlich Spielräume oder Strukturen, die sich vollständig durchkalkulieren und kontrollieren lassen. Dies gilt insbesondere bezogen auf soziale Systeme wie unternehmerische Organisationen. Generell lässt sich feststellen, dass kein Management die Bildung von Netzwerken anordnen kann.

Je dynamischer und komplexer die Umwelt erscheint, je weniger institutionalisierte Regeln und Strukturen für das Individuum erkennbar sind, desto mehr sind Menschen darauf fixiert, Ordnung aktiv zu gestalten (vgl. [Luh89: 5]). Je komplexer und dynamischer beispielsweise Unternehmensstrukturen gestaltet sind, desto deutlicher und bedeutsamer treten diejenigen subjektiven Charakteristika in den Vordergrund, die nicht an rational logischen Einflussnahmen basieren, sondern auf psychologisch bzw. soziologisch relevanten Fähigkeiten und Wirkfaktoren (Soft Facts) ansetzen. Jedwede instrumentelle Unterstützung zur Kooperationsanbahnung muss diese Gegebenheit berücksichtigen.

Jede Partnerzusammenstellung für ein neues Projekt läuft darauf hinaus, in möglichst kurzer Zeit Aufgaben zu verteilen; und darüber hinaus auch Rollen festzuschreiben (z. B. den Auftragsmanager, den Leistungsmanager oder den Controller). Je höher die Wahrscheinlichkeit ist, dass flexible Teams zu ständig neuen Projekten “zusammengewürfelt“ werden müssen, desto schwieriger gestaltet sich die Verteilung der Rollen und damit die Formierung dieser Gruppen. „`The Team´ is equivalent to `the role system´ of a project. If the project role systems are unstable, then `Construing the Team´ is problematic” [Wil02: 345]. HOEHRING, KÜHL und SCHULTZE-FIELITZ betrachten beispielsweise die Homogenität und Heterogenität in der Gruppenzusammensetzung in Entscheidungsprozessen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass

Gruppen, die in Bezug auf Erfahrung, Betriebszugehörigkeit und betriebliche Einbindung eine sehr homogene Mitgliederzusammensetzung haben, dem Risiko ausgesetzt sind, in diesen homogenen Strukturen instabil zu werden. Aufgrund der Unmöglichkeit, Sachfragen durch einen informellen Führer in der Gruppe entscheiden zu können, lassen sich in diesen Gruppenkonstellationen Konflikte häufig nur durch sehr zeit- und ressourcenintensive Abstimmungsprozesse oder durch erhöhtes Engagement von außen lösen. In heterogenen Gruppen sind dagegen die Unsicherheitszonen ungleich verteilt. Daraus ergeben sich Tauschprozesse zwischen den Gruppenmitgliedern, die es für den Einzelnen interessant machen, sich der Gruppenarbeit anzuschließen. Es bilden sich in diesem Fall informelle Hierarchisierungen aus, die Gruppen entscheidungsfähiger machen [HKS01: 348]. Im SFB 457 wurde jahrelang daran gearbeitet, diesen Hierarchisierungstendenzen durch die Entwicklung so genannter „Intelligenter Agenten“ (EVCM, PLANET, IMK) entgegenzuwirken. Aus technischer Sicht erscheint dies auch möglich. Für spezifische, zwischenmenschliche Konflikte ist aber dieser “technische“ Ansatz wenig hilfreich, da dieser Bereich nach wie vor durch direkte Interaktionen zwischen Menschen abgedeckt wird und bei dem ein rein technisches Management System lediglich Assistenzfunktion übernehmen kann (vgl. [HKS01: 45]). Bleibt also nur das “face-to-face meeting“, also die arbeitsbezogene zwischenmenschliche Kommunikation von Mensch zu Mensch mittels persönlichem Gespräch, das wie WEINKAUF und WOYWODE vorschlagen, durch private Kommunikation ergänzt werden kann. Diese persönlichen Gespräche könnten, so schlagen die Autoren vor, beispielsweise im Rahmen informeller Treffen der Partner gepflegt werden, was natürlich mit erheblichen Kosten verbunden ist, da die Partner eines Kompetenznetzes unter Umständen räumlich voneinander entfernt leben [WWo04: 410]. Einen Sinn machen diese Treffen eigentlich nur für diejenigen Partner, die gerade gemeinsam an einem Wertschöpfungsprojekt arbeiten. Für alle anderen wird es schwer begründbar, warum gerade jetzt ein informelles Treffen angezeigt ist. Außerdem müssten diese Treffen in irgendeiner Weise protokolliert werden, da dort ggf. wichtige Informationen über persönliche Ziele und Befindlichkeiten einzelner Partner oder auch latente Konflikte zwischen den Partnern auftauchen können, die dann bei der nächsten Partnerauswahl hinzugezogen werden müssten.

Das Netz-Grid

Netzwerkbasierte Kooperationen bedürfen also gezielte Moderationsunterstützung hinsichtlich Zielfindung und Zentrierung auf gemeinsame Themen in der frühen Normierungsphase [Ade04: 137]. Gegenstand einer solchen Moderation sollte Verständnis sein; Ziel, der Abgleich und ggf. die Differenzierung unterschiedlicher Visionen.

„Verstehen wir uns?“ Ist eine Frage der „kooperativen Modellbildung“ sagt RAEITHEL. Und fügt hinzu, dass soziale Kohärenz immer durch den kommunikativen Austausch „ähnlich konstruierter, komplexer innerer Bilder“ (s. g. symbolisches System) entsteht. Die Komplexität dieser Bilder hängt dabei vom gesamten Umfeld ab, dem ein Mensch ausgesetzt war (und ist). Beim Vormenschen mit aufrechtem Gang ein relativ überschaubares Portfolio lebenswichtiger Dinge: Nahrungsteilung, Obdach und natürliche Werkzeuge. Diese von RAEITHEL als „reproduktiv abgeschlossene Tätigkeitssysteme“ beschriebenen Symbolwelten nahmen bis zum heutigen Tage an Komplexität exponentiell zu, was RAEITHEL zu dem Schluss kommen lässt, dass eine Methode diese Regeln kooperativer Modellproduktion evozieren sollte. [Rae98: 208ff]. Die Nachfrage nach Methoden, die in der Lage sind Wahrnehmungen und Konstruktionen von Menschen in vernetzten Unternehmensverbünden idiosynkratisch zu erfassen und interindividuell vergleichbar auszuwerten ist groß und das Thema hochaktuell (vgl. [HRi05: 12f, AGC03, SVV04, Kös01, Sch01]).

Im SFB 457 wurde auf der Grundlage des Role Construct Repertory Grid [Kel91] ein spezielles Verfahren entwickelt, das Netz-Grid (Eine ausführliche Beschreibung der Methode Netz-Grid wurde bereits veröffentlicht: [Ros06]), mit dessen Hilfe Wirklichkeitskonstruktionen der Partner idiosynkratisch erfasst und über Kennzahlen verglichen werden können. Seine Nützlichkeit liegt

in der prinzipiellen Möglichkeit qualitativ erhobene Daten (Aussagen) in eine quantitative Form zu überführen und damit einem interindividuellen Vergleich zu unterziehen. Repertory Grid Methoden sind Verfahren, die ganz speziell an den theoretischen Prämissen der Theorie der Persönlichen Konstrukte nach KELLY (1991) ausgerichtet sind.

Sidestep: Theorie persönlicher Konstrukte

Die Theorie der Psychologie der Persönlichen Konstrukte von G. A. KELLY wird durch das Grundpostulat: „Menschen antizipieren Ereignisse indem sie ihre Erfahrungen replizieren“ und 11 Hilfssätzen, die dieses Grundpostulat stützen zusammengefasst. Diese Sätze reflektieren die Metapher vom Menschen als Wissenschaftler, die KELLY seiner Theorie zu Grunde gelegt hat. Das theoretische Modell der Psychologie Persönlicher Konstrukte beinhaltet verschiedene Abstraktionsstufen. Die niedrigste Abstraktionsstufe wird durch konkrete Ereignisse (Elemente), wie z. B. einzelne Situationen, Personen oder Marken repräsentiert. Diese natürlichen Ereignisse kann jeder Mensch so betrachten, wie er will. Die Ereignisse selbst haben keine Bedeutung, sondern beanspruchen nur, vorhanden zu sein. Die semantische Struktur zu den Bedeutungsträgern wird vom Individuum aktiv gebildet, um natürliche Ereignisse genau vorherzusagen.

Die abstraktere Ebene umfasst die Konstrukte, die für einen Menschen die einzige Möglichkeit darstellen, die Welt zu strukturieren. Sie führen zu Verhaltenskonsequenzen und können implizit als Handlung umgesetzt werden oder auch explizit formuliert werden. Oftmals sind sie vorsprachlich (bzw. transverbal). Konstrukte sind dichotome Einheiten, die dazu dienen, die vorhandenen Bedeutungsträger in sich ähnlichen bzw. sich unterscheidenden Gruppen zu sortieren, z. B. in feindliche vs. freundliche Personen. Diese Unterscheidung verankert sich dann als eine dichotome Abstraktion, die unabhängig von den Ereignissen existiert, die sie veranlassten. Durch diese Abstraktion wird die Wahrscheinlichkeit anderer ähnlicher Erscheinungen unter den zukünftigen Ereignissen vorausgesagt. KELLY selbst insistiert auf der Feststellung, dass es vom psychologischen Standpunkt aus keine anderen als dichotome Denksysteme gibt. Eine Ähnlichkeit festzustellen bedeutet, bewusst oder unbewusst, immer auch die Heranziehung eines differenzierenden Kriteriums (Gegensatz). Sollten nur Ähnlichkeiten wahrgenommen werden, so wäre die Realität eine ununterbrochene Kette von monotonen Erscheinungen; sollten nur Unterschiede wahrgenommen werden, so wäre die Realität ein Chaos von unwiederholbaren Erscheinungen. Die Konstrukte stellen gleichzeitig Ähnlichkeiten und Unterschiede fest und ordnen die Ereignisse bestimmten Kategorien zu. Ein Konstrukt ist immer dichotom, beinhaltet also zwei Pole. Die Bedeutungsträger, auf die durch das Konstrukt Bezug genommen wird, sind, wenn sie auf einem Pol liegen, diesbezüglich einander ähnlich, während die Bedeutungsträger auf den entgegen gesetzten Polen sich unterscheiden. Die Bedeutungsträger entsprechen somit den wahrgenommenen Sachverhalten, das Konstrukt deren Bewertung. Ein Konstrukt kann sich einem anderen Konstrukt unterordnen. Als Beispiel führt Kelly an, dass das Konstrukt “gut vs. schlecht” unter anderem die zwei Pole “intelligent vs. dumm” subsumieren kann. “Schlecht” schließt alles “Dumme” und anderes mehr ein, und “gut” enthält alles “Intelligente” und mehr. So bildet sich eine Hierarchie von über- und untergeordneten Konstrukten und Konstruktebenen.

Im Sinne der Theorie Persönlicher Konstrukte eröffnen Repertory Grid Methoden einen Einblick in das Konstruktsystem des Individuums. Mit Hilfe des Grid Interviews werden die Befragten aufgefordert, Unterscheidungen zwischen Objekten ihrer Erfahrung (Elemente) zu bilden, die in einer Datenmatrix (daher der ursprüngliche Name Grid = Netz, Gitter) in Form von kurzen Beschreibungen (Begriffe) festgehalten werden. Abschließend werden dann die Bedeutungsträger mit Hilfe einer Skalierungsvorgabe vom Befragten bewertet.

Moderation der Kooperationsanbahnung mit dem Netz-Grid

Mit dem im SFB 457 neuentwickelten Befragungsinstrument Netz-Grid lassen sich individuelle Einstellungen von Netzwerkpartnern messen, bewerten und vergleichen. Das Netz-Grid besitzt einerseits den Vorteil eines Interviews, nämlich die Erfassung von individuellen subjektiven Einschätzungen, und andererseits interpersonell vergleichbare Daten zu liefern, vergleichbar mit einem Fragebogen. Die Ergebnisse lassen sich sowohl über einen quantitativen, als auch über einen qualitativen Zusammenhang von Aussagen realisieren.

Das Netz-Grid arbeitet mit einem Repertoire bedeutsamer Bewertungsobjekte (sog. Elemente) aus dem Erleben einer Person, wie Rollen (z. B. Ideale Führungskraft), Gruppen (z. B. Abteilung xy) aber auch Situationen (z. B. Rituale) und Gegenstände (z. B. Produkte). Innerhalb einer standardisierten Befragungsform, werden im ersten Schritt die dichotomen Beschreibungsdimensionen, die so genannten Konstrukte ermittelt (z. B. gut vs. böse, innovativ vs. traditionell). Im Prinzip sind diese Begriffe polarisierte Meinungsäußerungen, die für den Befragten den Bereich der Elemente gut umschreiben. Im zweiten Schritt erfolgt eine Bewertung der Elemente anhand einer vorgegebenen Einschätzungsskala, so dass am Ende ein Gitter mit Zahlenwerten entsteht. Ausgegeben werden schließlich sowohl statistische Werte (Mittelwerte, Erfüllungsgrad, Standardabweichung, etc.) als auch eine animierter drei-dimensionaler Beurteilungsraum zur visuell-intuitiven Auswertung (Abbildung 3) (Die hier gezeigte Abbildung wurde im Rahmen einer empirischen Studie im Netzwerk „Netz50plus“ mit eigener Software erstellt.).

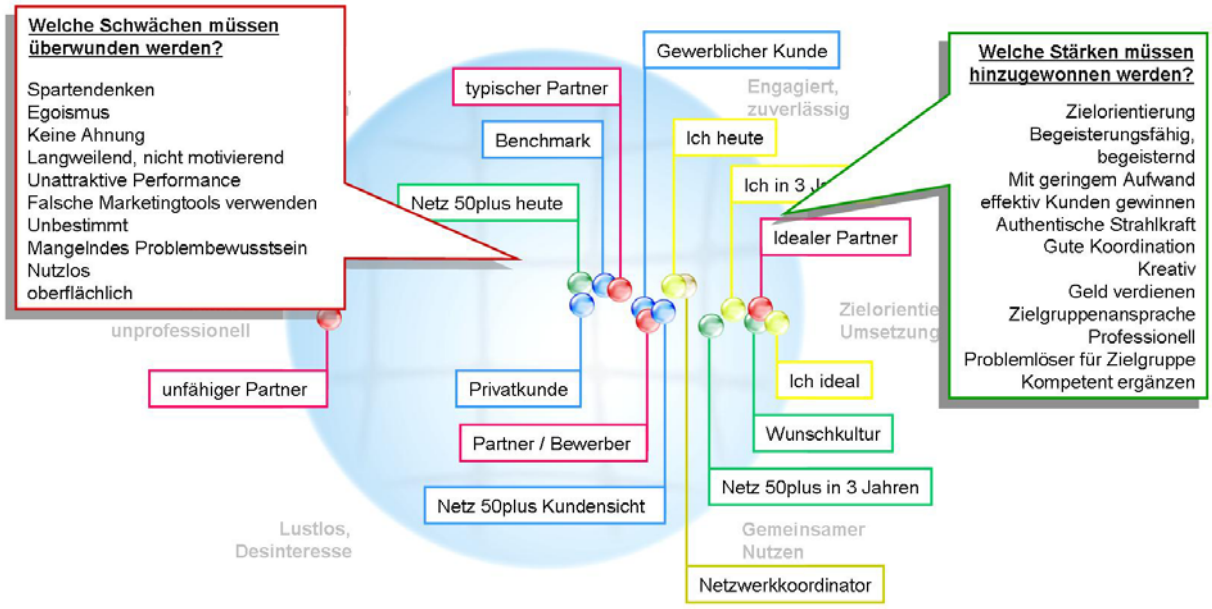


Abbildung 3: Hauptkomponentenraum über die Aussagen der befragten Partner im „Netz50plus“

Der in Abbildung 3 exemplarisch dargestellte Beurteilungsraum zeigt die mittleren Sichten der Befragten Netzwerkpartner zu den vorgelegten Elementen. Der Raum wird durch die Aussagen der Befragten (Konstrukte) gebildet; Hier durch eine doppelte Hauptkomponentenanalyse, bei der die Zeilen und Spalten des Grids in Richtung Varianzaufklärung auf drei Hauptkomponenten (Raumachsen) reduziert werden, und die Konstrukte mit geringerer Varianz zu diesen Hauptachsen in Beziehung gesetzt. Jede Aussage (Konstrukt) entspricht einer imaginären Achse im drei-dimensionalen Beurteilungsraum. Die Elemente werden als Vektoren in diesen Konstruktraum hinein projiziert.

Die Auswertungsmöglichkeiten dieses Raumes sind vielfältig. Hier ein paar Standards: Je weiter außen ein Element im Raum liegt, desto eindeutiger wurde es von den Befragten

beschrieben. Im vorliegenden Fall (s. A.. 3) liegen „Ich Ideal“, und “Wunschkultur“ sehr weit außen. Die befragten Netzwerkpartner haben folglich eine sehr konkrete Vorstellung über Ihre eigene Entwicklung und die Entwicklung des Netzwerkes. Die benannten Stärken und Schwächen der Netzwerkkultur können anhand der Originalaussagen abgelesen (s. Sprechblasen in Abb. 3). Für jedes Element lassen sich demnach mittels Trichterfangwerkzeug die jeweiligen Beschreibungsdimensionen (Konstrukte) der Befragten betrachten und analysieren. Ähnlichkeit und Unterschiedlichkeit der Elemente können anhand von Distanz- und Winkelmaßen abgelesen werden. Zum Beispiel werden die Elemente „Netz50plus heute“ und „Netz50plus in 3 Jahren“ sehr unterschiedlich wahrgenommen, was dem antizipierten Entwicklungspotential des gesamten Netzwerkes entspricht.

Nutzen für das Netzwerk

Im Tagesgeschäft eines Netzwerkes ist der Aufwand zu hoch, um aufwendige Befragungen permanent durchzuführen. Werden qualitative Befragungen durchgeführt, wie beispielsweise leitfadengestützte Interviews, sind nicht nur die Befragung selbst sondern auch die Auswertung und die Interpretation der Daten mit großem Aufwand verbunden. Werden standardisierte Verfahren eingesetzt (z. B. Fragebogenbatterien), können nur oberflächlich vordefinierte (Alltags-)Formulierungen abgefragt werden, die zwar mit Korrelations- oder Regressions-analysen mathematisch präzise berechnet werden können, deren Aussagewert jedoch sehr begrenzt ist. Eine Kopplung beider Ansätze (sog. Triangulation) erfordert umfassende methodische und methodologische Fachkenntnisse, sowohl von den Entwicklern, als auch von denjenigen, die die Befragungen durchführen. Im Bereich der wissenschaftlichen Forschung ist die parallele Verwendung beider methodischer Ansätze eine geeignete Lösung zur tiefgründigen Analyse komplexer Sachverhalte und hat sich dort auch bewährt. Für die Praxis ist sie jedoch ungeeignet, da der zeitliche Aufwand für die Entwicklung, Durchführung und Auswertung viel zu groß ist und in keinem Verhältnis zum Nutzen für das Virtuelle Unternehmen steht.

Das hier vorgestellte Netz-Grid löst dieses Problem. Mit seiner Hilfe lassen sich soziokulturelle Aspekte in Netzwerken qualitativ erfassen und, mathematisch transformiert, als subjektive Beurteilungsräume (Vernetzungsraum) darstellen. Das Netz-Grid vereint dabei qualitative und quantitative Anforderungen in einer Methode. Jeder Partner bewertet die empirisch begründeten Beschreibungen im Grid selbst. Vorgegeben werden nur die Elemente und die standardisierte Befragungsprozedur. Der zeitliche Aufwand für die Durchführung ist mit ca. 30 Minuten pro Person und Grid nicht sehr hoch. Wird spezielle Auswertungssoftware benutzt, steht ein quantifizierender Vergleich der Ergebnisse relativ zeitnah mit dem Abschluss der Befragung zur Verfügung. Die Akzeptanz der Repertory Grid Befragung ist in der Regel sehr gut.

Literatur

[Ade02] Aderhold, J.: Zur Genese von Netzwerkunternehmen -Bildungsmodalitäten, Strukturierungsweisen und Prozessdynamik. In: Kooperationsentwicklung in zwischenbetrieblichen Netzwerken. Deutscher Wissenschaftsverlag, Würzburg, 2002, ISBN 3-935176-18.

[Ade04] Aderhold, J.: Form und Funktion sozialer Netzwerke in Wirtschaft und Gesellschaft - Beziehungsgeflechte als Vermittler zwischen Erreichbarkeit und Zugänglichkeit. VS Verlag, Wiesbaden, 2005, ISBN 3-531-14367-0.

[AGC03] Ahuja, M.K., Galletta, D.F. Carley, K.M.: Individual Centrality and Performance in Virtual R& D Groups: An Empirical Study. In: Management Science 49 (2003) 2, S. 21-38.

[AMe03] Aderhold, J., Meyer, M.: Netzwerke richtig verstehen - zur Relevanz der Unterscheidung von Potentialität (Netzwerk) und Aktualität (Kooperation). In: Vernetzt planen und produzieren - VPP2001, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksystem, Chemnitz, 2003, ISSN 0947-24495.

[Bal98] Balling, R.: Kooperation. Strategische Allianzen, Netzwerke, Joint Ventures und andere Organisationsformen zwischenbetrieblicher Zusammenarbeit in Theorie und Praxis. Europäische Hochschulschriften, Reihe 5 Volks- und Betriebswirtschaft, Bd. 2099, Frankfurt am Main, 1998, ISBN 3-631-33438-9.

[BBE+04] Bickhoff, N., Böhmer, C., Eilenburger, G., Hansmann, H.-W., Niggemann, M., Ringle, C., Spremann, K., Tjaden, G.: Mit virtuellen Unternehmen zum Erfolg. Springer, Berlin, 2004.

[Bel93] Belzer, V.: Unternehmenskooperationen: Erfolgsstrategien und Risiken im industriellen Strukturwandel. Hampp, München, 1993, ISBN 3-87988-074-3.

[BLu96] Berger, P.L., Luckmann, T.: Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie. Fischer TB, Frankfurt, 1996. ISBN 3596266238.

[BMi96] Bellmann, K., Mildenberger, U.: Komplexität und Netzwerke. In: Management von Unternehmensnetzwerken. Gabler, Wiesbaden, 1996, ISBN 3409122257.

[Boe74] Boetcher, E.: Kooperation und Demokratie in der Wirtschaft. J.C.B. Mohr, Tübingen, 1974, ISBN 3163358810.

[Bur01] Burt, R. S.: Structural Holes versus Network Closure as Social Capital. In: Social Capital. Theory and Research, de Gruyter, New York, 2001, ISBN 0202306445.

[CWe01] Carpenter ,M., Westphal, J.: The stratecig context of external network ties. In: Academy of Management Journal 44 (2001) 4, S. 639-660.

[DGu03] Díaz de León, E., Guild P.D.: Using Repertory Grid to Identify Intangibles in Business Plans. In: Venture Capital, 5 (2003) 2, S. 135-160.

[DLa94] Doppler,K., Lauterburg,C.: Change Management. Den Unternehmenswandel gestalten. 3. Aufl., Campus Verlag, Frankfurt am Main, 1994, ISBN 3-593-35119-6.

[EWe99] Endreß, E., Wehner, T.: Störungen zwischenbetrieblicher Kooperation - Eine Fallstudie zum Grenzstellenmanagement in der Automobilindustrie. In: Management von Netzwerkorganisationen. Beiträge aus der Managementforschung, Gabler, Wiesbaden, 1999, ISBN 3834900974.

[Gid95] Giddens, A.: Konsequenzen der Moderne. Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1995, ISBN 3518288954.

[GMa01] Gnyawali, D. R., Madhavan, R.: Cooperative Networks and Competitive Dynamics: A Structural Embeddeness Perspective. In: Academy of Management Review 26 (2001) 3, S. 431-451.

[Her02] Herbst, C.: Interorganisationales Schnittstellenmanagement. Ein Konzept zur Unterstützung des Managements von Transaktionen. Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main, 2002, ISBN 3631392788.

[Hil97a] Hilb, M.: Management der Human-Ressourcen in virtuellen Organisationen. In: Virtualisierung von Organisationen, Schäffer-Poeschel, Zürich, 1997, ISBN 3-8202-1157-8.

[Hil97b] Hillig, A.: Die Kooperation als Lernarena in Prozessen fundamentalen Wandels. Ein Ansatz zum Management von Kooperationskompetenz. Haupt, Bern, 1997, ISBN 325805602.

[HKS01] Hoering, S., Kühl, S., Schulze-Fielitz, A.: Homogenität und Heterogenität in der Gruppenzusammensetzung - Eine mirkopolitische Studie über Entscheidungsprozesse in der Gruppenarbeit. In: Arbeit 10 (2001) 4, S. 331-351.

[HRi05] Hansmann, K.-W., Ringle, C. M.: Erfolgsmessung und Erfolgswirkung Virtueller Unternehmungen. In: Zeitschrift Führung u. Organisation 74 (2005) 1, S. 11-17.

[Jan99] Jansen, D.: Einführung in die Netzwerkanalyse. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Leske und Budrich, Opladen, 1999, ISBN 3810022624.

[Kap00] Kappelhoff, P.: Der Netzwerkansatz als konzeptueller Rahmen für eine Theorie interorganisationaler Netzwerke. In: Steuerung von Netzwerken. Konzepte und Praktiken, Westdeutscher Verlag, Opladen, 2000, ISBN 3-531-13286-5, S. 25-57.

[Kel91] Kelly, G. A.: The Psychology of Personal Constructs. Rothledge, London, 1991, ISBN: 0415037999.

[Kla02] Klaus, E.: Vertrauen in Unternehmensnetzwerken - Eine interdisziplinäre Analyse. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2002, ISBN 3824477300.

[Koc99] Kocian, C.: Virtuelle Kooperationen im Mittelstand. DUV und Gabler, Wiesbaden, 1999, ISBN 3824490242.

[Kös01] Köszegi, S.: Vertrauen in Virtuellen Unternehmen. Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 2001, ISBN 3824474662.

[KRR97] Krystek, U., Redel, W., Reppegarther, S.: Grundzüge virtueller Organisationen: Elemente und Erfolgsfaktoren, Chancen und Risiken. Gabler, Wiesbaden, 1997, ISBN 3-409-13576-6.

[KSc05] Kühl, W., Schnelle: Laterales Führen. In: Modernes Netzwerkmanagement, Gabler, Wiesbaden, ISBN 3409143351, S. 185 – 212.

[LFH01] Lin, N., Fu, Y-C., Hsung, R.-M.: The Position Generator: Measurement Techniques for Investigations of Social Capital. In: Social Capital. Theory and Research, de Gruyter, New York, 2001, ISBN 0202306445, S. 57-81.

[LJa00] Littmann, P., Jansen, S. A.: Oszillodox - Virtualisierung - die permanente Neuerfindung der Organisation. Klett-Cotta, Stuttgart, 2000, ISBN 3608942076, S. 151ff.

[LMA+00] Lang, R., Moldaschl, M., Aderhold, J., Meyer, M.: Genese und Steuerung von Netzwerken aus organisationstheoretischer, humanzentrierter Perspektive. Sonderforschungsbereich 457 "Hierarchielose regionale Produktionsnetze an der Technischen Universität Chemnitz, 2000.

[LSy94] Loose, A., Sydow, J.: Vertrauen und Ökonomie in Netzwerkbeziehungen - Strukturationstheoretische Betrachtungen. In: Management interorganisationaler Beziehungen. Westdeutscher Verlag, Opladen, 1994, ISBN 3531126865, S. 160-193.

[Luh89] Luhmann, N.: Vertrauen. Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität. 3. Aufl., Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1989, ISBN 3828201482.

[Mey02] Meyer, M.: Soft-Fact-Controlling in virtuellen Unternehmen - Eine empirische Untersuchung mit der Repertory Grid Technik. In: Kooperationsentwicklung in zwischenbetrieblichen Netzwerken. Deutscher Wissenschaftsverlag, Würzburg, 2002, ISBN 3-935176-18-X, S. 109-130.

[Mit69] Mitchell, J. C: Social Networks in Urban Situations. Manchester University Press, Manchester, 1969, ISBN 0719010276.

[MSi76] March, J.G., Simon, H.A.: Organisation und Individuum. Menschliches Verhalten in der Organisation. Gabler, Wiesbaden, 1976, ISBN 3409382119.

[Mül97a] Müller, T.: Virtuelle Organisation. Konzept, Theoriebasis, Möglichkeiten und Grenzen. Universität Konstanz, Konstanz, 1997.

[Mül97b] Müller-Stevens, G.: Auf dem Weg zur Virtualisierung der Prozessorganisation. In: Virtualisierung von Organisationen. Schaeffer-Poeschel, St. Gallen, 1997, ISBN 3-8202-1157-8, S. 1-20.

[Nel01] Nelson, R. E.: On the Shape of Verbal Networks in Organizations. In: Organization Studies 22 (2001) 5, S. 797-823.

[OFr96] Osterloh, M., Frost, J.: Prozeßmanagement als Kernkompetenz. Gabler, Wiesbaden, 1996, ISBN 3446222987.

[OHK04] Orlikowski, B., Hertel, G., Konradt, T: Führung und Erfolg in virtuellen Teams - Eine empirische Fallstudie. In: Arbeit 13 (2004) 1, S. 33-47.

[OJo94] O´Hara-Devereux, M., Johansen, R.: Globalwork - Bridging Distance, Culture and Time. Jossey-Bass, San Francisco, 1994, ISBN 1555426026.

[Pri00] Pribilla, P.: Führung in virtuellen Unternehmen. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft Sonderheft 2 (2000), S. 1–12.

[Rae98] Raeithel, A.: Selbstorganisation, Kooperation, Zeichenprozess. Westdeutscher Verlag, Wiesbaden, 1998, ISBN 3-531-13329-2.

[Rei96] Reiss, M.: Grenzen der grenzenlosen Unternehmung. Perspektiven der Implementierung von Netzwerkorganisationen. In: Die Unternehmung 50 (1996) 3, S. 195-206.

[Ros06] Rosenberger, M.: Soziale Steuerung virtueller Unternehmen. Driesen, Taunusstein, 2006, ISBN 3-936328-54-4.

[Sch84] Schenk, M.: Soziale Netzwerke und Kommunikation. J.C.B.Mohr, Tübingen, 1984, ISBN 3-16-544766-7.

[Sch98] Schweizer, J.: Gelingende Kooperation. Systemische Weiterbildung in Gesundheits- und Sozialberufen. Juventa Verlag, Weinheim, 1998, ISBN 3-7799-1394-1.

[Sch01] Scholz, C.: Virtuelle Teams mit darwiportunistischer Tendenz: Der Dorothy-Effekt. In: Organisationsentwicklung 20 (2001) 4, S. 20-29.

[Sch02] Scholz, C.: Virtuelle Teams - Neuer Wein in neue Schläuche. In: Zeitschrift für Organisation 71 (2002) 1, S. 26-33.

[Sim98] Simons, R.: Steuerungsarchitektur für komplexe Organisationen. In: Komplexität Managen. Gabler, Wiesbaden, 1998, ISBN 3409193162.

[SOd99] Scheer A.W., Odendahl, C.: DEVICE - Elektronische Kooperationsbörse zur kontinuierlichen Gestaltung Virtueller Unternehmen. In: Industrie Management 15 (1999) 5, S. 79-82.

[SSü00] Scherm, E., Süß, S.: Personalführung in virtuellen Unternehmen: Eine Analyse diskutierter Intrumente und Substitute der Führung. In: Zeitschrift für Planung, 14, (2000), 1, S. 79-103.

[SVa94] Smith Ring, P., Van den Ven, A.: Development Processes of Cooperative interorganizational Relationsship (IOR). In: Academy of Management Research 19 (1994) 1, S. 90-118.

[SVV04] Saunders, C., Van Slyke, C., Vogel, D. R.: My time or yours? Managing time visions in global virtual teams. In: Academy of Management Executive 18 (2004) 1, S. 19-31.

[SWi98] Sydow, J., Windeler, A.: Komplexität und Reflexivität - Management interorganisationaler Netzwerke. In: Komplexität Managen. Strategien, Konzepte und Fallbeispiele. Gabler, Frankfurt am Main, 1998, ISBN 3409193162, S. 147-162.

[Tel04] Teller, M.: Controlling zur Evaluation und Steuerung in Netzwerken. Arbeitsstandbericht, Berlin, 2004.

[Tsa01] Tsai, W.: Knowledge transfer in intraorganizational networks: effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance. In: Academy of Management Journal 44 (2001) 5, S 96-1004.

[VBu05] Van der Vegt, G.S., Bunderson J. S.: Learning and perfomance in multi-disciplinary teams: the impotance of collectvive team identification. In: Academy of Management Journal, 48 (2005) 3, S. 532 - 547.

[Vor94] Vornhusen, K.: Die Organisation von Unternehmenskooperationen. Joint Venture und Strategische Allianzen in Chemie- und Elektroindustrie. Peter Lang Verlag, Frankfurt/Main, 1994, ISBN 3-631-46738-9.

[WDe98] Weibler, J., Deeg, J.: Virtuelle Unternehmen - Eine kritische Analyse aus strategischer, struktureller und kultureller Perspektive. In: Zeitschrift für Planung 9 (1998) 2. S. 107-124.

[Wil02] Wild, A.: The unmanageability of construction and the theoretical psycho-social dynamics of projects. In: Engineering, Construction and Architectual Management 9 (2002) 4, S. 345-351.

[WWo04] Weinkauf, K., Woywode, M.: Erfolgsfaktoren von virtuellen Teams - Ergebnisse einer aktuellen Studie. In: Zeitschrift für betriebliche Forschung 56 (2004) 4, S. 393-412.

Lebendige Netzwerkkooperation gestalten - Das Beispiel des KMU-Unternehmensverbundes IMPRO e.V. Osterzgebirge

Dr. Klaus Gersten, T.O.P. GmbH Heidenau / Peter Feine, IMPRO e.V. Glashütte

Zusammenfassung

Das Beispiel des Interessenverbandes Metall- und Präzisionstechnik Osterzgebirge e.V. (IMPRO) zeigt exemplarisch die Erfolgsfaktoren einer organischen Netzwerkentwicklung.

Der Kristallisationskern von IMPRO waren vier Unternehmen, die, ausgehend von jeweils stabilen Marktbeziehungen und klarer Eigenstrategie das Ziel verfolgten, bestehende KMU-Nachteile durch enge regionale Kooperation zu überwinden.

Der Verband vereinigt nunmehr sechzehn KMU mit den Fertigungsschwerpunkten Präzisionsmechanik und Feinwerktechnik zu einem starken regionalen Netzwerk.

Der Erfolg der Netzwerkentwicklung, die erreichte Verbundstabilität, die Steigerung der Umsätze und Arbeitsplatzanzahl beruht auf der schrittweisen Entwicklung unter Berücksichtigung der originären Mitwirkungsinteressen der Mitglieder, ihrer jeweiligen Leistungsfähigkeit, ihren Erwartungen und der Umfeldsituation insgesamt.

Zentrale Erfolgsfaktoren sind Interessenskongruenz und die Schaffung von Vertrauen und Erfolgserlebnissen in einer ergebnisorientierten Arbeitsatmosphäre.

Entsprechend der Schwerpunktsetzung tragen die Mitglieder selbst die Verantwortung für die inhaltliche Verbundarbeit. Dabei werden sie von einem externen IMPRO-Koordinator, der T.O.P. GmbH Heidenau, unterstützt.

Es hat sich gezeigt, dass Führungspersönlichkeiten mit starken moderierenden und Interessen ausgleichenden Fähigkeiten sowie fachlicher Expertise die Entwicklung der persönlichen Netzwerkbeziehungen und die inhaltliche Ausrichtung bestimmen.

Die erfolgreichen Vorgehensweisen werden nun auf weitere Arbeitsfelder übertragen.

IMPRO e.V. - Ziele und Entwicklungsstationen

Verbandstruktur- Mitglieder, Ziel und Aufgaben

IMPRO umfasst derzeit 16 KMU sowie weitere assoziierte Unternehmen. Insgesamt werden ca. 1000 Arbeitnehmer und ca. 90 Auszubildende beschäftigt.

Den Schwerpunkt bilden die Mitglieder der Branche Präzisionsmechanik und Feinwerktechnik, weitere sind ergänzende branchentypische Dienstleister der Region.

Der noch im Jahr 2000 lose Interessenverbund von vier Unternehmen aus dem Osterzgebirge/Müglitztal bei Dresden fungierte als Plattform für Erfahrungsaustausch, Marktbeobachtung und Verbesserung der künftigen Fach- und Führungskräftesituation. Der Verbund wurde zum Kristallisationskern der Entwicklung gemeinsamer KMU-Strategien. Es schlossen sich schnell weitere namhafte, überwiegend familiengeführte Unternehmen der Präzisionsmechanik dem IMPRO-Verbund an. Ein externer Koordinator wurde als Moderator, Organisator und Berater eingesetzt.

Ende 2004 wurde aus dem IMPRO-Verbund heraus der Verein IMPRO e.V. gegründet. Erstes gemeinsames Vorhaben wurde der Aufbau eines „Fachkräftenetzwerkes Präzisionsmechanik und Feinwerktechnik Osterzgebirge“ in Zusammenarbeit mit weiteren Akteuren der Region, z.B. den Berufschulzentren, den Mittelschulen, Arbeitskreisen Schule-Wirtschaft und der Agentur für Arbeit Pirna.

Die positiven Ergebnisse und Kooperationsbeurteilung auf Basis der zielorientierten und mitgliederdifferenzierten Arbeitsweise führten die Mitglieder zu dem Entschluss, künftig gemeinsam ihre Präzisionsmechanikkompetenzen zu präsentieren und zu vermarkten sowie die kooperative Wertschöpfung zu forcieren.

Kommunikation – Personen und Netzwerkatmosphäre

Neben inhaltlichen Zielstellungen sind die direkte Kommunikation der einzelnen Personen und das Schaffen einer vertrauensbasierten Netzwerkatmosphäre Grundlage und Erfolgsfaktor des IMPRO-Verbandes zugleich.

Die Zusammenarbeit von z. T. sehr unterschiedlichen Unternehmerpersönlichkeiten mit ihren jeweiligen Erfahrungen und Erfolgsrezepten erfordert sowohl gegenseitige Achtung und Akzeptanz als auch ein bestimmtes Maß an Vertrauensvorschuss.

Die Bereitschaft, anderen Mitgliedern einen Vertrauensvorschuss zu gewähren und dies gleichermaßen zu rechtfertigen, ist unerlässlich. Hierfür sind Zeit und die persönlich aktive Pflege der Beziehungen erforderlich und durch nichts zu ersetzen.

Die IMPRO-Mitglieder sind sich dieser Zusammenhänge bewusst und passen die Verbandsentwicklung bewusst dieser Erfahrung an, wie sich aus der erfolgreichen schrittweisen IMPRO-Entwicklung ablesen lässt.

Es wird vermutet, dass der enge räumliche Wirkungsbezug sowohl in unternehmerischer Hinsicht als auch des privaten Umfeldes als Ausgleichsfaktor und Entwicklungstreiber zugleich bedeutsam ist.

Immer ist zu berücksichtigen, dass die Verbundarbeit eine freiwillige Leistung, ergänzend zur bisher erfolgreichen einzelbetrieblichen Marktbearbeitung ist und bleiben soll. Ein treibendes wirtschaftliches Kooperationserfordernis besteht also nicht unmittelbar, auch wenn die Vorteile bzw. Synergieeffekte klar erkannt werden.

Aus diesem Grund kommt der Berücksichtigung und Wahrung der einzelbetrieblichen Interessen, Erwartungen und Möglichkeiten herausragende Bedeutung zu.

Kooperation in einem solchen Netzwerk muss also von den Mitwirkenden selbst als vorteilhaft erkannt und dessen Regeln zum gegenseitigen Vorteil respektiert und geschützt werden.

Ein Ausgleich der Interessenrangfolge und Entwicklungsintensität, im Sinne der angemessenen Einordnung in die allgemeine und regionale wirtschaftliche Entwicklung, unabhängig von augenblicklichen „Spots“, wird über die Netzwerkstrukturen geschaffen. So kann die sachliche und zielorientierte Arbeitsweise unter Berücksichtigung und Nutzung gruppendynamischer Prozesse geschaffen und erhalten werden.

Des Weiteren hat sich gezeigt, dass Führungspersönlichkeiten mit starken moderierenden und die Interessen ausgleichenden Fähigkeiten sowie fachlicher Expertise die Ausgestaltung der bisherigen Netzwerkbeziehungen und inhaltliche Fokussierung auf neue Handlungsfelder sehr wesentlich bestimmen. Solche Persönlichkeiten gehören dem Vorstand an.

Zur Unterstützung des Vorstandes wurde die T.O.P. GmbH als begleitender Koordinator verpflichtet. Die T.O.P. GmbH ist von allen Mitgliedern als unverzichtbarer externer Partner, neutral zu deren originären Geschäftsinteressen, anerkannt.

Personalentwicklung – Erfahrungen teilen, Know how sichern

Die Branchenhomogenität im Verband ermöglicht es besonders günstig unternehmensübergreifende Fachkräfte- und Personalentwicklungsstrategien zu verfolgen. Einzelbetriebliche Ansätze können verglichen sowie Zielstellungen und Vorgehensweisen der Beteiligten abgestimmt werden.

Bisherige Erfahrungen und künftige Problemstellungen sowie daraus ableitbare Lösungsideen der Einzelmitglieder sind insbesondere vor dem Hintergrund der demo-grafischen Entwicklung vielfach vergleichbar. In den Verbundarbeitstreffen und in bilateralen Gesprächen werden immer offener und intensiver einzelbetriebliche Problemstellungen diskutiert und individuelle Lösungen gefunden.

Seit 2005 baut IMPRO ein „Fachkräftenetzwerk Präzisionsmechanik Osterzgebirge“ auf. So wurden stabile Beziehungen zu Mittelschulen, regionalen Berufschulzentren und Ausbildungseinrichtungen entwickelt. Ziel ist die verbesserte Praxisorientierung des Schulunterrichtes und der Fachausbildung. Über die verbesserte Ausbildungsmotivation und das Aufzeigen von Berufsperspektiven soll später u.a. die erforderliche schnelle Integration der künftigen Facharbeiter in die hoch spezialisierten Fertigungsprozesse beschleunigt werden.

Grundlage sind auch hier der erreichte Vertrauensstand und das bisherige schrittweise Vorgehen. Zum Beispiel besteht bei spezialisierten Fachkräften bereits heute eine angespannte Wettbewerbssituation. Das Verhalten der Mitglieder bei dieser Problematik ist schon heute ein wichtiger Loyalitätsmaßstab.

Leistungspräsentation, Marktbearbeitung und Fertigungskooperation

Netzwerkleistungen – Praxiserkenntnisse und Vorhaben

Mit dem erreichten Vertrauensverhältnis steigt die Bereitschaft der KMU zur Fertigungskooperation, insbesondere wenn die Eigenkapazitäten überschritten werden.

IMPRO bemüht sich bereits heute, die Kompetenzen und Fertigungsleistungen der Mitglieder und des Verbundes zu präsentieren. Einzelmitglieder können sich an gemeinsamen Aktionen beteiligen und werden organisatorisch unterstützt.

Auf der Basis bisheriger Erfahrungen streben die Mitglieder die Gründung eines regionalen „Präzisions-Zentrums“ zur Leistungspräsentation und Vermarktung an.

Das Zentrum soll künftig eigenständig Marktkontakte schaffen und als zentraler Kundenberater auftreten. Das Zentrum unterstützt die Mitglieder bei konkreten Marktanfragen bzw. Fertigungskooperationen und soll die Leistungserstellung überwachen.

Für potenzielle Kunden verringern sich durch die gemeinsame Außenpräsentation der IMPRO-Mitglieder die Rechercheaufwände und die Entscheidungsprozesse in der Auftragsvergabephase werden deutlich beschleunigt.

Im Netzwerk sollen gleichzeitig mögliche Wettbewerbs- und Kooperationsdefizite der Mitglieder aktiv mit den Beteiligten behoben werden und ergänzende Innovationsprozesse weitere Wettbewerbsvorteile schaffen.

Wandlungsfähigkeit – Marktentwicklungen antizipieren

Großen Raum im Verbund nimmt der interne und externe Wissens- und Erfahrungstransfer, z.B. mit der TU Dresden, ein. Erfolge und Misserfolge werden von Praktikern gemeinsam analysiert, diskutiert und Lerneffekte generiert, frei nach dem Motto: „Wir lernen miteinander und voneinander“.

Durch den intensivierten Erfahrungsaustausch werden aktuelle Entwicklungen und Trends schneller erkannt, Ressourcen gebündelt und Aufgaben verteilt. Das Risiko von Fehlentscheidungen wird verringert, die freien Ressourcen können so gezielter und mit höherer Erfolgswahrscheinlichkeit eingesetzt werden. Der Informations- und Handlungshorizont der KMU hat sich somit spürbar erweitert.

Herausforderungen der Zukunft

Die IMPRO-Strukturen sind weiter zu festigen, die vertrauensbasierte Netzwerkatmosphäre weiterzuentwickeln und Neumitglieder in den Wertekanon einzugliedern.

Gleichzeitig ist intern die weitere Angleichung der Prozesse und Übertragung des „Kooperationsgeistes“ auf die Mitarbeiter und Strukturen der künftig enger zusammenarbeitenden KMU fortzusetzen. Zur Unterstützung wird auch weiterhin der derzeitige Koordinator eingesetzt.

Die Mitglieder sind bereit, eine neue IMPRO-Vermarktungsstruktur zu schaffen, wenn diese gemeinsam wirtschaftlich betrieben werden kann. Sie muss in der Lage sein, künftig komplexe Aufträge mit hohem Wertschöpfungsanteil einzuwerben und die Leistungserstellung im Netzwerk zu begleiten. Im Netzwerk sind Mitnahmeeffekte ohne Eigenaktivitäten und ausreichenden Leistungsbeitrag zu vermeiden, wobei die Leistungsfähigkeit der Beteiligten zu berücksichtigen ist.

Hierzu ist es erforderlich, das Kundenvertrauen in die technische Leistungsfähigkeit und effektive stabile IMPRO-Kooperationsstrukturen zu entwickeln.

Kontakt

Dr. Klaus Gersten, T.O.P. GmbH Heidenau, Siegfried-Rädel-Str. 6, 01809 Heidenau,
TOP.Heidenau@t-online.de, www.TOP-Dresden-Heidenau.de

Peter Feine, IMPRO e.V., Untere Hauptstr. 45, 01768 Glashütte-Ditt.,
koordination@impro-praezision.de, www.impro-praezision.de

Coaching und Consulting als Dienstleistungen der Clusterinitiative Deutschland, Österreich, Schweiz D.A.CH – ein Praxisbericht

Matthias Freitag, Serena Junker, Institut für Systemische Arbeiten, Chemnitz

2005 wurde in Aargau, Schweiz die Clusterinitiative Deutschland, Österreich, Schweiz D.A.CH gegründet. Mitglieder sind Netzwerkmanager, Wissenschaftler und Berater/Coaches mit netzwerkspezifischen Angeboten aus den drei Ländern. Diese Netzwerkinitiative ist ein Kompetenz- und Expertennetzwerk mit Knowhow und Erfahrungen im Aufbau, Betrieb und in der Weiterentwicklung von Kooperationsnetzwerken, Clustern und Virtuellen Unternehmen/Organisationen. Mit tiefen Verknüpfungen zur Praxis sind in der Initiative mehrere Netzwerke und Cluster und Forschungsinstitute vertreten, welche sich seit mehreren Jahren mit der Thematik beschäftigen.

Als erstes Produkt der Initiatoren wurde ein Herausgeberband „Kooperationsnetze der Wirtschaft“ vorgestellt (vgl. [HPS+05]), welcher anhand von 10 Netzwerken / Clustern verschieden Bausteine der Netzwerkentwicklung wie Vision, Strategie, Management, Partner, Marketing, Personalentwicklung, Organisation, Recht, Finanzen, Regionalentwicklung und Kooperationskultur erläutert. Die Publikation wurde personell und finanziell auch durch den von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereich 457 „Hierarchielose regionale Produktionsnetze“ an der Technischen Universität Chemnitz unterstützt, dessen Erkenntnisse in den Band ebenso einflossen, wie auch die Praxisbeispiele wertvolle Impulse für den SFB 457 geben konnten.

Partnernetzwerke von D.A.CH sind:

- www.allitell.ch - Beschaffungsnetzwerk Rohmaterialien und Komponenten
- www.amz-sachsen.de - Cluster Automobilzulieferer
- www.apokop.at - Netzwerk Apotheken
- www.can-suedtirol.it - Branchenübergreifendes Netzwerk Südtiroler Unternehmen
- www.icm-chemnitz.de - Netzwerk Maschinenbau
- www.kitd.de - Netzwerk Informationstechnologie
- www.kunststoff-cluster.at - Cluster Kunststoffe
- www.netzwerk-resas.de - KMU-Netzwerk regenerative Energiesysteme
- www.silicon-saxony.net - Technologie-Cluster Mikroelektronik
- www.swissmicrotech.com - Netzwerk Mikrotechnologie
- www.virtuellbau.ch - Netzwerk Bau, Gebäudehüllen, Innenausbau
- www.virtuellefabrik.ch - Produktionsnetzwerk Mechatronik

Im Herbst 2005 wurde die Initiative vom europäischen Projekt VERITAS angefragt, türkische Maschinenbauunternehmen bei der Initiierung von Netzwerken zu begleiten. Es wurde von einer Gruppe von Beratern und Coaches, Mitglieder der D.A.CH Initiative, die sich selbst gegenwärtig als Netzwerk „Coaching and Consulting Network CoCoNet“ konstituieren, ein Angebot für einen 2-tägigen Workshop in Istanbul erstellt. In ersten Telefonkonferenzen wurde der Stand der Netzwerkentwicklung mit Unternehmern und Beratern vor Ort in Istanbul erhoben und die Bedarfe genau spezifiziert.

Es wurden drei Workshopelemente vereinbart:

- **Information (Berater in der Rolle des Weiterbildners):** In einem Seminarteil sollten die allgemeinen Grundlage der Vernetzungsmöglichkeiten und Netzwerkarbeit erläutert werden, wie z.B.: Basiskonzepte, Organisationsformen, möglich Kosten / Nutzen, Arbeitsteilung, empirische Ergebnisse, Unterstützungs- / Fördermöglichkeiten, Best Practice Beispiele.
- **Consultation (Berater in der Expertenrolle sowohl für Inhalt als Prozeß):** es wurde, bezogen auf die konkreten Ausgangsbedingungen der beteiligten Unternehmen, spezifische Beratungsleistungen erbeten, wie z.B. Zeit- und Kostenrahmen für ein konkretes Vernetzungsprojekt, Organisation, Netzwerkrollen (nach Schuh), Personalbedarf (Einstellen eines Netzwerkmanagers oder arbeitsteilige Bearbeitung).
- **Coaching (Berater als Prozessexperte, Geschäftsführer in der inhaltlichen Expertenrolle):** unterstützt durch eine Prozessbegleitung des Coaches wurden auf Basis des Expertenwissens der Geschäftsführer über ihr Unternehmen und die Branchenentwicklung mögliche Strategien (neue Produkte und Kundengruppen) erarbeitet.

Grundlage des Workshops war ein zuvor erarbeiteter umfangreicher Leitfaden, der sowohl Checklisten für den Prozess der Kooperationsentwicklung, Informationsmodula als auch Methodenanleitungen enthielt (vgl. [FJu05]).

Im Beitrag wird der Workshop in den genannten drei Teilen vorgestellt. Es wird auf die Ausgangslage der Unternehmen eingegangen, wie sie von den Geschäftsführern dargestellt wurde: meist kleine (Familien-) Unternehmen, die größtenteils das gleiche, technisch einfache Produkt (Pumpe) auf dem heimischen Markt anbieten, es besteht enormer Preisdruck, der sich in den nächsten Jahren durch China als Mitbewerber verstärken wird. Nun stehen die Unternehmen, derzeit Konkurrenten, unter dem Druck, innovative Produkte sowie neue Produktions- und Vertriebsstrategien entwickeln zu müssen, was sich angesichts der großen notwendigen Investitionen, nur gemeinsam realisieren lässt.

Ausgewählte Teile werden illustriert. Dies sind z.B. Moderation, Walt Disney Strategie, Elemente des lösungsorientiert - systemischen Coachings (zum Training vgl. [Tag05, NGF06]).

Nächste Schritte der D.A.CH Initiative werden ein Workshop „Effiziente und innovative Prozesse in firmenübergreifenden Netzen durch Informations- und Kommunikationstechnologien für Netzwerke“ am 20.9.2006 in Zürich Oerlikon/CH sein (vgl. D.A.CH 2006) sowie die Zusammenstellung verschiedener Consulting und Coachingmodule in einem einheitlichen Beraterset.

Kontakt

Matthias Freitag, Dipl.-Psych.
Serena Junker, Dipl. Geogr.
Institut für Systemische Arbeiten ISA Chemnitz
Michaelstr. 37
09116 Chemnitz
E-Mail: office@mfreitag.de
Tel. 0371/900983
Fax. 01805/06033663891
D.A.CH (2006). http://www.kooperationsnetze.net/

Literatur

[FJu05] Freitag, M.; Junker, S.: Training for Networks. Training Manual for a Network Training for the Turkish Machine Tool Association. Istanbul, VERITAS Project, 2005.

[HPS+05] Huber, C.; Plüss, A.; Schöne, R.; Freitag, M.: Kooperationsnetze der Wirtschaft. Vdf Hochschulverlag der ETH Zürich, 2005, ISBN 3-72812-990-9.

[NGF06] Nöster, M.; Gruber, M.; Feindt, S.: How to Initiate Cooperative Networks. Practical Guidelines for Industry Associations, Development Agencies and SMEs. http://e.finland.fi/netcomm/news/showarticle.asp?intNWSAID=47179.

[Tag05] http://www.tages.biz/index.php?module=news&page=readmore&news_id=235

Kooperationsmanagement im Bermuda-Dreieck
Über die Nebenfolgen des Einsatzes von Managementinstrumenten und Orientierungen für ihr Management

(Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Verbundprojektes „nachhaltige Modernisierung und reflexive Intervention“ an der o.g. Professur. Das Projekt wird durch das BMBF im Rahmenprogramm „Forschung für die Produktion von morgen“ finanziert und vom Projektträger des MBMF für Produktion und Fertigungstechnologien (PFT) unterstützt.)

Dr. Ralf Wetzel, Professur Innovationsforschung & nachhaltiges Ressourcenmanagement, TU Chemnitz

1 Kooperation, Netzwerk und die Problematik des Instruments

Ein Netzwerk ist keine Kooperation, so zumindest eine der trivial anmutenden, dabei aber äußerst folgenreichen Zwischenergebnisse des SFB 457, das v.a. vom Teilprojekt A4 bearbeitet und instruktiv gemacht wurde (vgl. [AMW06]). Man hat es mit zwei unterschiedlichen Ebenen zu tun, mit zwei Seiten einer Medaille, die sich in ihrer sozialen Struktur, in ihren typischen Problemkonstellationen sowie in ihrer Zugänglichkeit sprich Steuerbarkeit grundsätzlich unterscheiden. Die Ebene der Kooperation ist die zunächst offensichtlichere, beobachtbare, die sich in abgeschlossenen bzw. abschließbaren Zusammenarbeitsverhältnissen finden lässt. Es wird kooperiert mit einem Gegenstand (der durchaus offen sein mag), Vereinbarungen über Weg und Ziel der Zusammenarbeit, einem Mindestmaß an Arbeitsteilung und Rollen. Man kann bei einer Kooperation zwischen einem Innen und einem Außen, Beteiligten und Nicht-Beteiligten unterscheiden. Netzwerke dagegen stellen diejenige Form, die Kooperation überhaupt erst ermöglichen. Damit ist eine Struktur, ein Potenzial gemeint, das hauptsächlich über Adressverbindungen und dem bekannten „jemanden-kennen-der-jemanden-kennt“ funktioniert, lose, aktualisierungsbedürftig, unvollständig, fluide und vor allem: latent; nur schwer überhaupt beobachtbar. Keine Kooperation funktioniert ohne vorher und gleichzeitig entwickelte bzw. aktualisierte Adressstrukturen, und keine Aktualisierung dieser Strukturen ohne fungible Kooperationen, über die Aktualisierung von Adressen, sowie ihre Erweiterung und Fundierung überhaupt erst ermöglicht wird.

Mit dieser Einsicht steht sofort die Frage nach der Gestaltbarkeit von beiden Seiten und damit ergibt sich eine ganze Front neuer Probleme. Die übliche Komplexität und Ambivalenz, denen man sich in Organisationen gegenübersah, hatte in aller Regel schon ausgereicht, um das Management (und sein Consulting) vor reichlich unlösbare Fragen zu stellen. Das Netzwerk und ‚seine’ Kooperation eröffnet hier dennoch weitere Steigerungsmöglichkeiten. Wie soll man etwas latentes, kaum direkt Beobachtbares bzw. Zugängliches wie eine Adressstruktur (Netzwerk) beobachten? Und wie soll man etwas turbulentes, nur sehr grob strukturiertes, in Interessenlage, Zeitsynchronität und Ergebnisverteilung hochgradig heterogenes wie eine Kooperation ernsthaft steuern können? Zugegeben: Konzentriert man sich hingegen auf die Kooperation, liegen die Dinge einfacher als beim skizzierten Netzwerkverständnis. Hier vereinfacht sich die Lage wieder etwas. Man hat etwas Beobachtbares vor sich, etwas buchstäblich Unterscheidbares, man kennt Mitglieder und ihre organisationale Einbindungen und Interessen, man kennt Zeitverläufe, Stolpersteine, Vertrauenskrisen, Kohäsionsprobleme usw. Und was man beobachten kann oder besser noch: was man kennt, kann man bearbeiten, als Problem überhaupt adressieren und in eine geeignete Form der Bearbeitung überführen.

Es soll hier nun aber nicht darum gehen, diese Komplexität weiter bearbeitbar zu machen, etwa durch die Vorstellung entsprechender Instrumente. Es soll vielmehr noch eine zusätzliche

Verkomplizierung im Netzwerkkontext vorgenommen werden. Diese Verschärfung liegt nicht im Netzwerk und nicht in der Kooperation sondern: zuallererst in der avisierten Lösung, sprich: in den Instrumenten, die man für die Problembearbeitung heranzieht. In vielen Fällen erkennt man rasch, dass Instrumente nicht wirksam werden und versanden oder mit anderen, insb. organisational fokussierten Werkzeugen kollidieren und gewissermaßen ‚Kollateralschäden' anrichten. Diese Überlegung kann folglich die Frustration noch weiter erhöhen, schließlich ist sie so angelegt, dass sie nicht mehr nur das Ausgangsproblem ‚korrumpiert', sondern gerade Versuche der Problembearbeitung.

Die Vorstellung, dass Lösungen selbst problembehaftet sein können, ist dabei keine, die originär aus Netzwerkkontexten stammt sondern, wie vieles anderes auch, in organisierten zusammenhängen, unter dem Eindruck von Hierarchie, Formalisierung und Mitgliedschaft entwickelt wurde (vgl. [Roe00, WRV06]). Es lohnt daher ein Blick auf diese Kontexte, die - bei aller Vorsicht - Übertragungspotenziale versprechen. (Wir versuchen hier bereits eine erste Übertragung, in dem wir hier experimentell die Organisation durch den Term der Kooperation ersetzen.) Dabei konzentrieren wir uns hier, um zumindest ein wenig Komplexität außen vor zu lassen, auf die etwas eingängigeren kooperativen Bezüge, weniger auf Netzwerkkontexte.

2 Das Bermuda-Dreieck der Veränderung

Betriebliche wie überbetriebliche Veränderungsarbeit benötigt maßgeblich drei Referenzpunkte, um überhaupt in Gang zu kommen. Zunächst sieht sie sich mit a) einem Problem konfrontiert, für das dann b) eine (instrumentelle) Lösung gesucht und realisiert werden muss. Beides, Problem und Lösung kommen dabei nicht c.) ohne das System zustande, für das sie gelten. Das bedeutet, die Kooperation und ihre Akteure definieren Probleme, sie definieren auch den Suchbereich möglicher Instrumente und sie entscheiden zudem, inwieweit sie bereit sind, vorgegebene Instrumente zu gebrauchen und letztlich auch zu akzeptieren. Diese drei Aspekte der Veränderungsarbeit, Problem, Lösung und Kooperation, spannen nun in ihren Beziehungen ein Dreieck, ein „Bermuda-Dreieck der Veränderung", auf (Abb. 1), das die Eigenschaft besitzt, Problembearbeitungssprozesse gelingen, aber ebenso problemlos scheitern, deformieren oder ganz „verschwinden" zu lassen. Womit haben wir es dabei zu tun:

- Probleme

Die Ursache für gezielt betriebenen Wandel und den Einsatz von Instrumenten liegt in der ‚Entdeckung' bzw. Diagnose eines Problems. Ohne Problem bzw. eine Problembedrohung existiert keine Legitimation für Veränderung und entsprechend keine Handlungsnotwendigkeit, d.h. auch keine Steuerbarkeit. Die Auslöser für eine Strategieveränderung in der Kooperation, die Verbesserung der Wissensdiffusion, usw. verdanken sich einem mehr oder weniger festgestellten, akuten Leidensdruck: Kundenverhalten verändert sich, Technologiesprünge erzeugen Turbulenzen, Preiskämpfe schlagen auf die Kostenrechnung durch usw. Dabei gehen wir hier nicht davon aus, dass Probleme per se existieren. Probleme werden von Beobachtern erst erzeugt ([Bae94]). Man kann das Problem nicht mehr vom problematisierenden Beobachter trennen. Das bedeutet auch, dass zu jeder Problembeschreibung immer Alternativen denkbar sind, und mit unterschiedlichen Problembeschreibungen immer auch alternative Bearbeitungs-möglichkeiten. Die zentrale Frage, der sich kooperative Veränderungsarbeit hier stellen muss, ist, gleichwohl banal klingend, schwierig zu beantworten: Was ist eigentlich das Problem und wieso ist es so, wie es sichtbar wird?

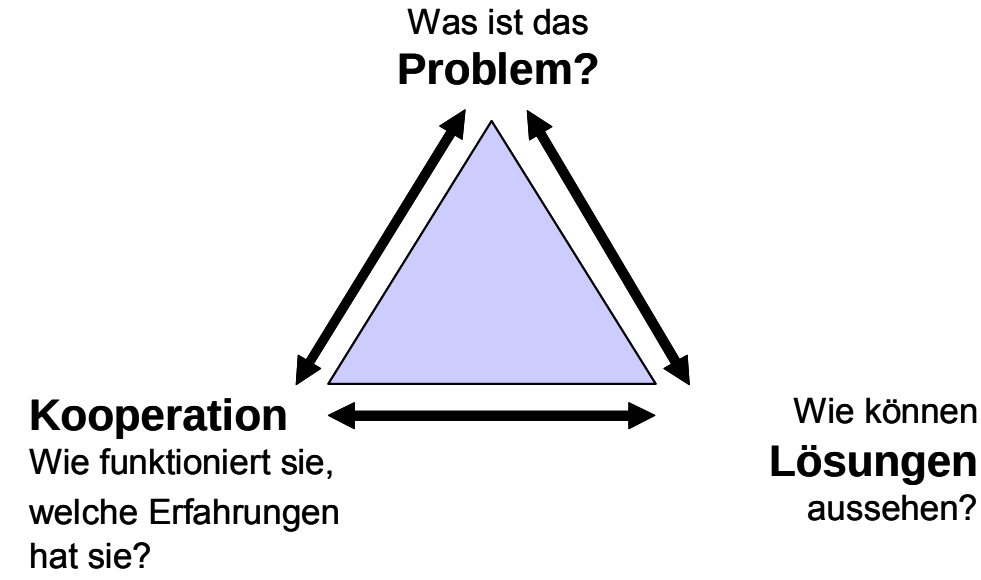


Abbildung 1: Das ‚Bermuda-Dreieck' betrieblicher Veränderung

- Instrumente (Lösungen)

Als Antwort auf Problemlagen greift das Kooperationsmanagement auf instrumentelle Hilfen und zumeist branchenübliche Lösungsansätze zurück. Dies können die hinlänglich bekannten Managementkonzepte, -instrumente, bzw. -tools sein, das kann natürlich auch die Kombination unterschiedlicher Instrumente bedeuten Man könnte also davon ausgehen, dass zur Problembearbeitung unterschiedlichste Lösungskonzepte bemüht werden. Veränderungsarbeit steht nun hier vor der Frage, welche Instrumente sich als angemessen für das identifizierte Problem erweisen könnte.

- Kooperation

Nun könnte man es bei diesen beiden Bezugspunkten belassen. Man hat ein Problem, man hat eine Lösung, die bemüht und in Anschlag gebracht wird. Allerdings verschwindet in dieser ‚Differenz' gelegentlich der Hauptakteur des Wandels: die Kooperation selbst. Sie, wie alles, was sich als System ausflaggt, ist an sich regelmäßig ein großes Ärgernis. Denn es hat sich gezeigt, dass sie zu einem ‚Eigenleben' fähig zu sein scheinen, das sich von dem ihrer „Agenten", wie bspw. Kooperationsmitglieder, häufig deutlich entfernt. Die Kooperation entwickelt sich ihre eigene Sicht auf die Dinge, erklärt sich und die Welt immer im Bezug auf sich selbst und kann durchaus als so etwas wie eine ‚Sinnstiftungsmaschine' verstanden werden. Dabei ist ihre Struktur der dafür maßgebliche Anker. Unterscheidet man an dieser Stelle Problem und instrumentelle Lösung von der Kooperation, so wird zunächst deutlich, dass beide nicht zwingend im Einklang mit den kooperativen Interpretationsmustern stehen müssen, dass offensichtlich Bezugsarbeit nötig wird, um das Problem einerseits aus der Perspektive der Kooperation heraus buchstäblich zu verstehen und gleichzeitig Lösungsbemühungen daraufhin zu ‚trimmen', auch von ihr angenommen, akzeptiert und ‚absorbiert' zu werden.

Verständigt man sich nun vorerst auf diese recht triviale ‚Triangel', so erhält man heuristisch durchaus informative Beobachtungsmöglichkeiten, die einige Einsichten über Hintergründe und Probleme von Veränderungsprozessen aufzublenden vermögen. Man erhält zunächst eine übersichtliche Landschaft maßgeblicher Faktoren intendierter Veränderung (die ‚Punkte') und man erhält einen Fokus auf relevante ‚Beziehungsprobleme', die sich zwischen Problem, Instrument und Kooperation aufspannen und die maßgeblich für die problematischen Verläufe betrieblicher Veränderung sind.

So wird im Verhältnis zwischen Problem und Instrument zunächst klar, dass Instrumente auf Probleme hin ausgesucht werden. Allerdings ist dies nicht nebenwirkungsfrei: Instrumente erzeugen in einer Rückkopplung selbst ihre eigenen Probleme und, was gelegentlich sehr problematisch ist, sie definieren das Problem um, sie interpretieren es vor dem Hintergrund ihrer eigenen Lösungsmöglichkeiten neu (WVD06, Roe00, VWe06]).

Dies ist im Verhältnis von Instrument und Kooperation nicht anders: Instrumente müssen in Kooperationen ‚eingeführt' werden, um wirksam sein zu können. Allerdings ist damit regelmäßig auch eine Veränderung des Instruments verbunden, da die Kooperation und ihre Akteure das Instrument mit ihrem eigenen Sinn, mit einer eigenen Bedeutung, Zielsetzung und Verfahrensweise versehen müssen, um es nutzen zu können. Im Vollzug wird an das ‚Skelett' des Instruments erst betriebliches ‚Fleisch' gehängt, was das Instrument hin und wieder anders funktionieren und wirksam sein lässt. Ob man sich aber überhaupt darauf einlässt, ein neues Instrument einzuführen und ob es dann auch die ursprüngliche Zielstellung erreichen hilft, bleibt weitgehend offen.

Dies hängt auch damit zusammen, dass es die Kooperationen sind, die die Probleme hervorbringen und als solche definieren. Allerdings verändert die Problemdefinition und oftmals die Problemlösung auch die Kooperation. Problemdefinitionen sind zumeist auf Selbständerung angelegt und dies verändert (Stichwort: Rückwirkung) auch die Möglichkeiten der Problemdefinition. Genau dies ist nun ein entscheidender Punkt. Ein Instrument mag ein Problem bearbeiten können und es mag auch in die Kopperation hinein ‚diffundieren' können. Es ist aber vor allem unklar (und daher zu prüfen), inwieweit ein Instrument im Zuge seiner Problembearbeitung die dauerhafte Problembeschreibungs- und lösefähigkeit beeinflusst und ob es die kooperative Selbst- und Fremdbeobachtungsmöglichkeiten, sprich ihre Reflexivität tangiert. Spätestens in diesem Punkt wird hier die Frage der Nachhaltigkeit der Veränderung und Entwicklung offenkundig.

Das bedeutet insgesamt, dass im Zuge intendierter, kooperativer Veränderung prozesshaft an allen drei Eckpunkten und an allen Beziehungen ständig Umkonstruktionen vorgenommen werden, und zwar jeweils anders und mit anderem Tempo. Aus Sicht der instrumentellen Lösung muss also im Kern immer mitgefragt werden, welche Konsequenzen die Nutzung eines Instruments für Problem und Kooperation haben kann. Mit dieser Landkarte werden nun Nebenfolgen sichtbar, die im Zuge einer beabsichtigten Problemlösung fast zwangsläufig anfallen. Fraglich bleibt hier an dieser Stelle zunächst, wie man derartige Veränderungen und Umkonstruktionen beobachten bzw. mit welchen Fragerichtungen man sie ins Visier bekommen kann. Dazu sollen nun einige Leitfragen und ihre anschließend ihre grundsätzliche Bedingung vorgestellt werden.

3 Und nun? Was kann dies für die Gestaltung von Kooperationen bedeuten?

Wenn man nun die vorgängigen Komplikationen einrechnet – was kann man, was bleibt einem zu tun? Als allgemeine Prämisse vielleicht kann man vielleicht soviel sagen: Vorsicht walten lassen. Das bedeutet vor allem, bei mehreren möglichen Optionen, die im Zuge der Problembehandlung anfallen, sich über Entscheidungen und Entscheidungsfolgen klar zu werden und sich für beides mit Alternativen auszustatten. Kurz gesagt geht es um folgende Fragen:

a) ***Vorsicht bei dem Griff in die Werkzeugkiste:*** Orientieren Sie sich bei der Auswahl von Werkzeugen an folgenden Punkten: Was ist das Problem? Was sind Zweck und Ziel der Anwendung? Was sind die Grenzen des Werkzeugs?

b) ***Vorsicht beim Griff in die in die Change-Management-Kiste:*** Achten Sie auf folgende Aspekte: Wie gelingt es, die beabsichtigte Veränderung an den Sinnhorizont der Kooperation anschlussfähig zu machen? Wie gelingt es, in angemessenem Umfang die

Kooperation über die nur bedingt gegebene Notwendigkeit der eigenen Restriktionen aufzuklären? Wie gelingt es, im Veränderungsprozess wünschbare Zustände simulativ zu erzeugen?

c) ***Vorsicht beim Griff in die ‚Problemkiste':*** Was sagt die aktuelle Problembeschreibung über die Verfassung der Kooperation im Blick auf ihre Umwelt aus? Wohin will man die Organisation bei der Problembehebung hinsichtlich ihrer prinzipiellen Veränderungsfähigkeit ‚verschieben' und was hieße das für die Re-Deskription des Problems und seiner Instrumentierung?

4 Statt eines Fazits: Die Bedingungen der ‚Vorsicht'

Wenn es hier um Vorsicht geht, so bedeutet das v.a. einen experimentellen Umgang mit Differenzen, der hier enthalten ist. Vorsicht bedeutet hier, all das, was sich als Problem und als Lösung anbietet, immer im Hinblick auf ihre jeweilige Differenz zur Situation, zur Historie und zur Perspektive der Kooperation und ihrer Umwelt zu betrachten. Kontextangemessene, vorsichtige Entscheidungen zu treffen heißt folglich einerseits, Selbst- und Fremdbeobachtung auf ein Problem und seine Lösung hin zuzuspitzen und sich mit Alternativen hinsichtlich Entscheidungen und Entscheidungsfolgen auszustatten andererseits. Reflexivität ([Mol06, VWe06]) und Rationalität ([Luh97]: 171ff.) wären hier geeignete Termini, an denen man weiterarbeiten müsste. Wobei hier der Einspruch kommen muss: Reflexivität ist im „je-desto"-Modus (Moldaschl) nicht produktiv, sondern bedarf einer Angemessenheitsform, die allerdings nur durch Reflexivität aufgebaut werden kann. Dies ist angesichts der unterschiedlichen Kooperationsmodi, die seit einiger Zeit entstehen ([RRo04]) wahrlich keine triviale, sondern eine hochanspruchsvolle, paradoxe Aufgabe. Allerdings hat man wohl wenig Alternativen.

Literatur

[AMW06] Aderhold, Jens; Meyer, Matthias; Wetzel, Ralf: Modernes Netzwerkmanagement. Wiesbaden: Gabler, 2006.

[Bae94] Baecker, Dirk (1994): Postheroisches Management. Berlin: Merve.

[Luh97] Luhmann, Niklas (1997): Die Gesellschaft der Gesellschaft. 2 Bände, Frankfurt: Suhrkamp.

[Mol06] Moldaschl, Manfred: Innovationsfähigkeit, Zukunftsfähigkeit, Dynamic Capabilities. Moderne Fähigkeitsmystik und eine Alternative. In: Schreyögg, Georg, Conrad, Peter (Hg.): Managementforschung 16, Wiesbaden, Gabler (i.Dr.), 2006.

[Roe00] Roehl, Heiko: Instrumente der Wissensorganisation. Perspektiven für eine differierende Interventionspraxis. Gabler Edition Wissenschaft: Opladen, 2000.

[RRo05] Roehl, Heiko; Rollwagen, Ingo: Club, Syndikat, Party – wie wird morgen kooperiert? In: Organisationsentwicklung, H. 3/04, 2005, S. 30-41.

[VWe06] Vordank, Tino; Wetzel, Ralf: Developing Organizational Reflexivity. Unpublished Paper, Chemnitz & Budapest, 2006.

[WRV06] Wetzel, Ralf; Roehl, Heiko; Vordank, Tino: Die Tücke des Instruments. Oder: Werkzeuge sind auch nur Menschen. Unveröff. Manuskript, Chemnitz/Johanisburg, 2006.

[WVD06] Wetzel, Ralf; Vordank, Tino, Duschek, Sigrid: Surfen im Bermudadreieck der Veränderung. Unveröffentlichtes Manuskript, Chemnitz, 2006.

neruda
CAFÉ · BAR
TÄGLICH MITTAGSTISCH
wechselnde Tagesgerichte zu
günstigen Preisen. Mo.- Fr.
DIENSTAG PASTABUFFET
mittags + abends
Nudeln satt für 4,90 €
SONNTAG
neruda: BRUNCH
ab 10 Uhr
MITTWOCH
neruda: Cocktailnacht
20 - 21 Uhr
alle Cocktails 3,50 €
DONNERSTAG
neruda: Live
ab 21 Uhr
www.neruda-chemnitz.de · Brückenstraße 17 · 09111 Chemnitz · Fon 0371 9093828 · terminal 3
täglich 11:00 - 2:00 Uhr · Sonntag 10:00 - 2:00 Uhr

Workshop 4

Wettbewerbsfähigkeit von Netzen

SOA – Ein Management-Konzept zur Vernetzung von Partnern in kompetenzzellenbasierten Produktionsnetzen

Prof. Dr. Joachim Käschel, Dipl.-Ing. (FH) Matthias Zimmermann, Dipl.-Ing. (BA) Thomas Burghardt, Dipl.-Kfm. Marco Fischer, Dipl.-Kfm. Hendrik Jähn, Dipl.- Wi.-Ing. Lars Zschorn, Professur für Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre, Technische Universität Chemnitz

1 Motivation

In der modernen Arbeitswelt kommt es derzeit aufgrund der wachsenden Informations-, Kommunikations- und Handlungsmöglichkeiten zu einer massiven Um- und Neugestaltung gewohnter (Arbeits-)Strukturen. Den sich daraus ergebenden Vorteilen wie Zeit- und Ortsunabhängigkeit durch Dezentralisierung stehen aber auch solche Nachteile wie steigender Konkurrenz- und Kostendruck gegenüber. Gleichzeitig ist ein Trend hin zum Mikrounternehmen, welches sich auf seine Kernkompetenzen spezialisiert, zu beobachten. Für die Durchführung einer vor dem Hintergrund zunehmenden Marktdruckes organisationsübergreifenden Zusammenarbeit ist die Notwendigkeit einer geeigneten IT-Unterstützung offensichtlich. U. a. beschäftigt sich das TP C2 des SFB 457 mit der Entwicklung von einzelnen (Software-)Komponenten, aber auch mit der Konzeption einer flexiblen und vor allem zukunftssicheren Architektur. Ziel ist es letztlich, auf der Grundlage des im Teilprojekt entwickelten Extended Value Chain Management (EVCM) [Tei03, ZJK05] Konzepte und Komponenten bereit zu stellen, die sowohl einen praktischen Nutzen für die Unternehmen bieten als auch auf Akzeptanz durch eine einfache und intuitive Bedienung treffen.

2 Kommunikationsstrukturen des EVCM – eine Bestandsaufnahme

Das EVCM bietet also den potentiellen Netzwerkpartnern – im Kontext des SFB 457 sind dies die Kompetenzzellen – die Möglichkeit, sich aufgrund ihrer Kompetenzen und Ressourcen am Wertschöpfungsprozess zu beteiligen. Die Voraussetzung zur Bewältigung der damit verbundenen Herausforderungen stellen leistungsfähige, flexible und integrationsfähige Softwarekomponenten dar, die den Netzwerkpartnern zur Verfügung stehen müssen. Zu Beginn der Implementierungen des EVCM-Prototyps wurde entschieden, dass die Mehrzahl der Komponenten als Eigenentwicklungen entstehen soll. Dem Vorteil, ohne Rücksicht auf „Altlasten“ mit aktuellen Programmierwerkzeugen und –sprachen an der Umsetzung verschiedenster Komponenten arbeiten zu können, steht der Nachteil einer möglicherweise in der Praxis wenig oder nur durch Anpassungen kompatiblen Software-(Architektur) gegenüber. Trotz allem wurde – mehr oder weniger intuitiv – anfangs die (richtige) Entscheidung getroffen, Komponenten, bei denen dies vorteilhaft erschien, als Webservices zu realisieren. Webservices sind Anwendungen, die mit Uniform Resource Identifiern eindeutig identifizierbar sind und die die Interaktion mit anderen Komponenten, so genannten Softwareagenten, unter Verwendung XML-basierter Nachrichten unterstützen. Der Datenaustausch kann über verschiedene internetbasierte Protokolle erfolgen. Jedoch traten im Verlauf des Projektes mancherlei Probleme zu Tage: Zwischen den Komponenten mussten, trotz der zumindest theoretisch postulierten plattform- und betriebssystemunabhängigen Standards, Schnittstellenanpassungen vorgenommen werden. Zum einen betrifft dies den auf XML basierenden SOAP-Standard. So interpretieren derzeit die Hersteller der Entwicklungswerkzeuge von .Net und Java dieses Protokoll unterschiedlich, so dass Anpassungen innerhalb der verwendeten Webservices notwendig waren. Zum anderen sind externe Systeme, die in ihrer ursprünglichen Form eher Client-Server-Architekturen genügen, nicht ohne weiteres über Webservices ansprechbar. Dies gilt bspw. für ERP-Systeme, zu denen das im Projekt genutzte und von Microsoft stammende Axapta gehört. Hier wurde ein Webservice implementiert, der direkt auf der Datenbank des ERP-Systems arbeitet, d. h. die benötigten Datensätze dort aus- und wieder einliest. Durch die

Vielzahl der durch unterschiedliche Entwickler entstandenen Komponenten, Schnittstellen etc. reifte der Entschluss, über eine noch offenere und flexiblere Architektur nachzudenken und diese in das bestehende Konzept zu integrieren. Um diese in ihren Grundzügen zu erläutern, muss zunächst Klarheit im Hinblick auf die derzeit aktuellen Technologien und deren Begriffswelt herrschen.

3 SOA – Ein neues Architekturkonzept?

Unter dem seit geraumer Zeit verwendeten Begriff „Serviceorientierte Architektur“ (SOA, Service Oriented Architecture) [Erl05] ist erstens ein Managementkonzept und zweitens ein auf dieses aufsetzendes Systemarchitektur-Konzept zu verstehen. SOA als Begriff an sich findet sich in verschiedenen Fachzeitschriften, Publikationen etc. wieder, wobei konkrete Aussagen zur zugrunde liegenden Technologie und zu den Vor- und Nachteilen für die Unternehmen Mangelware bleiben. Dennoch können folgende allgemeingültige Fakten festgehalten werden:

- Das Managementkonzept strebt eine IT-Infrastruktur an, die sowohl an den Geschäftsprozessen im Unternehmen (oder Netzwerk) ausgerichtet ist als auch schnell auf veränderte Anforderungen im Geschäftsumfeld reagieren kann.
- Das darauf aufsetzende Systemarchitektur-Konzept stellt bestimmte Dienste und Funktionalitäten in Form von Services bereit.

Ein Service ist in diesem Kontext als eine Funktionalität definiert, die über eine standardisierte Schnittstelle in Anspruch genommen werden kann. Er ist damit eine spezielle Ausprägung des bekannten Konzepts der Software-Komponente. Verschiedene Services sind miteinander kombinierbar, d. h. der Anwender kann sich quasi aus Modulen seine benötigte Funktionalität zusammenstellen. SOA beschreibt somit die Infrastruktur, in der sämtliche Funktionen und Softwarekomponenten als Services organisiert sind, die beliebig verteilt sein können und die sich dynamisch für die Unterstützung unternehmens- oder netzwerkspezifischer Geschäftsprozesse verbinden lassen. Gerade bei der Umsetzung des EVCM-Konzeptes sollen durch die systematische und zielgerichtete Umsetzung von SOA die Probleme, die aus der derzeit mangelnden Flexibilität bei der Änderung, Pflege und Austausch einzelner Komponenten resultieren, beseitigt werden. Aufgrund der vorhandenen heterogenen IT-Systeme bei der „Zielgruppe“ kleine und mittlere Unternehmen hat dieses Vorhaben zugleich eine hohe praktische Relevanz.

4 SOA und EVCM

Im Grunde genommen genügt die in der Vergangenheit sukzessive entwickelte IT-Infrastruktur [ZFF+05] in ihren Grundzügen bereits einer Serviceorientierten Architektur. Aufgrund der oben beschriebenen Unzulänglichkeiten wurde jedoch die in Abbildung 1 dargestellte Plattform für die Architektur des EVCM-Konzeptes entwickelt.

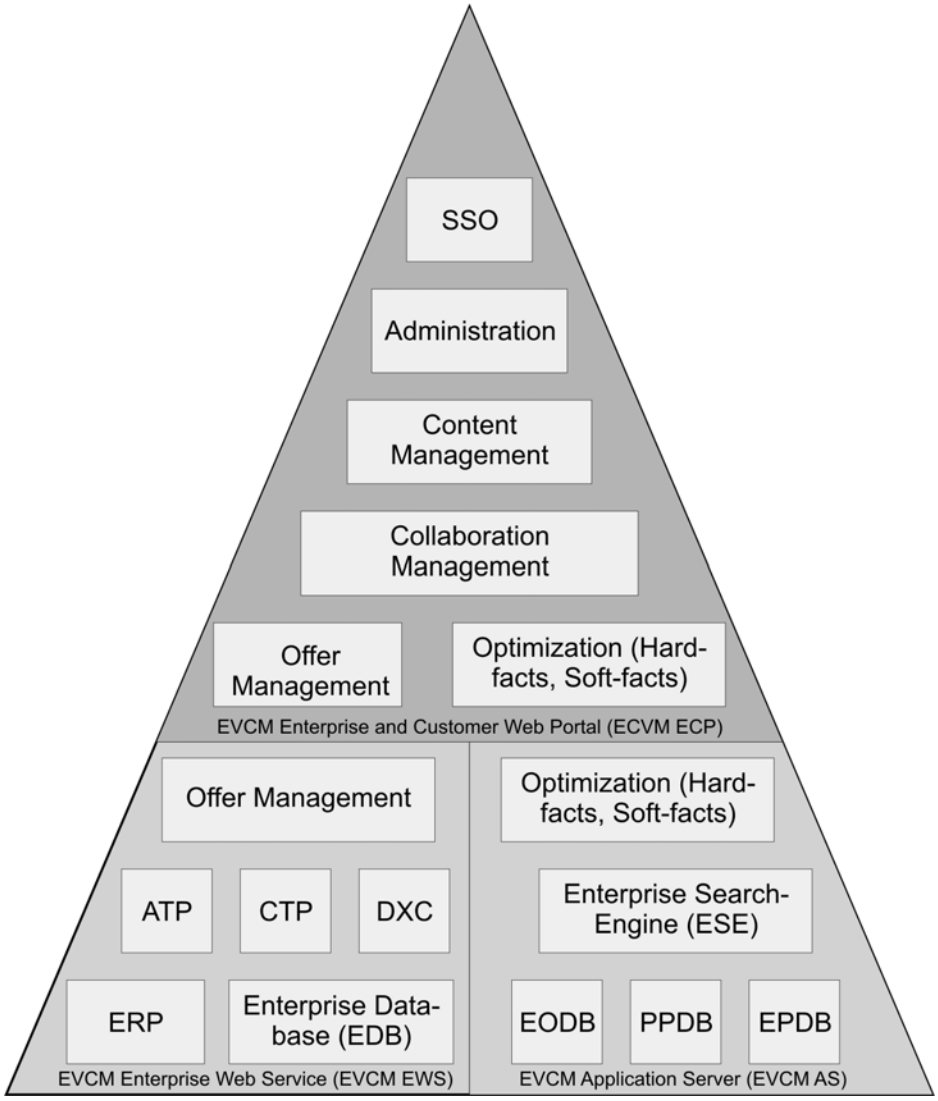


Abbildung 1: Architektur des EVCM

Zu erkennen sind drei Bereiche (auch EVCM-Units): Unten links dargestellt ist der so genannte EVCM Enterprise Web Service mit denjenigen Komponenten, die im Wesentlichen die Geschäftsprozesse einer einzelnen Kompetenzzelle betreffen. Dazu gehören u. a. die Komponenten der Verfügbarkeits- und Kapazitätsprüfung (ATP und CTP), die ihrerseits Datenquellen (ERP-System, EDB) über entsprechende Adapter (DXC) ansprechen. Davon getrennt ist der EVCM Application Server (Abbildung 1, unten rechts), der für die Geschäftsprozesse verantwortlich ist, die das Netzwerk betreffen. Zu nennen wären hier sowohl die Optimierung (Komponente Optimization) auf der Basis der abgegebenen Angebote und der in der Datenbank gespeicherten Profile über Soft-Facts als auch die zeitlich vorgelagerte Suche (Enterprise Search-Engine) nach fachlich geeigneten Kompetenzellen. Alle Informationen, die zur Durchführung dieser Geschäftsprozesse notwendig sind, stehen in der Enterprise Offer Database (EODB), Process Plan Database (PPDB) und Enterprise Profile Database (EPDB).

Über dem EVCM Enterprise Web Service und dem EVCM Application Server ist – bildhaft ausgedrückt – das Dach mit dem EVCM Enterprise and Customer Web Portal (EVCM ECP) abgebildet. Hier ist die Trennung der einzelnen Module weniger durch einzelne Komponenten realisiert, sondern eher durch bestimmte Funktionalitäten, die das Portal zur Verfügung stellt. Das Angebotsmanagement mit eigener Logik ist für das Versenden, Empfangen und Auswerten der Kompetenzzellen- und Endkundenangebote verantwortlich. Es sorgt ebenso für die Benachrichtigung der für einen Auftrag ausgewählten Kompetenzzellen, für die Löschung nicht benötigter Angebote etc. Das Collaboration Management stellt eine Kommunikationsplattform

für den Austausch von Nachrichten und Daten für am Auftrag teilnehmende Kompetenzzellen bereit. Durch das Content Management ist es möglich, Inhalte für bestimmte Zielgruppen bereitzustellen. Dies können für den Endkunden Informationen zu Produkteigenschaften, Preisen, Arbeitsfortschritten etc. sein. Für die beteiligten Partner handelt es sich dabei um Links für den Zugriff auf Konstruktionsunterlagen und Dokumente der Qualitätssicherung oder um Angaben zu anderen am aktuellen Auftrag beteiligten Kooperationspartnern. An dieser Stelle wird deutlich, dass die unterschiedlichen Nutzergruppen bestimmte Rechte bekommen müssen (Rollen-/ Rechtekonzept). Die Administration erlaubt es, das Portal entsprechend den Anforderungen und Wünschen der Anwender anzupassen und weiterzuentwickeln. Durch eine Einmalanmeldung (SSO, Single Sign On) kann jeder Benutzer des Portals nach einer einmaligen Authentifizierung auf alle Rechner und Dienste, für die er berechtigt ist, zugreifen, ohne sich jedes Mal neu anmelden zu müssen. Diese Möglichkeit erleichtert die Arbeit mit dem Portal aus Sicht der Anwender erheblich.

Die EVCM-Units kommunizieren über Webservices miteinander. Dazu werden die Nutzdaten jeweils nach XML serialisiert und per SOAP an den adressierten Webservice übertragen. Beispielsweise werden auf diese Weise die Angebotsdaten des EVCM Enterprise Web Service zum EVCM Application Server übertragen. Innerhalb einer Unit kommunizieren die Komponenten ebenfalls über Webservices. Beispielsweise stellt die Komponente Offer Management ihre Anfrage nach einem optimalen Maschinenbelegungsplan über eine Webmethode des Webservices CTP. Nicht in jedem Fall ist die Kapazitätsprüfung über eine „extern“ angebundene CTP-Komponente wünschenswert, beispielsweise dann nicht, wenn im Unternehmen bereits ein leistungsstarkes ERP-System diese Aufgabe übernimmt. In diesem Fall kommt es zur Deaktivierung der CTP-Komponente.

Literatur

[Erl05] Erl, T.: Service-oriented archtecture, concepts, technology, and design. Verlag Prentice Hall PTR, 2005, ISBN 0-13-185858-0.

[Tei03] Teich, T.: Extended Value Chain Management (EVCM): Ein Konzept zur Koordination von Wertschöpfungsnetzen. Chemnitz. Verlag der GUC, 2003.

[ZJK05] Zimmermann, M.; Jähn, H.; Käschel, J.: Innovative Modelle und Methoden für den Aufbau und das Betreiben von Produktionsnetzwerken, die auf Klein- und Kleinstunternehmen basieren. In: Virtuelle Organisation und Neue Medien 2005. Hrsg: Meißner, K.; Engelien, M., TU-Dresden, 2005, ISBN 3-86005-491-0, S. 11-23.

[ZFF+05] Zimmermann, M.; Fischer, M.; Forchheim, L.; Teich, T.: Informationstechnische Umsetzung des EVCM-Betreiberkonzeptes – Chancen & Perspektiven für KMU. In: Innovatives Supply Chain Management durch intelligente Logistiknetze. Hrsg.: Dangelmaier, W.; Döring, A.; Laroque, C.; Neumann, J., ALB-HNI-Verlags-schriftenreihe, Paderborn, 2005, ISBN 3-935433-92-1.

Kooperationsgestaltung in Produktionsnetzen

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
Dipl.-Ing. Max von Bredow
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb), TU München

1 Ausgangssituation

Kurze Produktlebenszyklen, hohe Variantenzahlen, Know-how-intensive, komplexe Produkte und eine zunehmende Globalisierung prägen das heutige Marktumfeld. Diese Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen führen zu einer zunehmenden Leistungs-individualisierung und Differenzierungsstrategie der Unternehmen [RPi02, WDE05]. Hieraus resultiert auf der einen Seite ein sehr breites Leistungsspektrum, das am Markt angeboten wird. Auf der anderen Seite konzentrieren sich Unternehmen auf ihre Kernkompetenzen, um mit profitablen Produkten und Prozessen im beschriebenen Marktumfeld wettbewerbsfähig zu sein. Um die wachsende Lücke zwischen nachgefragter und durch einzelne Unternehmen abgedeckter Leistung zu schließen, sind Unternehmen somit gezwungen, zu kooperieren und ihre spezifischen Leistungen zu bündeln [Bec98, Eng03, Wur94]. Durch eine Fortsetzung der beschriebenen Trends auf dem Markt wird die Bedeutung von Kooperationen für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen weiter wachsen.

Untersuchungen zeigen jedoch, dass Kooperationen oft schon in der Anbahnungsphase scheitern und damit verhindert wird, dass aus Wettbewerbsgründen sinnvolle Partnerschaften eingegangen werden [Ger04, Zäh03]. Hierdurch wird auch die Gestaltung von Netzwerken, die durch eine Vielzahl von bilateralen Kooperationen gebildet werden [ZHN04], behindert. Der Aufbau von Produktionsnetzen ist wesentlich von bilateralen Partnerschaften im Netz abhängig. Um ein Scheitern von Kooperationen in der Anbahnungsphase zu vermeiden und die potentiellen Partner zu einem erfolgreichen Kooperationsabschluss zu führen, wird am iwb eine durchgängige Methodik zur Gestaltung des Anbahnungsprozesses erarbeitet. Dieser setzt sich aus zwei Phasen zusammen, die in den folgenden Kapiteln detaillierter behandelt werden. In einem ersten Schritt müssen die Ziele der Kooperationsstrategie aus der allgemeinen Unternehmensstrategie abgeleitet und Anforderungsprofile für gewünschte Partner erarbeitet werden. Anhand dieser Anforderungsprofile kann dann eine Vorauswahl möglicher Partner getroffen werden. Da es sich um eine Partnerschaft handelt, muss auf der anderen Seite auch das eigene Unternehmensprofil den Anforderungen des Kooperationspartners entsprechen. Um zu einem erfolgreichen Kooperationsabschluss zu kommen, sind in einem weiteren Schritt bestehende Interessensasymmetrien zwischen den potentiellen Kooperationspartnern abzubauen.

2 Anforderungsmanagement für Kooperationen

Das Anforderungsmanagement für Kooperationen erfolgt in mehreren Schritten und soll eine gezielte Partnerwahl unterstützen. Zunächst ist auf Basis der strategischen Unternehmensziele und einem Vergleich der momentanen Ist-Situation ein Bedarf für Kooperationen zu ermitteln. Im Bedarfsfall sind aus der Unternehmensstrategie konkrete Ziele abzuleiten, die mit einer Kooperation verfolgt werden sollen. Beispielsweise identifiziert Schuh im heutigen Umfeld vier typische strategische Erfolgspositionen [SFK01]: Produktdesign/Produkttechnologie, Marke/Image/ Marktzugang, Prozesskettenbeherrschung sowie Produktion/Prozesstechnologie, wobei die Kombination letzterer als laterale Strategie bezeichnet wird. Hieraus können beispielsweise die Erschließung neuer Produktionstechnologien oder weiterer Kapazitäten als Kooperationsziele abgeleitet werden. Anschließend muss auf Basis der Kooperationsziele ein Anforderungsprofil für mögliche Kooperationspartner entwickelt werden, das alle Forderungen zusammenfasst und quantifiziert. Des Weiteren können hier durch direkten Vergleich der

Anforderungen Inkonsistenzen zwischen diesen ermittelt werden. Die Anforderungsanalyse nimmt somit in der frühen Phase wesentlichen Einfluss auf die Partnerwahl und legt den Grundstein für die Effizienz einer späteren Kooperation. Potentielle Partner können nun anhand der festgelegten Anforderungen bewertet und ausgewählt werden. Da eine Kooperation auf Gegenseitigkeit beruhen muss, gilt dies für beide Partner in gleicher Weise. Das Anforderungsprofil des einen, muss zu gleich dem Unternehmensprofil des anderen Partners entsprechen. Um die Kooperation erfolgreich abschließen zu können, sind darüber hinaus oft bestehende Interessensasymmetrien zwischen den Partnern abzubauen. Diese sollen im folgenden Abschnitt dargestellt werden.

3 Abbau von Interessensasymmetrien in der Kooperationsanbahnung

Interessensasymmetrien entstehen aufgrund differierender Zielsetzungen, die potentielle Kooperationspartner in Hinblick auf eine Zusammenarbeit verfolgen. Aufgrund dieser Asymmetrien können Kooperationen gegebenenfalls nicht zu Stande kommen oder behindert werden. Asymmetriefaktoren lassen sich den drei Gruppen Risiko, Leistungserbringung und Preisgestaltung bzw. Gewinnverteilung [GHZ05, The93] zuordnen, welche sich gegenseitig beeinflussen und ein Spannungsfeld bei der Kooperationsgestaltung generieren.

Mit einem am iwb entwickelten Methodenbaukasten zum Ausgleich von Interessensasymmetrien können Unternehmen in der Anbahnungsphase gezielt unterstützt werden. Dabei werden zu vorherrschenden Interessensasymmetrien aus den drei genannten Gruppen mögliche Lösungsstrategien aufgezeigt. Dies hat den Vorteil, dass mögliche Problemfelder in der Kooperationsanbahnung checklistenartig abgearbeitet werden können und, dass das Risiko von Konflikten in der Betriebsphase von Kooperationen gemindert wird. Zu den jeweils auftretenden Interessensasymmetrien werden im Folgenden Handlungsfelder aufgezeigt, um die jeweiligen Zielsetzungen potentieller Kooperationspartner in Einklang zu bringen. Diese sollen im Folgenden allgemein für die Asymmetriegruppen Leistung, Risiko und Preisgestaltung bzw. Gewinnverteilung skizziert werden.

Beim Ausgleich von Interessensasymmetrien im Bereich der Leistungserbringung müssen zwei Fälle unterschieden werden: Zum einen die Zuteilung bestimmter Wertschöpfungsschritte und zum anderen die quantitative und qualitative Ausgestaltung der Leistungserbringung. Bei Uneinigkeit in ersterem Fall, d.h. ein Kooperationspartner kann oder will bestimmte Produktionsschritte nicht durchführen, können Teilschritte der Wertschöpfung von einem Kooperationspartner auf den anderen bzw. auf einen Dritten (Outsourcing) übertragen werden. Ist einer der beiden Partner aus technologischer Sicht nicht in der Lage, bestimmte Produktionsschritte durchzuführen, ist es möglich, ihn durch einen entsprechenden Technologie oder Know-how Transfer zu diesem Prozess zu befähigen. Dabei kann der Transfer durch den anderen an der Kooperation beteiligten Partner oder durch einen Dritten erfolgen. Im zweiten Fall, der Uneinigkeit über die quantitative und qualitative Ausgestaltung der Leistungserbringung, werden Vereinbarungen wie beispielsweise Zulieferqualität, Zuliefertreue und Flexibilität behandelt. Um die notwendige Ausprägung beispielsweise der Zuliefertreue zu bestimmen, können beide Partner gemeinsam Bedarfsschwankungen und Zuliefertreue simulieren [RBN+06], um einen eventuellen Handlungsbedarf zu ermitteln. Des Weiteren muss der Wert der Leistung in der jeweiligen Ausprägung, der von jedem Partner erbracht wird, bestimmt werden. Diese Leistungsbewertung kann am genausten auf Basis von Marktpreisen durchgeführt werden. Ist dies beispielsweise bei einem neuen Produkt oder einer neuen Produktionstechnologie auf dem Markt nicht möglich, müssen die einzelnen Kosten ermittelt und die Bedeutung der Leistung des Partners für den eigenen Erfolg abgeschätzt werden.

In einem zweiten Schritt müssen Asymmetrien im Bereich des Risikos ausgeräumt werden. Kleinere Zulieferunternehmen erweisen sich meist als sehr risikosensitiv [KMc86], was gerade bei stark schwankenden Produktionsfaktorkosten [KMc86] und hohen spezifischen Investitionen einen erfolgreichen Kooperationsabschluss gefährden kann. Hierzu müssen Risiken

eingedämmt oder von einem auf den anderen Partner umgeschichtet werden. Im Bereich schwankender Produktionskosten kann beispielsweise durch eine entsprechende Simulation der Produktionsfaktorkosten ein schärferes Bild möglicher zukünftiger Entwicklungen und Szenarios vermittelt [ZMS05] und so das Risiko von Fehlkalkulationen eingedämmt werden. Zur Reduktion des Risikos unzureichender Qualität in der Kooperation kann die Einführung bekannter Strategien wie beispielsweise TQM-Systeme oder auch Poka Yoke mit Unterstützung des Partners dienen. Im Bereich der Risikoumschichtung können die unsicheren Produktionsfaktoren zum Beispiel durch Mindestabnahmemengen oder Bestellregeln auf den Abnehmer umgeschichtet werden. Besondere Bedeutung kommt der Risikoumschichtung bei der Absicherung des Investitionsrisikos zu. Spezifische Investitionen in Produktionstechnologien, IT-Infrastruktur und Ähnliches können durch eine Kosten- oder Eigentumsbeteiligung des Kooperationspartners abgesichert werden. Beispiel hierfür kann das Bereitstellen von teuren Werkzeugen sein. Des Weiteren lässt sich das Risiko durch Leasing auf Dritte umschichten. Abschließend ist das getragene Risiko zu bewerten, da sich dieses auch in der Gewinnverteilung niederschlagen muss.

In der dritten Gruppe, der Preisfindung bzw. Gewinnverteilung, müssen nun die in Schritt eins ermittelte Leistungserbringung und das jeweils getragene Risiko ihre Berücksichtigung finden. Ein höherer Anteil bei der Leistungserbringung muss sich genauso wie ein höheres getragenes Risiko in einem höheren Preis bzw. in einem höheren Gewinn niederschlagen. Des Weiteren wird hier besonders die Abhängigkeit der drei Asymmetriegruppen voneinander deutlich. So kann die Preisgestaltung bzw. Gewinnverteilung auch zur Absicherung von Risiken genutzt werden. Preise lassen sich variabel gestalten, es können Gewinngarantien gegeben oder durch ein regelmäßiges Neuverhandeln von Preisen Faktorkostenschwankungen berücksichtigt werden. Auch die enge Verflechtung mit Interessensasymmetrien im Bereich der Leistungserbringung ist zu berücksichtigen. Von besonderer Bedeutung ist es hierbei die Leistungserbringung durch intelligente Anreizstrukturen zu unterstützen, da die Zielgrößen der Kooperationspartner nicht die gleichen sein müssen. So können beispielsweise für den Abnehmer eine hohe Produktqualität und für den Produzenten ein möglichst hoher Gewinn von Interesse sein. Diese Interessensasymmetrie kann beispielsweise durch Erfolgsbeteiligungen bei hoher Qualität, Vertragsstrafen oder Anreizstrukturen aus der Spieltheorie [NÖZ05] reduziert werden.

Durch entsprechende Strategien können Interessensasymmetrien in der Anbahnung reduziert werden. Jedoch kann nur unter Berücksichtigung der Interdependenzen der drei Gruppen von Asymmetrien und der möglichen Lösungsstrategien ein bestmögliches Ergebnis erreicht werden.

4 Zusammenfassung

Es wurde skizziert wie durch ein systematisches Anforderungsmanagement eine gezielte Auswahl von potentiellen Kooperationspartnern unterstützt werden kann. Des Weiteren wurden mögliche Interessensasymmetrien in der Kooperationsanbahnung aufgezeigt und Strategien vorgestellt, mit denen Barrieren, die den Anbahnungsprozess von Kooperationsbeziehungen behindern und damit gegebenenfalls zu einem Scheitern möglicher Partnerschaften führen, ausgeglichen werden können. Diese sollen zukünftig weiter systematisiert und zusammengefasst werden, um eine situationsabhängige Handlungsempfehlung für Unternehmen bei der Kooperationsgestaltung zu geben.

Die Autoren danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Unterstützung dieses Projektes im Rahmen des Forschungsvorhabens „Methodik zum Ausgleich von Interessensasymmetrien in Kooperationsbeziehungen produzierender Unternehmen“.

Literatur

[Bec98] Beck, C.: Kosteneffiziente Netzwerkkooperationen, Optimierung komplexer Partnerschaften zwischen Unternehmen. Diss. Universität Stuttgart (1998). Deutscher Universitätsverlag 1998. (Gabler Edition Wissenschaft: Information - Organisation - Produktion).

[Eng03] Engelbrecht, A.: Kooperation - Motor des Mittelstandes? In: 2003, D. b. K..

[Ger04] Gerybadze, A.: Management von Kooperationen. Forschungsstelle für Internationales Management und Innovationen an der Universität Hohenheim 2004.

[GHZ05] Grohmann, G.; Hofer, A.; Zangl, F.: Kooperationen brauchen klare Abläufe, Automotive Survey 2005 - Studie über Trends im Automobilsektor. Qualität und Zuverlässigkeit 50 (2005) 12, S. 19-24.

[KMc86] Kawasaki, S.; McMillan, J.: The Design of Contracts: Evidence from Japanese Subcontracting. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung 1986. (Forschungsschwerpunkt Strukturpolitik).

[NÖZ05] Neise, P.; Özer, Ö.; Zäh, M. F.: An Incentive structure for the management of supplier quality. In: Zäh, M. F. et al. (Hrsg.): 1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2005); München 22.-23. September 2005. München: Herbert Utz 2005, S. 123-132.

[RPi02] Reichwald, R.; Piller, F.: Der Kunde als Wertschöpfungspartner: Formen und Prinzipien. Wiesbaden: Gabler 2002. (Wertschöpfungsmanagement als Kernkompetenz).

[RBN+06] Reinhart, G.; von Bredow, M.; Neise, P.; Sudhoff, W.: Produzieren in globalen Netzwerken. In: Hoffmann, H. et al. (Hrsg.): Münchener Kolloquium 2006; München 9. - 10. März 2006. München: Herbert Utz 2006.

[SFK01] Schuh, G.; Friedeli, T.; Kurr, M.: C-Commerce - Die Zukunft von Unternehmensnetzwerken. Industrie Management 17 (2001) 5, S. 19-23.

[The93] Thelen, E.: Die zwischenbetriebliche Kooperation. Frankfurt: Europäischer Verlag der Wissenschaften 1993.

[WDE05] Wiendahl, H.-P.; Dreher, C.; Engelbrecht, A.: Erfolgreich kooperieren. Heidelberg: Physica 2005.

[Wur94] Wurche, S.: Strategische Kooperation. Diss. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg (1993). Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1994. (Gabler Edition Wissenschaft).

[Zäh03] Zäh, M. F.: Kooperationsmanagement: Ein Überblick. In: Zäh, M. F. et al. (Hrsg.): Kooperationsmanagement in der Produktion. München: Herbert Utz 2003.

[ZHN04] Zäh, M. F.; Habicht, C.; Neise, P.: Classification and Parameterization of bilateral Supply Chain Cooperations. In: Designing the Global Village; CIRP Design Seminar, Cairo 16.-18. Mai 2004. 2004. (CD-ROM)

[ZMS05] Zäh, M. F.; Möller, N.; Sudhoff, W.: A Framework for the valuation of Changeable Manufacturing Systems. In: CIRP 3rd Internat. Conference on Reconfigurable Manufacturing. 10.-12. Mai 2005, Ann Arbor (USA). 2005. (CD-ROM).

Internationale KMU-Netzwerke – Chancen und Probleme

Dr. oec. Klaus Wich-Heiter; CEN Consulting & Engineering Network Chemnitz e. V.,
Dr.-Ing. Hans-Günter Piegert, CEN e. V., Interessenverband Chemnitzer Maschinenbau e. V.

Die Nutzung von Netzwerken im internationalen Maßstab kann auch für KMU die Wettbewerbschancen wesentlich erhöhen. Auf Grund begrenzter Ressourcen und Kapazitäten müssen KMU dabei jedoch gezielter und effizienter vorgehen als Großunternehmen. Allein Förderprojekte und ohne klare Zielstellung veranstaltete Begegnungen genügen dazu erfahrungsgemäß nicht.

Aus internationalen Netzwerken können sich für KMU Entwicklungschancen u. a. ergeben aus:

- Kostengünstigen Marktzugängen
- Preisvorteilen im Einkauf
- Ideen- und Know-how-Transfer

Die Marktorientierung bezieht sich sowohl auf Absatzmärkte, als auch zunehmend auf Beschaffungs- und Drittmärkte. Die Einbindung in Wertschöpfungsketten sollten dabei gerade KMU immer in mehreren Richtungen sehen, um alle Vorteile nutzen zu können.

Dabei muss man davon ausgehen, dass der Gedanke, in einem Netzwerk zu arbeiten, in den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich verbreitet ist. Während beispielsweise in der Türkei sehr flexibel in KMU-Netzwerken gearbeitet wird, man dies aber selten als Netzwerk sieht und entsprechend organisiert, stellt man in den osteuropäischen Transformländern den Wettbewerb auch im Sinne von Abgrenzung in den Vordergrund. Insofern wird der Netzwerkgedanke von außen häufig erst in die Firmen hineingetragen.

1 Netzwerkaufbau

Für einen erfolgreichen Aufbau eines internationalen Netzwerkes und eine effektive Organisation der Leistungserstellung sind u. a. folgende Aspekte zu beachten:

- Finden geeigneter Partner (Idee, Kompetenzen, Profiling, gezielte Internetsuche, Kontaktaufnahme, Prüfung der Kommunikationsfähigkeiten der Seiten);
- Gestaltung sich ergänzender Kompetenzstrukturen (Technologisch, produktseitig, marktseitig, personell);
- Test einer möglichen Zusammenarbeit (Informationsaustausch, Aufbau einer Vertrauensbasis, Kommunikationsverhalten, persönlicher Kontakt);
- Installation einer Führung (Management) des Netzwerkes;
- Schrittweiser Geschäftsaufbau, bei Vertrieb beginnend mit Anfragebearbeitung und Angebotserstellung;
- Suche und Realisierung von Pilotprojekten;
- Nachhaltige Gestaltung der Netzwerkverbindungen.

Ausgangspunkt für den Netzwerkaufbau ist immer eine Wertschöpfungskette, die ganz oder teilweise durch das Netzwerk erfasst werden soll. Auf jeden Fall, muss an einer Stelle – meist bei einem Netzwerkmanager – vorher ein Modell des Netzwerkes und das damit verbundene Zielsystem entwickelt werden. Abbildung 1 zeigt ein Beispiel eines derartigen Modells für die

Modernisierung von Werkzeugmaschinen in Zusammenarbeit vornehmlich russischer mit sächsischen Unternehmen.

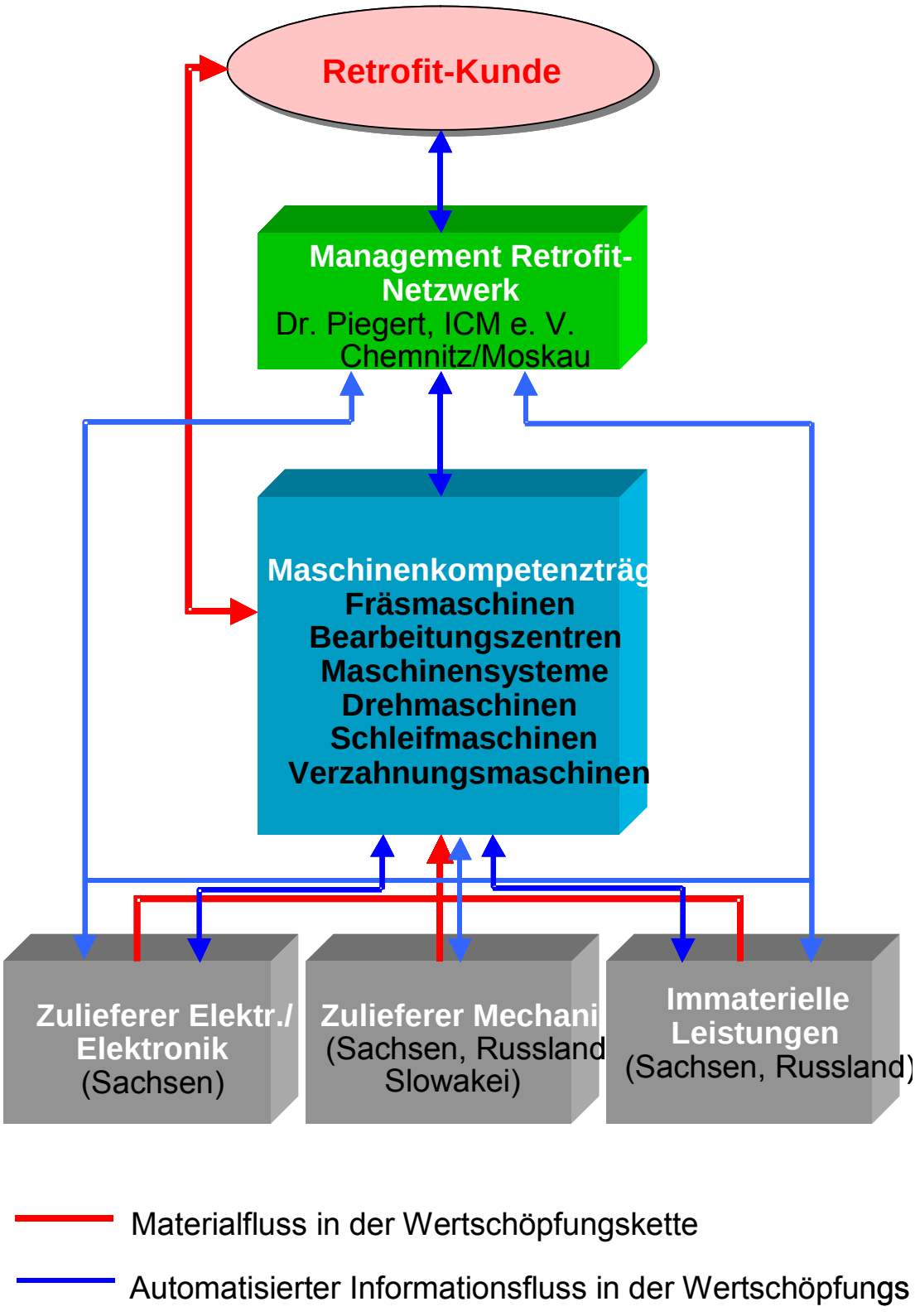


Abbildung 1: Beispiel eines Netzwerkmodells

Von Seiten russischer, mit der Modernisierung von Werkzeugmaschinen befasster Unternehmen wird eine Zusammenarbeit mit deutschen Firmen wegen des dadurch erweiterten Know-hows und des besseren Images am Markt begrüßt. Einige befürchten aber auch

zunehmenden Wettbewerb am Markt. Das Know-how der von hiesigen Partnern erarbeiteten Modernisierungs-Technologien an Maschinen deutscher Herkunft sollte einfließen, damit der deutsche Qualitätsnimbus am Markt wirken kann. Die Erfahrung der deutschen Mitarbeiter – so wird erwartet – kann nicht über Nacht von russischen Mitarbeitern nachvollzogen werden; insofern ist es ein wirksames Argument am Markt, mit deutschen Partnern und nach deutschem Know-how zu arbeiten. Ähnliches gilt auch für Unternehmen in anderen Ländern.

Ziele des Netzwerks sind u.a.

- russisches Engineering- und Handwerks-Know-how mit niedrigeren Leistungskosten zu kombinieren mit sächsischem Ursprungs-Know-how,
- besseren Zugang zu Dokumentationen und Komponenten zu erhalten,
- das Know-how bereits realisierter Modernisierungen an Maschinen auf beiden Seiten zu nutzen und
- dadurch einen Marktzugang aufzubauen, der auch den Verkauf von neuen Maschinen und Engineering sowie den Handel mit Gebrauchtmaschinen befördert.

Durch ein Netzwerk soll ein höheres Niveau der Zusammenarbeit, als es in einer klassischen Lieferantenbeziehung besteht, erreicht werden. Das bedingt eine andere Vorgehensweise beim Aufbau der einzelnen Netzwerkbeziehung. Ein typischer Ablauf ist in Abbildung 2 dargestellt. Erst nach diesen Schritten kann man eigentlich darüber entscheiden, ob der Geschäftspartner für eine Mitwirkung in einem Netzwerk in Frage kommt. Das Fehlen solcher systematischer Vorgehensweise hat nicht selten – auch im nationalen Maßstab – zum Scheitern von Netzwerken geführt.

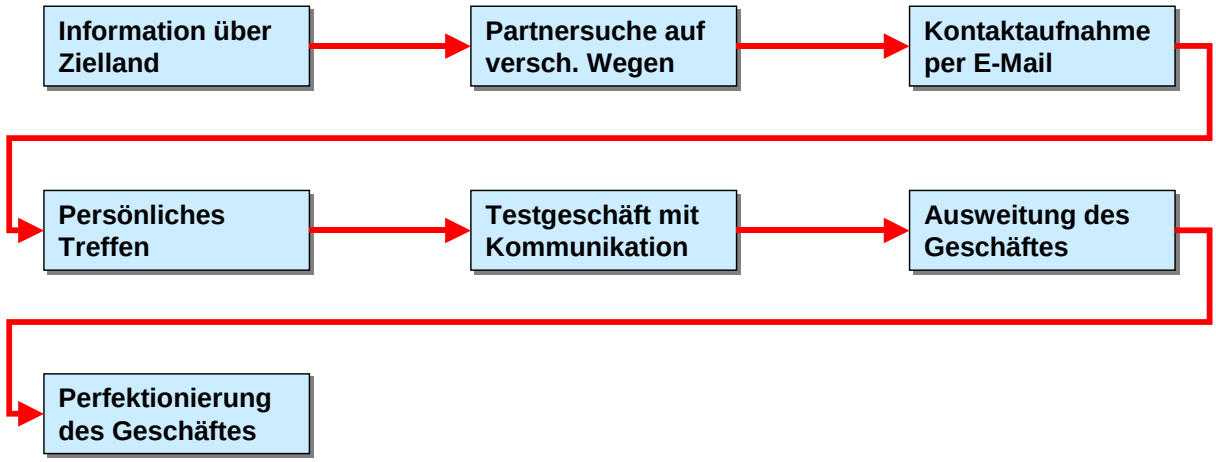


Abbildung 2: Typischer Ablauf des Aufbaues einer Netzwerkbeziehung

2 Netzwerk-Kommunikation

Für die Kommunikation in einem Netzwerk soll von vornherein auf überwiegend elektronische Kommunikation orientiert werden, auch unter dem Aspekt, einzelne Kommunikationsaktivitäten später zumindest teilweise zu automatisieren (Terminsteuerung, Nachrichtendistribution u. ä.). Die damit verbundenen Anforderungen dienen gleichzeitig dazu, die technische Leistungsfähigkeit der Partner zu entwickeln. Die elektronische Kommunikation mit Unternehmen in den genannten Ländern funktioniert in der Regel reibungslos; die technologische Basis ist hard- und softwareseitig vorhanden. Eine Ausnahme bilden schnelle Breitband-Internetanschlüsse.

Auch für die Lösung der Sprachproblematik können inzwischen technische Lösungen gut genutzt werden, wobei Mehrsprachigkeit von vornherein angestrebt werden sollte. Durch die

Verwendung zweier Landessprachen und einer gemeinsamen Kommunikationssprache (oft Englisch) kommt es für die beteiligten Mitarbeiter meist automatisch zu bedeutsamen Lerneffekten. In einzelnen Fällen ist es sinnvoll, eigene begrenzte Fachwörterbücher aufzubauen. Klassische autorisierte Übersetzungen erscheinen nur bei Dokumenten mit hoher rechtlicher Relevanz sinnvoll.

Als sehr hilfreich hat es sich erwiesen, bestimmte häufig verwendete Dokumente zu formalisieren und einheitlich zu formatieren, zum Beispiel Formulare, Checklisten u. ä. Beispielsweise wurden Excel-Formulare mit Zeilen- und Spaltenbeschriftung in Deutsch, Englisch und Türkisch für die Zusammenarbeit mit türkischen Unternehmen genutzt.

3 Netzwerkmanagement

Ein Netzwerk funktioniert auf Dauer nicht ohne einvernehmlich installierte und autorisierte Führung. Deren Aufgaben sollten sein:

- die internen und externen Ziele des Netzwerkes zu definieren und zu kommunizieren,
- Netzwerkmanagement als interne Dienstleistung anzubieten und zu realisieren,
- die eigentliche Netzwerkmoderation, also die Lösung von Aufgaben allgemeiner und das Netzwerk mehrheitlich betreffender Art zu leisten sowie
- die Beteiligung an operativer Projektrealisierung in konkreten Einzelfällen.

Erfahrungen aus dem Aufbau von Netzwerken zwischen deutschen KMU und Partnern in Bulgarien, Russland, der Slowakei, Tschechien und der Türkei zeigen, dass Probleme vor allem aus fehlender Strategie und daraus abgeleiteter Aufgabenstellung, aus vorrangigem Kapazitätseinsatz für operative Problemlösungen und fehlender Nachhaltigkeit bei der Definition und Gestaltung der Netzwerkverbindungen resultieren.

Kennzahlenbasiertes Controlling und Management von Lieferketten in dynamischen Produktionsnetzwerken

Dr.-Ing. Steffen Heinrich, Dipl.-Inf. Jörg Lässig, Prof. Dr.-Ing. habil Holger Dürr
Professur Fertigungslehre, Technische Universität Chemnitz

1 Problemstellung

Die mit dem heute in fast ausnahmslos allen Branchen stattfindenden globalen Wettbewerb um Kunden und Märkte einhergehende Notwendigkeit für Unternehmen, sich aus *Kosten- und Servicegesichtspunkten* konsequenter und stärker als bisher zu Supply Chains (SC) zusammenschließen, wirft eine Reihe neuer Probleme im Zusammenhang mit der Überwachung und dem Management dieser Wertschöpfungssysteme auf. Nur über eine *effiziente Lieferkettenorganisation* lässt sich eine *beträchtliche Verringerung der Lieferzeiten* und *-kosten* sowie der operativen Bestände erreichen. Damit kann die Reaktionszeit auf Störungen deutlich verringert werden.

Teilnehmer in bestehenden Lieferketten und Produktionsnetzwerken haben hierbei vorrangig Probleme mit der Durchführung eines ganzheitlichen, auf Kostenminimierung und Termineinhaltung orientierten *Controllings der Kundenaufträge* innerhalb der SC, da diese Prozesse bei jedem Teilnehmer zur Zeit nur lokal realisiert werden, nicht aber unternehmensübergreifendes Optimierungspotential berücksichtigen.

Ebenso schwierig jedoch auch genauso wichtig wie die *zeitnahe Überwachung* des Bearbeitungsfortschritts und des Lieferzustandes der Kundenaufträge ist eine *wirksame dynamische, die gesamten Lieferkettenprozesse berücksichtigende Störungsabwehr* im Havariefall, da sich jeder Teilnehmer nur partiell für seinen Leistungsumfang innerhalb des Wertschöpfungsprozesses verantwortlich fühlt.

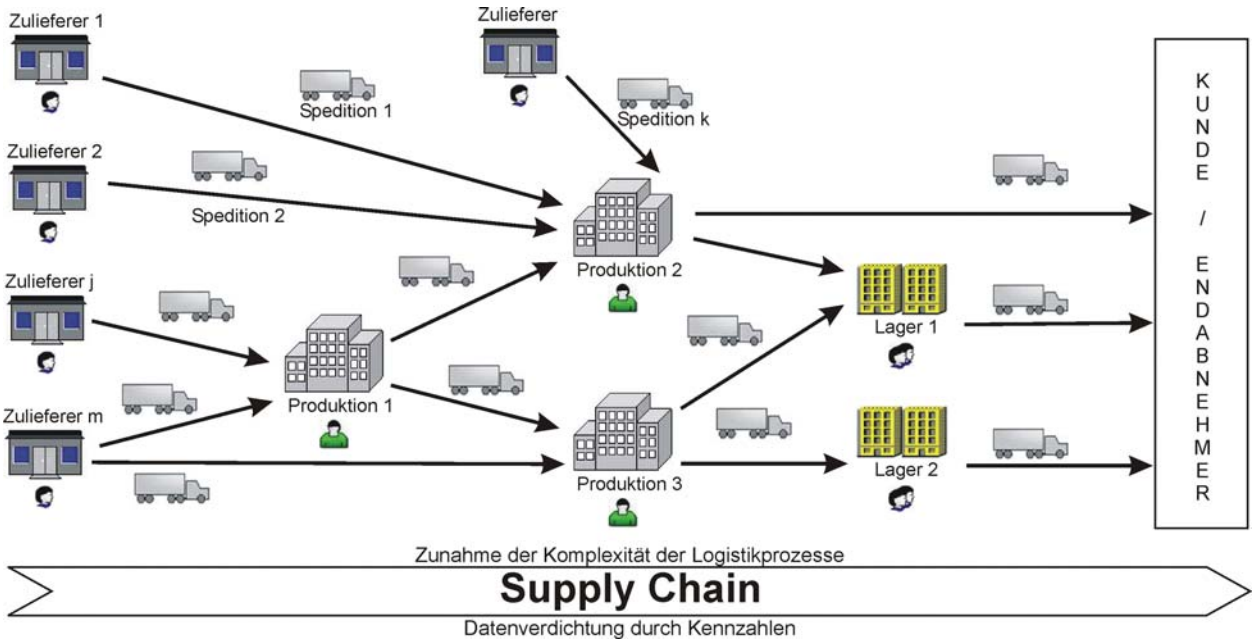


Abbildung 1: Struktur und Hierarchien der Lieferkette

Ausgehend von diesen bestehenden Defiziten und dem vorhandenen Optimierungspotential besteht der Beitrag des vorliegenden Projektes des Chemnitzer Institutes für Fertigungstechnik/ Schweißtechnik in Zusammenarbeit mit der iFD AG Chemnitz in der Lösung der aufgezeigten

Probleme durch die *Entwicklung eines integrierten, minimalinvasiven Softwaresystems zum effizienten Controlling und zur Störungsfrüherkennung sowie zum Störungsmanagement* für Aufträge in Lieferketten. Grundlage hierbei ist das Modell einer SC als unternehmensübergreifendes virtuelles Organisationsgebilde (Netzwerk), das als ganzheitliches Leistungssystem spezifische Wirtschaftsgüter für einen definierten Zielmarkt hervorbringt und die Teilnehmertypen Lieferanten (z.B. Rohteile, Halbzeuge, Norm- und Kaufteile), Produzenten (Fertiger, Montagewerke), Versender (Versandhandel, Verteilzentren) und Logistikdienstleister (Speditionen, Expressdienste) integriert (Abbildung 1).

2 Lösungsvorschlag

Das entwickelte System gliedert sich in eine *zentrale Komponente für die Lieferkettensteuerung* im vorzugsweise beim Finalproduzent angesiedelten Mastercockpit (Supply-Chain-Executive-Monitor/M) und *dezentrale Komponenten* als Aufsatzsysteme (Supply-Chain-Executive-Monitor/C) für vorhandene PPS- oder ERP-Systeme, die bei den Lieferkettenteilnehmern installiert werden. Die Kommunikation zwischen den Teilnehmern findet über das Internet durch SSL-verschlüsselte Verbindungen statt (Abbildung 3).

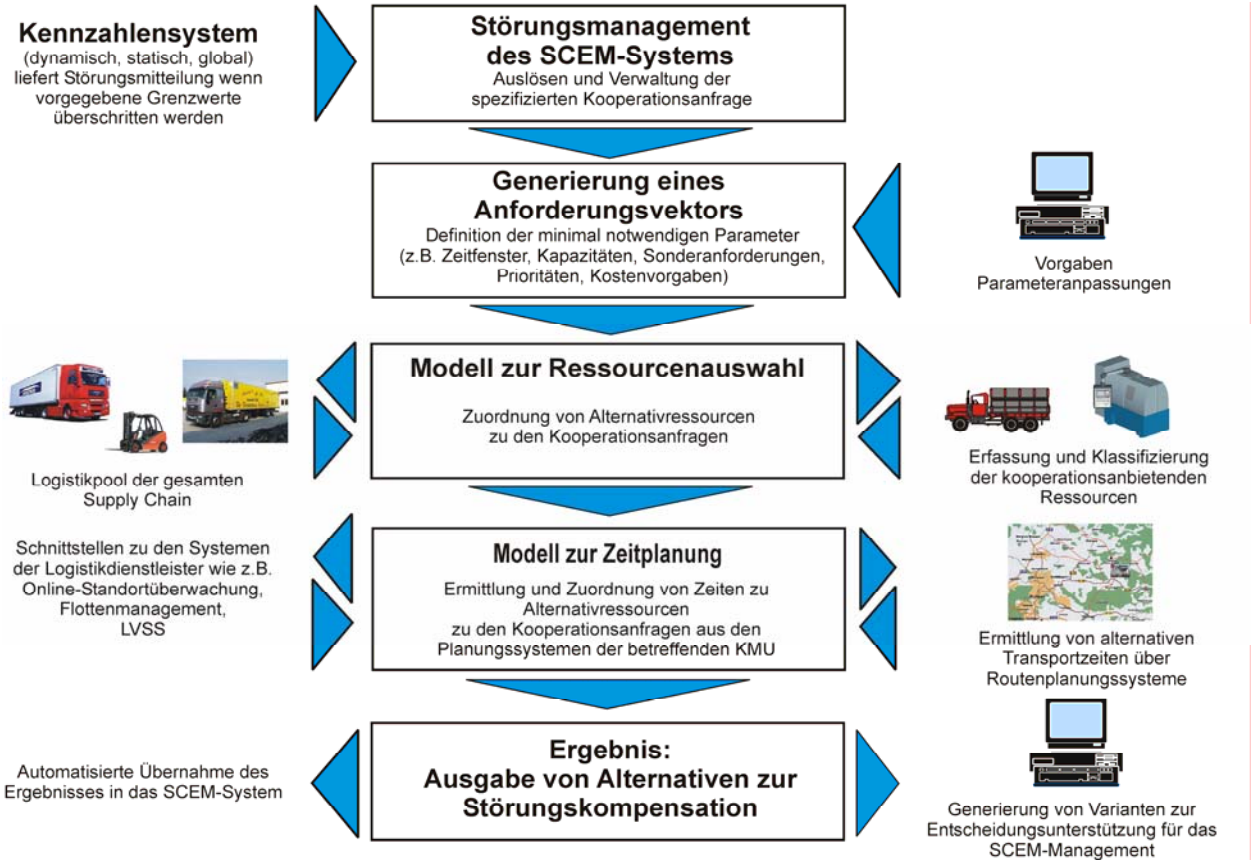


Abbildung 2: Funktionsprinzip des Controllingsystems mit Störungsmanagement und SCEM-Monitor

Kern des Systems sind Monitoring- und Controllingfunktionalitäten auf der Basis eines Kennzahlensystems, das im Abschnitt 2.1 erläutert wird. Erkennt dieses eine Störung, etwa einen Lieferverzug oder möglichen Lieferausfall, so erfolgt die Generierung eines Anforderungsvektors für alternative Lieferanten oder Produzenten, der dann die Grundlage für die durchzuführende Alternativplanung im Mastercockpit bildet. Der Anforderungsvektor enthält für ein produzierendes Unternehmen beispielsweise notwendige Bearbeitungsverfahren wie Drehen oder Fräsen, und typische technologische Kenngrößen für die Bearbeitung des zu

planenden Auftrags wie z.B. Mindestabmessungen für den Arbeitsraum, Anforderungen an die Schnittwerte und die Anzahl notwendiger Achsen der Maschine.

Die Alternativplanung ermittelt verschiedene mögliche Alternativressourcen für einen bestimmten Auftrag und bietet eine Auswahl dieser im Dialogsystem an. Abbildung 2 veranschaulicht das System zunächst im Überblick. Die Wirkungsweise einzelner Teile des Systems wird im Anschluss genauer betrachtet.

2.1 Effektives Management auf der Basis von Kennzahlen

Um das Controlling transparent, effizient und schnell realisieren zu können und um den Schutz brisanter Unternehmensdaten der in der SC agierenden Einzelunternehmen zu gewährleisten, werden auftragsrelevante Daten in den Teilnehmerstationen zu *Kennzahlen* verdichtet, so dass die Masterstation nur mit den Kennzahlen operiert und nicht an einer Fülle von Eingangsdaten „erstickt“. Anhand der Kennzahlen besteht dann die Möglichkeit zur Betrachtung von Unternehmenssachverhalten unter vorher festgelegten Bedingungen und unter einem jeweils ganz bestimmten Blickwinkel.

Welche Einzeldaten bei den Teilnehmern zu Kennzahlen verdichtet werden können und wie deren Benutzung im Controlling und Störungsabwehrprozess auf der Masterstation erfolgt, wird im Folgenden näher erläutert.

Die gewonnenen Kennzahlen werden vor allem für drei grundlegende Aufgabenbereiche beim Lieferkettenmanagement herangezogen:

- *Auswahl* des für jeden neuen Auftrag geeignetsten Unternehmens zur Auftragsausführung anhand der Kennzahlen früherer Aufträge.
- *Überwachung* der Prozesse innerhalb der SC auf der Basis *dynamischer Kennzahlen*, deren Eingangsgrößen in den teilnehmenden Unternehmen während der Abarbeitungsphase des Auftrags ermittelt und zeitnah an das Mastercockpit übertragen werden.
- *Auswahl* von Alternativressourcen *im Störungsfall*. Ist eine Störung eingetreten und ein Teilauftrag oder eine bestimmte Operation kann von einem der Projektpartner nicht oder nicht termingerecht ausgeführt werden, so können anhand vorhandener Kennzahlen in einer History geeignete Alternativressourcen gesucht werden.

Zur Realisierung der drei genannten Hauptaufgaben wurden verschiedene Kennzahlenklassen entwickelt, die im folgenden etwas näher betrachtet werden.

Statische Kennzahlen

Statische Kennzahlen werden erst nach Abschluss eines Auftrags berechnet und können daher prinzipiell nicht für Aufgaben des Monitorings herangezogen werden. Ihr Einsatz ist besonders für die Einplanung von Neuaufträgen von Belang. Hierbei können mögliche Partner nach verschiedenen Kennzahlen, also je nach Prioritätensetzung oder auftragsspezifischen Präferenzen, gerankt werden.

Wichtige statische Kennzahlen, die u.a. ermittelt werden, sind:

- Liefertermintreue
- Lieferqualität und Kosten.

Dynamische Kennzahlen

Dynamische Kennzahlen werden während des Prozess- und Produktionsablaufs in regelmäßigen, kurzen Zeitabständen immer wieder neu ermittelt und haben eine hohe Aussagekraft über den aktuellen Zustand der Auftragsabarbeitung in der SC. Sie wurden speziell für Monitoring- und Controllingzwecke entwickelt. Exemplarisch seien an dieser Stelle die dynamischen Kennzahlen Auftragsfortschritt (z.B. für ein ganz spezielles Arbeitssystem oder einen ausgewählten Fertigungsabschnitt) und Termintreue genannt.

Globale Kennzahlen

Einen Sonderstatus nehmen die *Globalen Kennzahlen* oder auch *Topkennzahlen* ein, die globale Aussagen über in der SC ablaufende Prozesse treffen und Kennzahlen der ersten beiden Gruppen als Eingangsgrößen verwenden.

Diese Kennzahlen lassen vor allem Folgerungen in Bezug auf Wirkungsgrad und Effizienz der Abstimmung von Prozessen innerhalb der SC zu und erlauben somit wertvolle qualitative Aussagen. Als Beispiele seien hier die *Globale Termintreue* TT_{Glob} sowie der *Globale Kapazitätsauslastungsgrad* KA_{Glob} genannt.

2.2 Aufbau der Softwarelösung

Das System setzt sich aus einem *Mastercockpit (SCEM-Server)* und mehreren dezentralen Komponenten bei den Teilnehmern *(SCEM-Client)* zusammen. Die *SCEM-Clientmodule* haben entsprechend dem Teilnehmertyp unterschiedliche Modelle und Algorithmen implementiert, um ein übergreifendes Controlling zu ermöglichen.

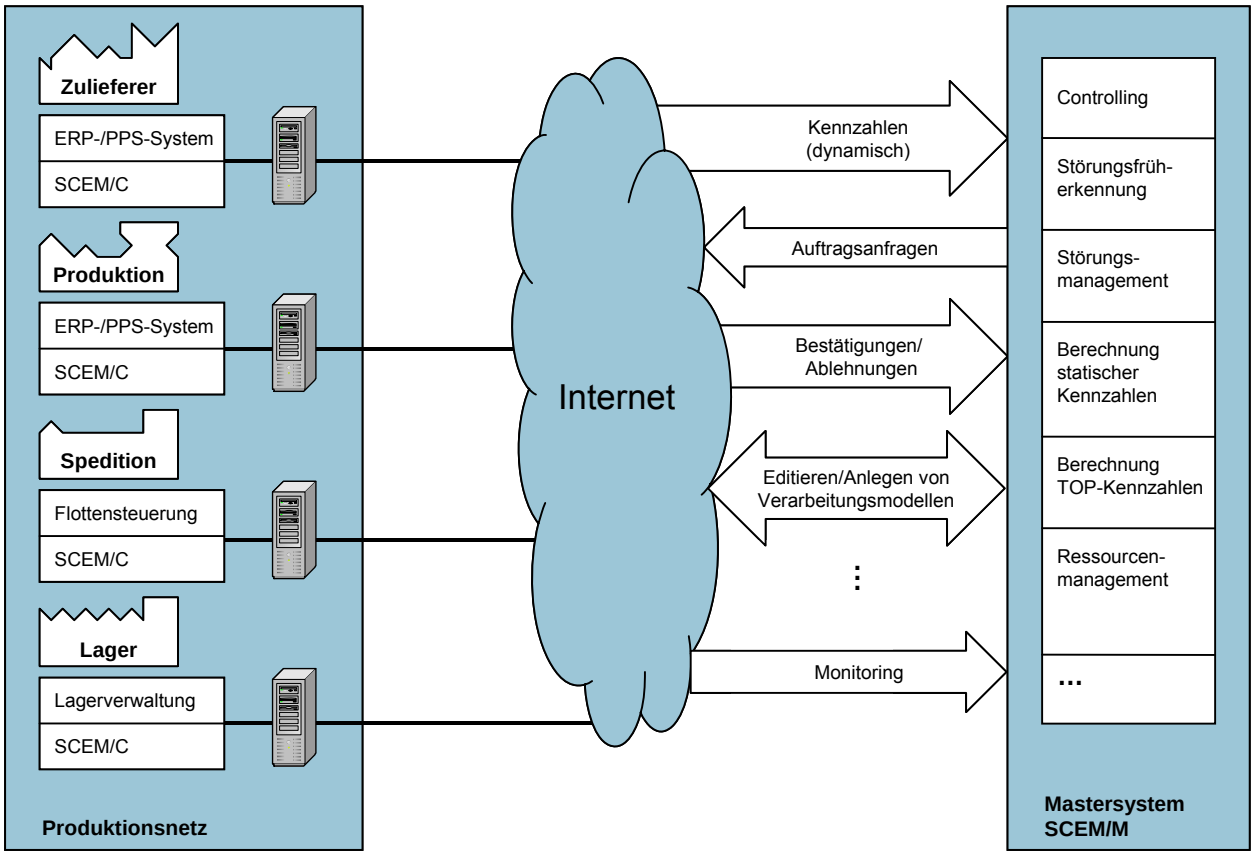


Abbildung 3: Prinzipieller Aufbau der Softwarelösung

Die entwickelten *SCEM-Clientmodule* lassen sich in vorhandene Subsysteme der Lieferkettenteilnehmer integrieren und über das Internet an das Mastercockpit ankoppeln (Abbildung 3).

Das Mastersystem bildet die zentrale Verarbeitungseinheit zur Überwachung aller Aufträge im Lieferkettennetzwerk und zur *Ableitung von Maßnahmen* für einzelne Teilnehmer oder Teilnehmergruppen zur Störungsbeseitigung beziehungsweise Störungsabwehr. Es empfängt die durch die Einzelsysteme bereitgestellten Kennzahlen für alle Aufträge und Teilnehmer, die sich in der Lieferkette befinden, und verwaltet diese in einer Datenbank auf dem zentralen SCEM-Server.

Über *Updatemodule* werden die SCEM-Clients der Teilnehmer bei Bedarf vom Mastersystem mit neuen Kennzahlen und Verarbeitungsmodellen versorgt, so dass dadurch mit einer zunächst geringen Anzahl von zu überwachenden Kennzahlen begonnen werden kann und in der weiteren Nutzungszeit, ohne Softwareänderungen vor Ort, eine Modellerweiterung realisierbar ist.

2.3 Einflussmöglichkeiten durch Controllinginstrumente

Ziel des Controllings ist die Erfassung von wichtigen, für die *Einschätzung der Zuverlässigkeit der Auftragsabarbeitung* signifikanten und aussagekräftigen Größen bei den Lieferkettenteilnehmern. Diese können sowohl zur Bewertung der Unternehmensleistung hinsichtlich festgelegter Controllingkriterien für abgeschlossene Aufträge als auch zur prognostischen Bewertung sich in Bearbeitung befindlicher Aufträge genutzt werden. Eine *unternehmensübergreifende Bewertung der gesamten Lieferkette* ist ebenfalls realisiert. Dabei werden u.a. die folgenden Controllingschwerpunkte statisch und/ oder dynamisch überwacht und über Kennzahlen verdichtet im SCEM-Cockpit ausgewertet:

- Termintreue und Lieferqualität
- Bestandsreichweite und Kapazitätsauslastungsgrad
- Störungswahrscheinlichkeit undStörungsausprägung.

Durch die Umsetzung dieser Schwerpunkte innerhalb des SCEM-Cockpits werden dem SC-Manager *Entscheidungs- und Controllinghilfen* angeboten, die ein effizientes Reagieren seinerseits zum einen auf Abweichungen des Soll-Zustandes vom Ist-Zustand und andererseits beim Auftreten außerplanmäßiger Ereignisse ermöglichen.

Schwerpunktmäßig wurden die folgenden Funktionalitäten realisiert:

- Darstellung aller zu einer Lieferkette gehörenden Aufträge mit den entsprechenden Auftrags-Stati (angelegt, eingeplant, begonnen, beendet) in Form eines Ganttdiagramms und wählbarer Zeitebenen (Monat, Woche, Tag, Schicht etc.).
- Farbliche Anzeige des entsprechenden Bearbeitungszustandes (grün – Bearbeitung läuft planmäßig; gelb – Wert einer oder mehrerer Kennzahlen nähert sich einen definierten Grenzwert an; rot – Grenzwert wurde überschritten, Bearbeitung verläuft nicht planmäßig, Störung).
- Durch Anklicken der einzelnen Auftragsfelder werden durch entsprechende Untermenüs detailliertere Informationen zum Auftrag verfügbar, wie zum Beispiel die einzelnen aktuellen Kennzahlenwerte und die vereinbarten Grenzwerte oder für ein Störungsmanagement notwendige Auftrags- und Ressourcendaten.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des vorgestellten Projektes wurde ein Supply-Chain-globales *Monitoring* sowie eine *Störungsfrüherkennung* und ein umfassendes *Störungsmanagement* für Lieferketten realisiert.

Weiterhin wurde eine *Prozessoptimierung* bei der Einplanung neuer Aufträge wie auch bei der Suche nach Alternativressourcen vorgestellt, indem auf der Basis technologischer Anforderungsvektoren, einer Kennzahlen-History mit den Kennzahlen früherer Aufträge sowie auf Basis der Ist-Situation anhand dynamischer Kennzahlen die geeignetste Ressource für den jeweiligen Auftrag ausgewählt wird.

Das vorgestellte System ersetzt den SCM-Manager nicht, sondern wurde als *Entscheidungshilfe* konzipiert, die es ermöglicht, *schneller* und *präziser* auf neue Situationen reagieren zu können. Einplanungen oder Umplanungen von Aufträgen werden im System zwar vorgenommen oder nachvollzogen, müssen jedoch auch auf konventionellem Wege erfolgen. Weiterreichende Systeme sind zwar theoretisch denkbar, werfen jedoch andere, vor allem juristische Probleme, etwa durch laufende Verträge oder der Notwendigkeit des Abschlusses von Neuverträgen, auf.

Zukünftig sollen die Funktionalitäten der *Störungsfrüherkennung* noch verbessert werden, indem die Kennzahlen-History von einem Überwachungsprozess, der über Funktionalitäten des Maschinellen Lernens verfügt, kontinuierlich mit vorhandenen Fehlerklassifikatoren abgeglichen wird.

Ein weiterer Aspekt ist die *Dynamisierung* des gesamten SCM-Netzwerks hin zu einem flexiblen Unternehmensverbund, der je nach Anforderung situationsbezogen reagieren kann und erst dann konkrete Ausprägungen von Supply-Chains hervorbringt.

Das Resultat wäre dann eine *unternehmensübergreifende, softwaregestützte Generierung und Steuerung von Kooperationen zwischen verschiedenen Unternehmen.*

Derartige Kooperationen könnten im Rahmen von nationalen und internationalen Produktions- oder Lieferkettennetzwerken, in denen die Unternehmen ihre *Kompetenzen* und Ressourcen anbieten beziehungsweise benötigte Ressourcen abfordern, gebildet werden. Mit Hilfe eines solchen Systems würde den Unternehmen innerhalb eines Unternehmensverbundes ein Instrument in die Hand gegeben werden, das insbesondere für kleinere oder mittelständige Unternehmen die Entwicklung hin zum Komplettanbieter dauerhaft und aufwandsarm unterstützt.

Literatur

[BBi02] Bartsch, H., Bickenbach, P.: Supply Chain Management mit SAP APO, Galileo Press, Bonn, 2002, ISBN 3898421112.

[BBZ01] Bodendorf, F.; Butscher, R.; Zimmermann, R.: Agentengestützte Auftragsüberwachung in Supply Chains, Industrie Management, 17 (2002) 6, 25-28, ISSN 1434-1980.

[HDH+05] Heinrich, S.; Dürr, H.; Hänel, T.;Lässig, J.: An Agent-based Manufacturing Management System for Production and Logistics within Cross-Company Regional and National Production Networks, Journal of Advanced Robotic Systems, 2, 1, 7-14, 2005, ISSN 1729-8806.

Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit nationaler Netzwerke auf internationalen Märkten

Dipl.-Ing. Holger Seidel, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung
Dr. Ina Ehrhardt, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung
Jörg von Garrel, M.A., Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung

1 Ausgangslage

Auf nationaler und internationaler Ebene vollziehen sich in der industriellen Produktion und im Dienstleistungsbereich tiefgreifende Wandlungsprozesse. Die zunehmende Globalisierung der Wirtschaft, verkürzte Produktlebenszyklen, die schnelle Verbreitung neuer Technologien sowie die Individualisierung der Kundenwünsche bestimmen die Wandlungsgeschwindigkeit der Unternehmen. Unternehmen müssen, um wettbewerbsfähig zu sein bzw. zu bleiben, anpassungs- und entwicklungsfähig sein. (vgl. [SWi04], S. V)

Durch diese neuen Anforderungen entstehen für Planungsdienstleister neue Aufgabenpotenziale, die neben der klassischen Fabrikplanung (im Sinne der Entwicklung, des Baus und des Anlaufs einer Fabrik), auch auf den Betrieb sowie den Um- bzw. Rückbau einer Fabrik fokussieren.

Da diese Prozesse auf eine Vielzahl (wissensintensiver) Dienstleistungen angewiesen sind, bestehen besonders für deutsche Unternehmen besondere Potenziale, ihre Planungsdienstleistungen international anzubieten.

So liegt die Stärke der deutschen Wirtschaft und ihrer Ingenieure seit jeher in der Entwicklung und Beherrschung komplexer Abläufe, die innovative hochwertige Produkte hervorgebracht haben. Dieses Know-how gilt es weiterhin zu nutzen und weltweit als Dienstleistung anzubieten. (vgl. [ACH+06], S. 114)

Besonders für KMU besteht dabei durch Netzwerkbildung eine Möglichkeit zur Erschließung internationaler Märkte, um so im Wettbewerb mit großen Unternehmen bestehen zu können bzw. Wettbewerbsvorteile zu generieren.

2 Dienstleistungsnetzwerke

Da im Umfeld der Fabrikplanung heute im Schnitt etwa 200 Partner verschiedener Fachrichtungen beteiligt sind (vgl. [ACH+06]), stellt die Zusammenarbeit in einem Netzwerk eine notwendige Voraussetzung erfolgreicher Arbeit in diesem Bereich dar.

Die Teilnahme eines Unternehmens an einem Dienstleistungsnetzwerk ermöglicht dabei u.a. den Zugang zu neuen Ressourcen, Technologien und Märkten, den Transfer von Wissen sowie economies of scale and scope. Aber auch die Verteilung von Kosten und Risiko, die ein Unternehmen im Rahmen eines „Alleinganges“ voll-ständig tragen muss, werden auf die einzelnen Kooperationspartner verteilt und stellen somit weitere wichtige Potenziale der Kooperation dar. Ferner besteht die Möglichkeit der Schaffung von Qualitäts- und Wettbewerbsvorteilen, da sich die jeweili-gen Unternehmen aufgrund der Netzwerkbildung auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren können und somit insgesamt ein erweitertes Dienstleistungsangebot offerieren, das sich durch Qualitätsvorteile von der Konkurrenz abgrenzt. (vgl. [ZStoJ], S. 14)

Die Ziele der Dienstleistungserbringung in Netzwerken lassen sich somit insbesondere durch Effizienzziele in Form von Kosten- und Zeitzielen und durch leistungsorientierte Ziele in Form von Qualitäts- und Leistungsumfangzielen beschreiben. (vgl. [WBö04], S. 20 ff.)

Es ist aber auch möglich, dass sich all diese Vorteile ins Gegenteil kehren, wenn im Netzwerk unproduktive Partnerschaften vorherrschen. (vgl. ebenda, S. 14 f.) In diesem Sinne sind Koordinations- und Motivationsmethoden entscheidende Faktoren für erfolgreiche Netzwerkaktivitäten.

Insgesamt macht eine Netzwerkbeteiligung dabei nur Sinn, wenn für die Beteiligten eine Win-Win-Situation entsteht.

Im nationalen Rahmen bildet die komplette Bereitstellung von Fabrikplanungsleistungen im Netzwerkverbund eine häufig angewendete Form der Marktbearbeitung, eine internationale Marktbearbeitung wird in diesem Rahmen jedoch selten ausgeführt.

3 Internationalisierung

Die zunehmend internationale Ausrichtung der Unternehmenstätigkeit und eine grenzübergreifende Orientierung ist in der heutigen Marktsituation nicht mehr allein eine Domäne von großen, etablierten multinationalen Unternehmen, sondern kennzeichnet in steigendem Maße auch klein und mittelständisch geprägte Dienstleistungsunternehmen. Dieser Trend wird zum einen durch die steigende Auslandsaktivität der Kunden und zum anderen durch den immer schärfer werdenden Wettbewerb auf den angestammten Heimatmärkten bestimmt. (vgl. [BHe00], S. 11)

Der Abbau von Handelshemmnissen, die Öffnung neuer Märkte und technologische Aspekte in Gestalt von kürzer werdenden Innovationszyklen, Verbesserungen in den Informationstechnologien und die daraus resultierenden sinkenden Transport- und Kommunikationskosten erweisen sich als weitere wesentliche Determinanten bzw. Treiber der Internationalisierungsgedanken. (Vgl. [SSS03], S. 296)

Trotz der großen Chancen, die mit der Internationalisierung verbunden sind, birgt eine solche Ausweitung der Tätigkeit im Ausland für die meisten dieser Unternehmen jedoch eine Vielzahl von Problemen und Hemmnissen. Diese werden neben den spezifischen Kundenanforderungen vor allem auch von den wirtschaftlichen, rechtlichen und kulturellen Rahmenbedingungen auf den Auslandsmärkten bestimmt.

Im Kontext von Internationalisierungsstrategien kleiner und mittlerer Dienstleister wird dabei in interne und externe Strategien unterschieden. Beim Markteintritt durch eine interne Strategie, in dessen Rahmen zwischen dem Dienstleistungsexport und der Direktinvestition unterschieden wird, nutzt der Dienstleister ausschließlich eigene Ressourcen und agiert allein, ohne einen Kooperationspartner.

Bei den externen Markteintrittstrategien kann in kurz- (Lizenzverträge, Franchising, Turnkey-Contracts) und langfristige (Joint Ventures, strategische Allianz) vertragliche Kooperationsformen unterschieden werden. (vgl. [Sal04], S. 19 ff.)

Diese unterschiedlichen Varianten der Eintrittsmöglichkeit in internationale Märkte bedeuten für die Unternehmen eine frühzeitige anforderungsgerechte Strategiedefinition. Dabei spielen zum einen das eigene Leistungsangebot und zum anderen die institutionellen Marktbedingungen und deren Einfluss auf die Dienstleistungserbringung eine wichtige Rolle. Somit rücken sowohl Dienstleistungsbündel in den Blickpunkt, als auch die internationalen Einflussparameter, die auf die Dienstleistung und ihre Erbringung wirken.

Vor diesem Hintergrund rückt die systematische Analyse des umfassenden Dienstleistungsangebotes im Hinblick auf eine internationale und gemeinschaftliche Erbringung in den Blickpunkt.

4 Service Engineering

Da der wirtschaftliche Erfolg eines Dienstleistungsangebotes maßgeblich von dessen Konzeption und Gestaltung abhängt, bildet die Dienstleistungsthematik im Bereich des Service Engineering einen wichtigen Schwerpunkt. Service Engineering ist als eine junge Disziplin innerhalb der Forschung zu verstehen, deren Verbreitung in der Praxis zunehmende Bedeutung erfährt.

Als eine neue Anforderung an das Service Engineering kann dabei ein Redesign bzw. eine Bündelung bestehender Dienstleistungen verstanden werden.

Bezüglich einer Internationalisierung von Dienstleistungen im Sinne eines umfassenden Komplettangebotes könnte dabei eine Orientierung an einem Service Engineering-Modell sinnvoll sein, das sich aus den einzelnen, idealerweise aufeinander folgenden Phasen der Modularisierung von Dienstleistungen, der Leistungstiefengestaltung der Dienstleistungsunternehmung und der Systembündelung von Dienstleistungen zu umfassenden Komplettangeboten zusammensetzt. (vgl. [Bur02], S. 14 ff.)

So ist es möglich, das Internationalisierungspotenzial des umfassenden Dienstleistungsangebotes zu untersuchen bzw. zu bestimmen. Auf dieser Grundlage lassen sich Aussagen zur Leistungstiefe bzw. zum Dienstleistungspotenzial des nationalen Netzwerkes auf dem internationalen Markt machen und so die Folgen für die einzelnen Netzwerkakteure hinsichtlich eines Komplettangebotes bestimmen.

Dieses systematische Vorgehen ermöglicht somit den Aufbau eines attraktiven Angebotes deutscher Planungsdienstleister auf dem internationalen Markt.

5 One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion

Es wird also deutlich, dass durch ein Dienstleistungsnetzwerk nationaler KMUs, die ein umfassendes Komplettangebot offerieren, eine hohe Wettbewerbsfähigkeit erwartet werden kann, die sich aufgrund des einzigartigen Angebotes, der Nutzung von Synergieeffekten, und einer hohen Dienstleistungsqualität ergeben.

Das Projekt OSS (Das Verbundvorhaben „One-Stop Services für die weltweite industrielle Produktion“ (OSS) wird im Rahmen der Bekanntmachung „Exportfähigkeit und Internationalisierung von Dienstleistungen“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt eV (DLR) betreut.) greift diese Aspekte auf und leistet einen Beitrag, Hilfsmittel zur Stärkung der Internationalisierungsfähigkeit deutscher Dienstleistungsanbieter durch die Erarbeitung von Werkzeugen für Unternehmen zum Aufbau eines attraktiven Angebotes auf dem internationalen Markt zu entwickeln und somit die Wettbewerbsfähigkeit von KMU-Netzwerken zu erhöhen.

Dabei wird im Kontext des Vorhabens der Begriff des One-Stop Services als Aufbau eines Dienstleistungsangebots rechtlich und wirtschaftlich selbständiger (nationaler) kleiner und mittelständischer Unternehmen verstanden. Speziell im Betrachtungsbereich der Fabrikplanung bieten hier KMU sowohl projektbezogene als auch kontinuierliche Dienstleistungen des gesamten Fabriklebenszyklusses aus einer Hand für Fabriken im Ausland an, um so in Zukunft einen möglichst hohen Anteil der Wertschöpfung in Deutschland zu erzielen. Die Erbringung

von Leistungen erfolgt dabei in einem ganzheitlichen auf eine konkrete Aufgabe begrenzten Netzwerk kompetenter Partner.

Als weitere wesentliche Erfolgsfaktoren eines One-Stop Services werden die mitarbeiter-orientierte Arbeitsgestaltung und die rechtliche Absicherung von Dienstleistungsangeboten im Ausland angesehen.

Um den interdisziplinären Forschungsansatz in die Praxis umzusetzen, werden die Ergebnisse der Forschungsinstitute (Forschungsinstitute sind das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung (IFF), das Institut für Arbeitswissenschaft der RWTH Aachen (IAW), das Institut für Fertigteiltechnik und Fertig-bau Weimar e.V. (IFF) und das Institut für Arbeits-, Sozial- und Wirtschaftsrecht der Universität Müns-ter (IASW).) durch Betriebsprojekte laufend in die Anwendung überführt und evaluiert. Industriepartner liefern einen konkreten Objektbereich, um die Forschungsaktivitäten inhaltlich zu unterstützen und die Gültigkeit sowie Praktikabilität der Forschungsergebnisse zu überprüfen.

Die Partner der Betriebsprojekte decken dabei inhaltlich alle relevanten Dienstleistungen des Untersuchungsbereiches mit ihren individuellen Angeboten ab. Beispielhaft seien hier die Unternehmen Kohlbecker Architekten & Ingenieure, T&O - Unternehmensberatung und precis Maschinen und Anlagen Service GmbH genannt.

Literatur

[ACH+06] Aldinger, L.; Constantinescu, C.; Hummel, V.; Kreuzhage, R.; Westkämper, E.: Neue Ansätze im „advanced Manufacturing Engineering“, in: wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 96 (2006), S. 110-114.

[BHe00] Barth, T.;Hertweck, A.: Bausteine für die Internationalisierung von kleinen und mittelständischen Dienstleistern, aus: Bullinger, H.-J.; Krcmar, H.; Zahn, E. (Hrsg.): Fit for Export: Strategien für kleine und mittelständische Dienstleister - Konzepte, Fallbeispiele und Handlungsempfehlungen, S. 11-25.

[Bur02] Burr, W.: Service Engineering bei technischen Dienstleistungen – Eine ökonomische Analyse der Modularisierung, Leistungstiefengestaltung und Systembündelung, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 2002.

[Sal04] Sallaba, G.: Gestaltung der Dienstleistungsinternationalisierung. Aus: Schenk, M.; Luczak, H.; Schlüter, W. (Hrsg.): Gestaltung der Fabrikplanung als industrielle Dienstleistung – Methodische, organisatorische, personelle und juristische Aspekte, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2004, S. 19-56.

[SSS03] Schenk, M., Seidel, H. Sallaba, G.: Theorie und Praxis der Dienstleistungs-internationalisierung – Implikationen der Dienstleistungsinternationalisierung für die Fabrikplanung, in: wt Werkstattstechnik online, Jahrgang 93 (2003), S. 295-299.

[SWi04] Schenk, M.; Wirth, S.: Fabrikplanung und Fabrikbetrieb – Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 2004.

[WBö04] Winkelmann K.; Bömmels, Y.: Planung und Bewertung von Dienstleistungs-netzwerken – Grundlagen, Ziele, Anforderungen – Arbeitspapier, 2004, online unter: http://www.fir.rwth-aachen.de/themen/ServNET_Arbeitspapier_Dez04.pdf.

[ZStoJ] Zahn, E.; Stanik, M.: Wachstumspotenziale kleiner und mittlerer Dienstleister: mit Dienstleistungsnetzwerken zu Full-Service Leistungen, online unter: http://www.ihk-ffo.de/res.php?id=706.

Die Evaluierung von Netzwerken und Netzwerkinitiativen – methodische Ansätze und praktische Erfahrungen

Dr.-Ing. Ralph Riedel, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb,
Technische Universität Chemnitz
Dr.-Ing. Claudia Scholta, Projektleiterin RKW Sachsen GmbH,
Verbundinitiative Automobilzulieferer AMZ

1 Einleitung

Netzwerke und Verbundinitiativen erscheinen seit einiger Zeit als das führende Paradigma, um die derzeitigen Herausforderungen, vor denen Unternehmen stehen. Ein Branchennetzwerk im Sinne einer Verbundinitiative stellt ein hochkomplexes, offenes und sich stetig veränderndes System dar. Das Management eines solchen Netzwerks erfordert langfristige Strategien und Methoden, die diese komplexen Wirkungszusammenhänge in wirtschaftspolitisch sinnvolle Richtungen beeinflussen. Insofern rückt bei der Evaluierung der Aspekt der Steuerung der Managementansätze viel stärker in den Vordergrund als die reine Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen. Die Autoren des Beitrags zeigen mit welchen Vorgehensweisen diesen komplexen Anforderungen genügt werden kann.

2 Die Bedeutung von Netzwerken und Verbundinitiativen

Neue Wirtschafts- und Industriestrukturen müssen sich in hoch entwickelten Industrieländern den Markterfordernissen in Forschung, Entwicklung, Produktion und Verwertung anpassen. Dabei zeichnen sich prinzipielle Veränderungen in den derzeitigen Strukturen der Wertschöpfung ab. Auf Grund ihrer Größe müssen vor allem kleine und mittlere Unternehmen, um die Fähigkeit zur ganzheitlichen kundenorientierten Leistungserstellung innovativer komplexer Produkte bzw. Dienstleistungen zu behalten bzw. zu erwerben, entweder fehlende Kompetenzen und Ressourcen anlagern oder durch Kooperation ergänzen. Zukünftige Unternehmen bestehen somit aus unterschiedlichen Organisationsformen, die durch Kunden-, Produkt- und Prozessorientierung gekennzeichnet sind und ihre Kooperationen über Unternehmen und/oder Kompetenzen abwickeln. Im Interesse des Kunden sind neben relativ stabilen zunehmend temporäre, d.h. mehrdimensionale, dynamische Netze zu gestalten und zu betreiben.

Netzwerke erscheinen seit einiger Zeit als das führende Paradigma, um die derzeitigen Herausforderungen, vor denen Unternehmen stehen, zu meistern, siehe bspw. ([CMA05, Ern97]). Mit der Hilfe von Kooperationen sind Unternehmen in der Lage, auf ökonomische, technologische und globale Veränderungen zu reagieren. Netzwerke im allgemeinen bestehen aus lose miteinander verbundenen, unabhängigen Akteuren mit gleichen Rechten. Die Netzwerkstruktur wird dynamisch entsprechend den auszuführenden Aufgaben adaptiert, ([SFB05, Syd92]). Prozesse in Netzwerken werden vielfach mit Austauschtheorien aus marktwirtschaftlicher und sozialer Perspektive erklärt, ([PHa06]).

Entsprechend dem Konzept strategischer industrieller Netzwerke ist es entscheidend für ein Unternehmen seine Aktivitäten mit denen anderer Akteure in Beziehung zu setzen. Durch die kontinuierliche Kombination und Re-Kombination von bestehenden Ressourcen (zur Leistungserstellung, Entwicklung, Innovation usw.) werden neue Ressourcen-Dimensionen generiert und entwickelt. Vom Standpunkt eines einzelnen Unternehmens aus gesehen müssen die Heterogenität der Ressourcen, die Interdependenzen zwischen den die Unternehmensgrenzen überspannenden Aktivitäten sowie die Zusammenarbeit der Unternehmen im Rahmen des Netzwerks gleichzeitig beachtet und koordiniert werden, (HFo02, Tur96]).

Unter dem Gesichtspunkt des Ausgleichs größenbedingter Nachteile mittelständischer Unternehmen verfolgt die regionale Wirtschaftspolitik seit längerem den Aufbau strategischer Netzwerke z. B. mit Baika (Bayern) oder AC-Styria (Steiermark).

In den neuen Bundesländern, speziell in Sachsen weist der Mittelstand eine spezifische Größenstruktur auf. Von den mehr 132.000 Betrieben in Sachsen beschäftigen ca. 100.000 jeweils weniger als 10 Mitarbeiter und nur 800 Betriebe beschäftigen mehr als 200 Mitarbeiter, ([SMB03]). Insofern spielen die größenbedingten Nachteile für die Wirtschaft in Sachsen eine besondere Rolle. Unverkennbar ist aber in diesem Zusammenhang vor allem die enorme Innovationskraft dieser kleinen Einheiten.

Ziel einer langfristig angelegten Wirtschaftsentwicklung muss es deshalb sein, Innovationen auch tatsächlich in serienfähige Produkte und Dienstleistungen zu überführen und somit langfristig Wertschöpfung in einer Region zu befördern.

Unter diesen Rahmenbedingungen ist ein integrativer wirtschaftspolitischer Ansatz erforderlich, der über die Bildung von strategischen Netzwerken hinaus auch den Aufbau von konkreten Unternehmenskooperationen, die auf ein spezifisches Marktpotenzial zielen, durch professionelles Netzwerkmanagement zu unterstützen.

Diesem Leitgedanken folgend wurde durch das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit 1999 die Verbundinitiative Automobilzulieferer Sachsen – AMZ initiiert. Nach der erfolgreichen Implementierung dieses ersten Projektes folgten dann 2001 die Verbundinitiative Medizintechnik, 2004 die Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen – VEMAS sowie das Netzwerk Mirko- und Biosensorische Messtechnik. Strategisch hat sich der Freistaat Sachsen auf eine konsequente, integrative Förderung von Netzwerken ausgerichtet, so dass 2006 in zwei weiteren Kernbranchen die Verbundinitiative Bahntechnik und die Verbundinitiative Technische Textilien gestartet wurden.

Die Verbundinitiativen im Freistaat Sachsen orientieren sich an den folgenden Prämissen:

- Zielgruppe ist eine wirtschaftlich bedeutsame Branche
- Einsatz eines professionellen Managements mit spezifischen Branchenkenntnissen
- Integration aller wirtschaftspolitisch relevanten Akteure (z. B. Kammern, Verbände)
- Entwicklung branchenspezifischer Konzepte zum Aufbau von Netzwerkstrukturen
- Begleitung der mittelständischen Unternehmen bei der Initiierung und Umsetzung konkreter Kooperationsprojekte mit wirtschaftlichen Zielsetzungen

3 Die Verbundinitiative AMZ

3.1 Strategischer Ansatz

Sachsen ist als „Autoland“ in Deutschland etabliert. Die Zuliefererlandschaft mit mehr als 450 direkten Zulieferunternehmen und ca. 65.000 Beschäftigten stellt für Sachsen einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor dar.

Sowohl Automobilhersteller (OEM) als auch die erste Lieferantenebene sind gegenwärtig in ihren sächsischen Standorten fertigungsorientiert und haben kaum originäre Aufgaben zur eigenständigen Produktentwicklung. Gleiches gilt grundsätzlich für die breite Masse der sächsischen Automobilzulieferer der zweiten und aller weiteren Lieferantenebenen.

Als Impulsgeber für eine langfristige Entwicklung dieser Branche hin zu mehr eigenständiger Innovation und Entwicklung als Voraussetzung für nachhaltige Sicherung von Wertschöpfung wurde 1999 die Verbundinitiative Automobilzulieferer Sachsen (AMZ) gestartet. Projektträger dieser Initiative ist nach europaweiter Ausschreibung die RKW Sachsen GmbH.

Unter dem Leitspruch „Von der Idee bis zum SOP“ bietet die Initiative Unterstützung für die mittelständische Zulieferindustrie in Sachsen. Begründet durch die Struktur der Zulieferindustrie mit vorrangig produktionsorientierten kleinen Einheiten liegt der Fokus der Initiative auf der Unterstützung der Firmen der zweiten und dritten Lieferantenebene. Dabei werden nachstehende strategische Ansatzpunkte verfolgt:

- Etablieren von Firmen innerhalb der Wertschöpfungskette Automobil als neue Lieferanten
- Erweiterung des Kundenportfolios innerhalb der Wertschöpfungskette (OEM, 1st-tier)
- Erweiterung des Produktspektrums durch innovative Lösungen auf der gleichen Lieferantenebene
- Erhöhung der Produktkomplexität und Entwicklung zum Komponenten oder System-lieferanten

3.2 Ebenen der AMZ-Netzwerkarbeit

Die Netzwerkarbeit der Verbundinitiative gliedert sich in zwei Ebenen (vgl. Abbildung 1):

- Beziehungsebene
- Projektebene

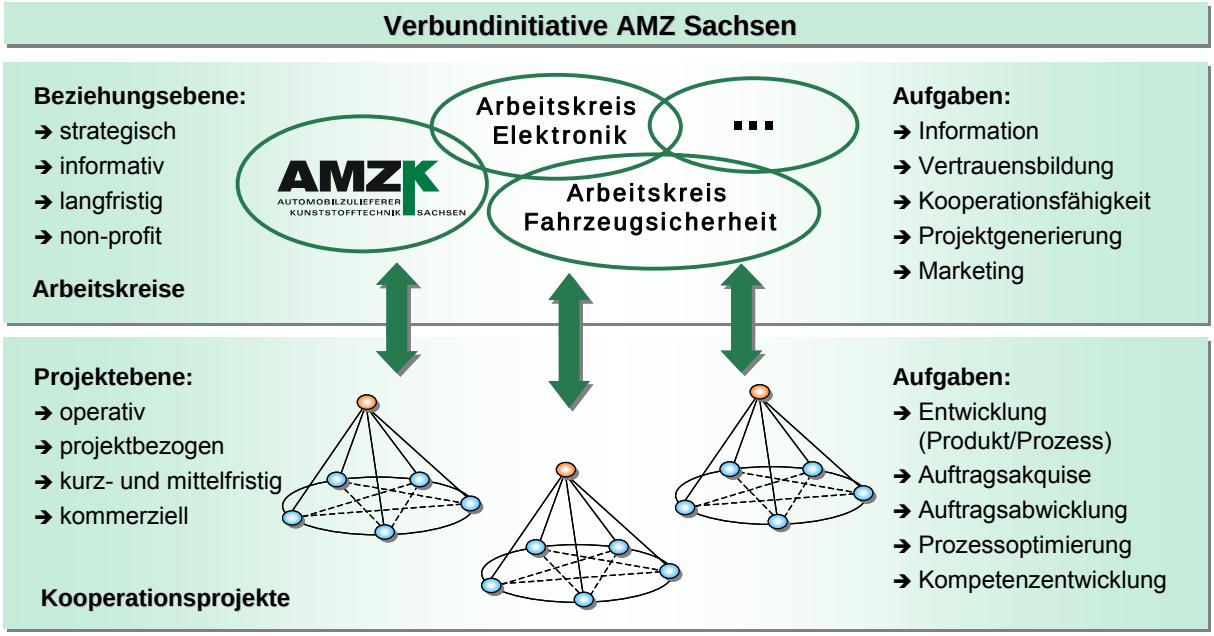


Abbildung 1: Ebenen der Netzwerkarbeit ([SFa05])

Die Struktur der Verbundinitiative folgt insofern dem Konzept der Zwei-Ebenen-Kooperation ([End03]) bzw. dem Konzept der Projektnetzwerke ([SWi99]). Zur Abwicklung eines Projektes wird auf latente Beziehungen aus dem Netzwerk zurückgegriffen und im Erfolgsfalle werden diese auch für weitere Projekte reproduziert.

Die Aufgaben des Managementteams beziehen sich in der Beziehungsebene im Sinne eines Informationsbrokers hauptsächlich auf die Aufbereitung von Entwicklungstrends und die Analyse von allgemeinen Anforderungen an die Zulieferer.

Zweck dieser Beziehungsebene ist weiterhin die Herstellung eines kooperationsfreundlichen Kommunikationsklimas zwischen den Zulieferunternehmen und deren Kunden. Durch intensive Kontakte zu den Entscheidern der Automobilindustrie in den Bereichen Entwicklung und strategischer Einkauf gelingt es, frühzeitig Themenstellungen für Innovationen der nächsten und übernächsten Fahrzeuggeneration abzuleiten. Das Management der Initiative übernimmt hier die Rolle eines nicht kommerziellen Moderators bei der Projektinitiierung.

In der Projektebene werden aus den Anregungen der Beziehungsebene konkrete produkt- oder technologieorientierte Kooperationsprojekte entwickelt. Die Initiative stellt hierbei vor allem Know-how zur strukturierten Projektentwicklung, zur Auswahl geeigneter Kooperationspartner und zum Aufbau der Kontakte zu den Zielkunden zur Verfügung. Das Management der Initiative übernimmt somit die Rolle eines auf Projektentwicklung spezialisierten Dienstleisters.

3.3 Aufbau und Betrieb von unternehmensübergreifenden Kooperationen

Gerade an der Schnittstelle zwischen strategischem Netzwerkmanagement (Beziehungsebene) und operativer Kooperationssteuerung (Projektebene) bedarf es systematischer Vorgehensweisen, da dort grundlegende Voraussetzungen für den erfolgreichen Verlauf von Kooperationsprojekten gelegt werden.

Da Methoden und Instrumentarien, die genau die Verbindung zwischen strategischem Netzwerk einerseits und wirtschaftlich erfolgreicher Kooperation im Kontext einer komplexen Wertschöpfungskette andererseits herstellen, wenn überhaupt nur bruchstückhaft vorhanden waren, wurden auf der Grundlage einer systematischen, statistisch gesicherten Analyse von 75 abgeschlossenen Kooperationsprojekten wesentliche Einflussfaktoren auf den Erfolg von Kooperationsprojekten nachgewiesen. Zur Gestaltung von unternehmensübergreifenden Kooperationen wurden aus der empirischen Untersuchung insgesamt 24 Regeln zum Aufbau und Betrieb der Kooperationen abgeleitet und als Handlungsanleitung für Netzwerkmanager und Unternehmen methodisch aufbereitet (vgl. [Sch05]).

Zusammenfassend sollen an dieser Stelle nur eine Reihe ausgewählter Erfolgsfaktoren, die maßgeblich durch die Projektentwicklung zu beeinflussen sind, dargestellt werden:

- Netzwerkarbeit kann sich nicht nur auf Information und Kommunikation beziehen. Konkrete, kundenorientierte Projekte bilden den Kern eines dauerhaft stabilen Verbundes.
- Netzwerkprojekte bedürfen eines Zielkunden, der möglichst zu einem frühen Zeitpunkt durch Zielvorgaben in das Projekt eingebunden ist und dieses über den gesamten Verlauf hinweg im Sinne einer Steuerungsfunktion begleitet. Der Zugang zum Zielkunden wird durch innovative Ideen möglich.
- Netzwerke in der Automobilindustrie bedürfen eines Leadunternehmens, das gegenüber dem Kunden als zentraler Ansprechpartner fungiert. Die Partner solcher Projekte sollten anhand der Kooperationszielstellung ausgewählt werden, so bilden sich ergänzende Kompetenzprofile. Die Partnerstrukturen stabilisieren sich über mehrere Projekte.
- Kontinuierliche Betreuung bei der Projektentwicklung und Projektfinanzierung verkürzt die Realisierungszeiträume. Das Netzwerkmanagement ist durch die Integration von fachlichem Know-how und ausgeprägten Branchenkenntnissen im Sinne eines Beziehungsnetzwerks gekennzeichnet.

Dem Projektcharakter der Unternehmenskooperationen folgend findet die nachstehende Gestaltungsmethodik zum Aufbau und Betrieb von Kooperationen in der Verbundinitiative AMZ Anwendung, vgl. Abbildung 2.

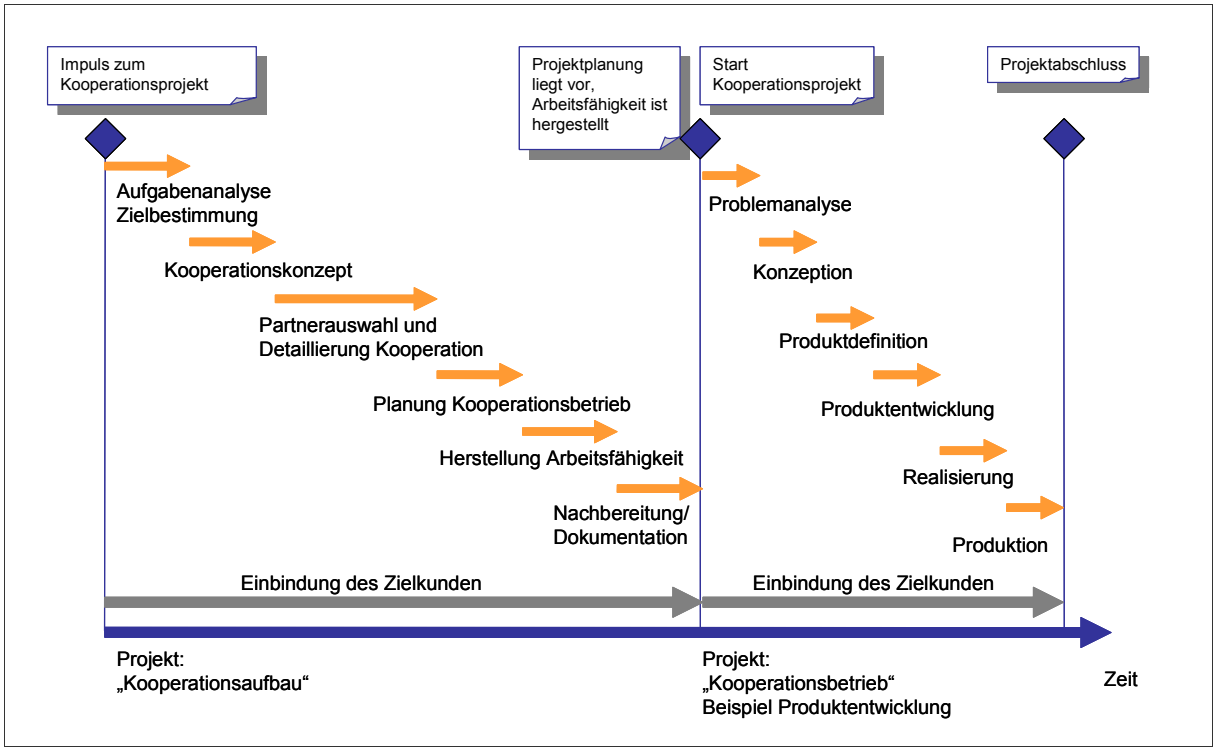


Abbildung 2: Phasen von Kooperationsprojekten ([Sch05])

Insgesamt ist festzustellen, dass der Aufbau von Kooperationen keineswegs ein triviales Problem darstellt. In Abhängigkeit von der Ausgangskonstellation ist mit Projektzeiträumen bis zum Start der Kooperationsumsetzung von bis zu 5 Monaten zu rechnen. Durch systematische Vorgehensweisen bei der Projektentwicklung lassen sich jedoch Steigerungen des Verhältnisses von Projektideen zu tatsächlich realisierten Kooperationen von ca. 20% erzielen, ([Sch05]).

3.4 Evaluationserfordernis

Ein Branchennetzwerk im Sinne einer Verbundinitiative stellt ein hochkomplexes, offenes und sich stetig veränderndes System dar. Die Wirkmechanismen in diesem System sind nicht als lineare Ursache-Wirkungsbeziehungen darstellbar, sondern ebenfalls komplex-dynamisch.

Das Management eines solchen Netzwerks erfordert langfristige Strategien und Methoden, die diese komplexen Wirkungszusammenhänge in wirtschaftspolitisch sinnvolle Richtungen beeinflussen. Aufgrund sich stetig verändernder Rahmenbedingungen müssen Management-ansätze im Detail flexibel sein, um die globalen Zielstellungen langfristig zu realisieren. Der Zeithorizont einer Wirksamkeit von Maßnahmen liegt bei dieser Art von Programmen bei 5 bis 10 Jahren.

Insofern ist der Aspekt der Steuerung der Managementansätze viel stärker zu gewichten als die reine Beurteilung der Wirksamkeit von Maßnahmen.

Darauf aufbauend wurde für die Verbundinitiative AMZ eine projektbegleitende Evaluierung konzipiert, die sowohl Ergebnisse beurteilt, inhaltliche Strategien und methodische Ansätze bewertet als auch Rückschlüsse auf Steuerungserfordernisse während der Programmlaufzeit zulässt.

4 Die Evaluierung von Verbundinitiativen – Anforderungen und Konzept

4.1 Anforderungen

Für den Begriff „Evaluierung“ gibt es eine Vielzahl von Definitionsversuchen. Die folgende kleine Auswahl soll dies illustrieren:

- „Eine kritische und distanzierte Betrachtung von Zielen und der Art, in der sie erreicht werden" ([HMT88])
- „Die systematische Anwendung von Verfahren [der Sozialforschung] zur Bewertung von Konzipierung, Planung, Durchführung und Nutzen öffentlicher Programme" ([RFr93])
- „Die Beurteilung öffentlicher Maßnahmen anhand ihrer Ergebnisse, Auswirkungen und Bedürfnisse, die sie erfüllen sollen" ([EKo93])
- „Die systematische Anwendung empirischer Forschungsmethoden zur Bewertung von Konzepten, deren Implementierung und der Wirksamkeit von Interventionsprogrammen“ ([BDö95])

Allen Definitionen gemeinsam sind die Beurteilungskomponente sowie der Fokus auf die Wirksamkeit der zu beurteilenden Maßnahme(n). Evaluation ist damit eine Wirkungsforschung, d.h. Evaluation untersucht den Einfluss spezifischer Interventionsmaßnahmen auf verschiedene Wirkungsdimensionen. Zu den Zielen, die mit einer Evaluation verfolgt werden, gehören die Erhöhung von Entscheidungstransparenz und die Qualitätssicherung von Programmen und Maßnahmen, s.a. ([Frü95]). Eine Evaluierung erfolgt immer systematisch und prozessorientiert. Die zum Einsatz kommenden Verfahren werden kontextspezifisch ausgewählt und angewandt.

Die mit einer Evaluation verbundenen Fragestellungen betreffen Planungsfragen, Implementationsfragen, Reflexionsfragen zur Bewertung der Programmwirkung, Fragen zur Kosten-Nutzen-Relation, Organisationsanalytische Fragen sowie Kontextspezifische Fragen.

Bei der Evaluierung sind grundsätzlich die folgenden Kernpunkte zu berücksichtigen, s.a. ([EKo97]):

1. Relevanz - Inwieweit sind die Programmziele im Hinblick auf die sich verändernden Bedürfnisse und Prioritäten zweckdienlich?
2. Effizienz – Wie wirtschaftlich sind die Inputs in Outputs und Folgen umgesetzt worden?
3. Wirksamkeit – In welchem Umfang haben die Auswirkungen des Programms zur Erreichung seiner spezifischen und allgemeinen Ziele beigetragen?
4. Nutzen – Inwieweit decken sich die Auswirkungen des Programms mit den Bedürfnissen der Zielgruppe(n)?
5. Nachhaltigkeit – Inwieweit werden die positiven Veränderungen voraussichtlich nach Beendigung des Programms anhalten?

Will man Anforderungen an die Evaluierung der Verbundinitiative ableiten, so ist zunächst der Kontext zu betrachten, in dem die Verbundinitiative eingebettet ist und in dem sie agiert. Grundsätzlich ist festzustellen, dass es sich bei dieser Situation um mehrere miteinander verschränkte Ebenen handelt, vgl. Abbildung 3.

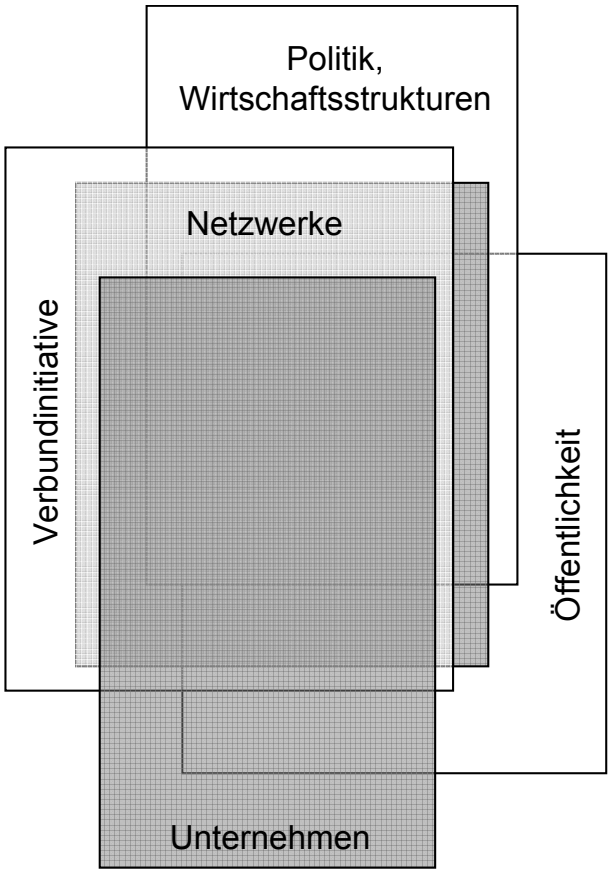


Abbildung 3: Kontext der Evaluierung

Zu den verschiedenen Akteuren und Interessengruppen, die in die Untersuchung einbezogen werden müssen, gehören die Wirtschaftspolitik bzw. politische Entscheidungsträger, die Verbundinitiative selbst (dies betrifft das Management und die Mitarbeiter) sowie der entsprechende Programmträger, die Netzwerke und die Unternehmen, die in den Netzwerken mitarbeiten und dabei verschiedene Rollen wahrnehmen, mögliche Konkurrenten sowie die Öffentlichkeit bzw. Gesellschaft.

Folgende Anforderungen an die Evaluierung lassen sich daraus ableiten:

- Einsatz mehrerer, sich ergänzender Methoden
- Fokus auf verschiedene Beurteilungsebenen/ Betrachtungsbereiche
- Projektbegleitendes Vorgehen (vergleichbar bspw. mit dem Ansatz der Action Research)
- Wahrung der Objektivität
- Betrachtung der Nachhaltigkeit der Wirkungen

Die Aufgabe bedingt weiterhin ein hohes Verantwortungsbewusstsein des Evaluierenden, da durch die Prozessbegleitung mehr oder weniger aktiv in den Prozess, der evaluiert werden soll, eingegriffen wird. Außerdem ist es erforderlich, dass der Ansatz der Verbundinitiative verstanden und verinnerlicht ist, da eine ganze Reihe von Ergebnissen interpretationsbedürftig ist.

4.2 Evaluierungskonzept

Die Durchführung einer Evaluierung ist mit der Wahl eines speziellen Evaluierungskonzepts verbunden, das den Rahmen für die Beschreibung eines Programms und die Überprüfung der

hinsichtlich seiner Wirkungen aufgestellten Hypothesen bildet. Dabei handelt es sich um die Methoden, die angewendet werden, um Informationen zusammenzutragen und zu interpretieren. Zu beachten ist, dass es keine einheitliche, generell anwendbare Methodik gibt. Vielmehr muss die Wahl der Methoden und Techniken jeweils von der speziellen Evaluierungsproblematik abhängig gemacht werden, s.a. ([EKo97]).

Für den beschriebenen Fall, der Evaluierung der Verbundinitiative AMZ, müssen die eingesetzten Methoden alle Betrachtungsebenen sowie gleichsam die Schnittmengen zwischen diesen Ebenen abdecken. Das bedeutet, Wirkungsanalysen sind nicht nur auf Ebene der Netzwerke durchzuführen sondern auch auf der Ebene der Politik, der Öffentlichkeit usw. Die folgende Tabelle gibt einen kurzen Überblick über die verschiedenen Betrachtungsbereiche und verschiedene Untersuchungsgegenstände.

Betrachtungsbereich	Untersuchungsgegenstand
Wirtschaftspolitik	Branchenentwicklung, Arbeitsplätze, F&E-Personal, …
Verbundinitiative	Effizienz der Arbeit, Anerkennung, Nachhaltigkeit, …
Netzwerke	Projekterfolg, Folgeprojekte, …
Unternehmen	Arbeitsplätze, Umsatz, zusätzliche geschäftliche Aktivitäten, …
Öffentlichkeit	Wahrnehmung, Einstellungen, …

Tabelle 1: Wirkungsanalysen auf verschiedenen Ebenen

Die eingesetzten Methoden müssen sich natürlich an diesem Grundansatz orientieren. Aus diesem Grund kommen u.a. Dokumentanalysen, Auswertungen und Vergleiche statistischer Daten, die (qualitative) Analyse von allgemeinen Trends, die Spiegelung der Arbeitsweise und Ansätze der Initiative an aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen, Interviews, Fragebögen (strukturiert/ halbstrukturiert), die Analyse von Unternehmenskennzahlen sowie Workshops und Gruppendiskussionen zum Einsatz.

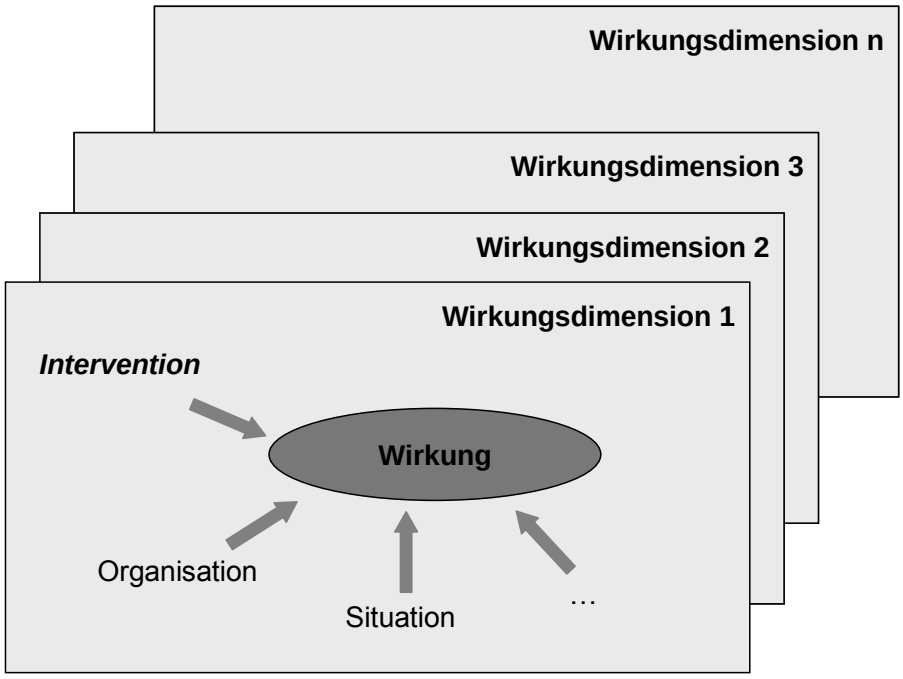


Abbildung 4: Mehrdimensionale Wirkungsanalyse

Bei der Wirkungsanalyse ist ferner zu berücksichtigen, dass es sich erstens nicht um experimentelle Designs handelt, sondern dass statt dessen neben der Intervention, d.h. den Aktivitäten der Verbundinitiative, eine Vielzahl von internen und externen Kontextvariablen einzubeziehen sind, welche das Ergebnis beeinflussen. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten. Zweitens muss, wie eben beschrieben, die Wirkungsanalyse auf verschiedenen Ebenen bzw. auf verschiedenen Dimensionen erfolgen (politisch, wirtschaftlich, usw.). Diese Dimensionen beeinflussen sich natürlich auch gegenseitig. Entsprechende Querverbindungen müssen herausgearbeitet und in die Ergebnisanalyse und -interpretation einfließen. Diese Zusammenhänge sind noch einmal in der folgenden Abbildung 4 dargestellt.

Besondere Beachtung verdient der Aspekt der Nachhaltigkeit. Dafür ist es zunächst erforderlich, den Begriff der Nachhaltigkeit zu definieren. Nachhaltige Entwicklung (engl. sustainable development) kennzeichnet im heutigen Verständnis eine Entwicklung, welche den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Umgangssprachlich wird nachhaltig als Synonym für dauerhaft oder anhaltend gebraucht. Nachhaltigkeit in Netzwerken bzw. Kooperationen kennzeichnet ein Verhalten in bzw. die Planung und Steuerung von Kooperationen so, dass eine auf Stabilität und gegenseitigem Vertrauen ausgerichtete Beziehung entsteht und dass Aktivitäten heute nicht die Fortführung der Beziehung gefährden (z.B. Realisierung eines kurzfristigen Vorteils durch einen Partner zu Lasten aller anderen). Nachhaltigkeit ist in den meisten Programmen eine zumindest implizite Zielsetzung mit übergeordneter Gültigkeit, ([Sto92]). Nachhaltigkeit ist nicht anhand globaler Messgrößen zu ermitteln sondern nur auf Ebene der Einzelprojekte, aus diesem Grund kann man für diesen Bereich nur den Ansatz von Fallstudienanalysen verfolgen, ([Yin94]).

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Beitrag wurde gezeigt, dass Verbundinitiativen für die regionale und branchenbezogene Entwicklung eine erhebliche Bedeutung besitzen. Um den Grundansatz sowie die Arbeit solcher Initiativen bzgl. ihrer Effektivität und Effizienz zu beurteilen und gleichzeitig die Entscheidungen auf übergeordneter Ebene transparenter zu machen, ist eine Evaluierung erforderlich. Diese Evaluierung ist, verglichen mit Analysen sonstiger öffentlicher Programme, mit erhöhten Anforderungen verbunden. Diese wiederum sind nur mit einem speziellen, mehrdimensionalen Ansatz zu erfüllen.

Insbesondere der langfristig strategische Ansatz von Verbundinitiativen verleiht der Evaluierung als Steuerungsinstrument eine neue Perspektive, die sich nur mit einem projektbegleitenden Ansatz realisieren lässt.

Die Aufgabe von Wirkungsanalysen (Evaluierungen) ist, mit größtmöglicher Sicherheit festzustellen, ob eine Maßnahme die beabsichtigte Wirkung hat. Es liegt in der Natur aller wissenschaftlichen Untersuchungen, dass Aussagen dieser Natur nicht mit Sicherheit, sondern nur innerhalb bestimmter Fehlergrenzen und mit unterschiedlicher Plausibilität möglich sind. Um die Fehlergrenzen zu reduzieren und die Aussagekraft von Wirkungsschätzungen zu erhöhen, müssen Evaluationen möglichst systematisch und rigoros durchgeführt werden, ([RFH88]). Es wurde gezeigt, dass für die Sicherstellung einer hinreichenden Plausibilität und einer hohen Zuverlässigkeit und Aussagekraft der Ergebnisse die Kombination verschiedener Instrumente und Methoden auf verschiedenen, miteinander verflochtenen Ebenen erforderlich ist.

Die Anwendung des beschriebenen Ansatzes wird somit nicht nur Ergebnisse im Hinblick auf die Wirkung der Verbundinitiative an sich haben, sondern darüber hinaus auch einen wesentlichen Beitrag zur Evaluationsforschung und -methodik liefern können.

Literatur

[BDö95] Bortz, J.; Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation. Berlin: Springer, 1995.

[CMA05] Camarinha-Matos, L. M.; Afsarmanesh, H.: Collaborative networks: A new scientific discipline. Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 16 (2005) No. 4-5, pp. 439-452.

[End03] Enderlein, H.: Hierarchielose regionale Produktionsnetze – Forschungsstand im SFB 457, in: Müller, E. (Hrsg.): Vernetzt planen und produzieren, VPP 2003. Tagungsband. Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Sonderheft 7. Chemnitz: Technische Universität Chemnitz, 2003.

[Ern97] Ernst, D. (1997), From Partial to Systemic Globalization: International Production Networks in the Electronics Industry, The Data Storage Industry Globalization Project Report 97-02, Graduate School of International Relations and Pacific Studies, University of California at San Diego, and BRIE Working Paper #98, Berkeley Roundtable on the International Economy, University of California at Berkeley.

[EKo93] Europäische Kommission: Project cycle management. Integrated approach and logical framework. Generaldirektion Entwicklung, 1993.

[EKo97] Europäische Kommission: Evaluierung der ausgabenwirksamen Programme der EU. Ein Leitfaden zur Halbzeit- und Ex-Post-Evaluierung. Brüssel, 1997.

[Frü95] Früchtel, F.: Evaluierung in der sozialen Praxis. Sankt Augustin: Asgard-Verlag, 1995.

[HFo02] Hakansson, H.; Ford, D.: How should companies interact in business networks?, Journal of Business Research, Vol.55 (2002) No.2, pp. 133-139.

[HMT88] HM Treasury: Policy evaluation: a guide for managers. London: Her Majesty's Stationary Office, 1988.

[PHa06] Prenkert, F.; Hallén, L.: Delineating and analysing business networks, European Journal of Marketing, Vol.40 (2006) No.3/4, pp. 384-407.

[RFr93] Rossi, P.H.; Freeman, H.E.: Evaluation. A systematic approach. Newbury Park, CA: Sage, 1993.

[RFH88] Rossi, P.H.; Freeman, H.E.; Hofmann, G.: Programm-Evaluation. Einführung in die Methoden angewandter Sozialforschung. Stuttgart: Enke-Verlag, 1988.

[SFa05] Scholta, C., Faust, M.: Automobilzulierferer Sachsen – ein Cluster im Automobilzuliefererbereich. in: Huber, Ch., Plüss, A., R. Schöne, Freitag, M. (Hrsg.): Kooperationsnetzwerke der Wirtschaft , vdf Hochschulverlag AG, Zürich 2005.- S. 343-362

[Sch05] Scholta, C.: Erfolgsfaktoren unternehmensübergreifender Kooperation am Beispiel der mittelständischen Automobilindustrie in Sachsen. Wissenschaftliche Schriftenreihe des Institutes für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme, Technische Universität Chemnitz, Heft 48, 2005.

[SMB03] SMB (2003): Sächsischer Mittelstandbericht 2003, www.sachsen.de.

[SFB05] Sonderforschungsbereich 457: Hierarchielose Regionale Produktionsnetze, Ergebnisbericht und Finanzierungsantrag. Technische Universität Chemnitz, 2005.

{Sto92] Stockmann, R.: Die Nachhaltigkeit von Entwicklungsprojekten. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1992.

[Syd92] Sydow, J. (1992), Strategische Netzwerke, Wiesbaden

[SWi99] Sydow, J.; Windeler, A.: Projektnetzwerke: Management von (mehr als) temporären Systemen, in: Engelhard, J.; Sinz, E. J. (Hrsgb.): Kooperation im Wettbewerb. Neue Formen und Gestaltungskonzepte im Zeichen von Globalisierung und Informationstechnologie. 61. Wissenschaftliche Jahrestagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaft e. V. 1999 in Bamberg. Wiesbaden: Gabler Verlag, 1999.

[Tur96] Turnbull, P.W.: Interaction, Relationships and Networks in Business Markets: An Evolving Perspective, Journal of Business and International Marketing, Vol.11 (1996) No.3/4.

[Yin94] Yin, R.K.: Case study research. Design and methods. Newbury Park, CA: Sage, 1994.

Möglichkeiten der Umsetzung einer automatisierten Gewinnverteilung in kompetenz-zellenbasierten Produktionsnetzwerken

Sebastian Sachtleben, Hendrik Jähn ,
Professur für Produktionswirtschaft und Industriebetriebslehre,
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Technische Universität Chemnitz

1 Ausgangssituation

Im Rahmen der Forschungsarbeiten zum Sonderforschungsbereich (SFB) 457 „Hierarchielose regionale Produktionsnetzwerke“ [Mül06] wurde das Betreiberkonzept „Extended Value Chain Management“ (EVCM) [Tei03] entwickelt. Dieses Betreiberkonzept arbeitet so weit wie möglich und sinnvoll automatisiert, d.h. unter intensiver Nutzung der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Ein Phasenmodell [Tei03] beinhaltet die entsprechende Ablauforganisation von der Kundenanfrage über den Wertschöpfungsprozess bis hin zur Auflösung des Netzes. Die an der vernetzten Wertschöpfung teilnehmenden Organisationseinheiten werden im Kontext des SFB 457 als Kompetenzzellen (KPZ) [Mül06] bezeichnet.

Im vorliegenden Beitrag wird ein Lösungsansatz für die Verteilung des erzielten Gewinnes oder Verlustes (nachfolgend als Gewinnverteilung bezeichnet) eines Wertschöpfungsprozesses auf die beteiligten KPZ vorgestellt. In diesem Zusammenhang werden jedoch weniger die konkreten Berechnungsvorschriften fokussiert, sondern Möglichkeiten einer informationstechnischen Umsetzung im Rahmen des EVCM dargestellt.

2 Problemstellung

Die Hauptschwierigkeit bei der Verteilung von Gewinnen in Wertschöpfungsnetzen besteht in der großen Anzahl an notwenigen finanziellen Transaktionen. So muss jede beteiligte KPZ ihren Anteil an der Wertschöpfung einschließlich Gewinnanteil vom Verkaufspreis erhalten. Nach Vereinbarung des Kauf- bzw. Verkaufspreises und Fertigstellung bzw. Auslieferung des Endproduktes stehen dem Kunden drei unterschiedliche Alternativen der Zahlung zur Verfügung:

- Er überweist jeder KPZ ihren Anteil (Nettowertschöpfung einschließlich Gewinnanteil), was jedoch bedeutet, dass der Kunde die Nettowertschöpfung jeder KPZ wissen muss und somit auch den entsprechenden Gewinnanteil abschätzen kann. Weiterhin entsteht dem Kunden ein (unzumutbar) großer Aufwand zur Durchführung dieser Transaktionen.
- Als zweite Alternative könnte eine bestimmte KPZ den gesamten Kaufpreis des Kunden erhalten und anschließend an die anderen beteiligten KPZ verteilen. Neben den genannten Problemen der Alternative 1 besteht hier noch das Risiko, dass die KPZ das Geld bspw. erst verspätet an die anderen KPZ überweist und damit Zinserträge erzielt, insolvent wird oder aber unter Umständen das Geld überhaupt nicht auszahlt.
- Die dritte Möglichkeit besteht darin, einen Treuhänder zu beauftragen, der das Geld vom Kunden in Empfang nimmt und an die beteiligten KPZ verteilt, was ebenfalls Kosten verursacht und wieder das Risiko der Indiskretion beinhaltet.

In allen Fällen entsteht in Verbindung mit der Durchführung der Transaktionen ein enormer Aufwand, der Kosten verursacht, Zeit in Anspruch nimmt und somit die durch die Kooperation im Netzwerk entstandenen Wettbewerbsvorteile wiederum reduzieren oder eliminieren kann.

3 Einordnung in das EVCM-Konzept

Im Rahmen des EVCM wird eine möglichst umfassende Automatisierung der Leistungsbewertung und Gewinnverteilung angestrebt. Für die Umsetzung ist hierfür eine Instanz einzurichten, die sich ausschließlich mit dieser Aufgabenstellung beschäftigt und in das EVCM-Betreiberkonzept integriert ist. Hierfür wurde der Ansatz der Profit Distribution Broker Unit (PDBU) entwickelt. Die PDBU ist, einschließlich ihrer informationstechnischen Umsetzung, eine Instanz, welche in das bereits entwickelte informationstechnische Konzept des EVCM integriert ist.

Die beiden wesentlichen Elemente dieses Konzeptes sind zwei Server. Der EVCM Web Server bildet mit seinem Web Service "EVCM-Control" die Schnittstelle nach außen. Diese kommuniziert mit dem Informationstechnischen Modellkern (IMK), der den zweiten Server repräsentiert und im Wesentlichen eine Datenbankfunktionalität einschließlich Logik anbietet, um Suchanfragen nach KPZ zu beantworten.

Alle erforderlichen Daten, die im Rahmen der Netzbewertung notwendig sind, erhält die PDBU sowohl vom IMK als auch vom EVCM Web Server. Dabei sollen die statischen Daten auf dem IMK Server gespeichert werden, da diese unabhängig von einem konkreten Wertschöpfungsprozess sind und folglich Stammdaten darstellen. Für einen konkreten Wertschöpfungsprozess liegen die dafür benötigten dynamischen Daten auf dem EVCM Web Server vor, von dem die PDBU die erforderlichen Informationen abrufen kann.

Die wesentlichen Aufgaben der PDBU bestehen darin, Gewinnanteile zu ermitteln, Anreiz- und Sanktionszahlungen zu verrechnen und den Rechnungsbetrag über das Informationssystem des EVCM dem Kunden mitzuteilen. Dieser erhält dabei auch die Zahlungsaufforderung und kann den zu zahlenden Preis direkt per Onlinebanking oder Überweisung bzw. Einzahlung bei seiner Bank auf das angegebene Netzwerkkonto überweisen. Dieses Konto besitzt zwei Funktionen: Einzahlungen entgegenzunehmen und Auszahlungen durchzuführen, die von der PDBU angewiesen wurden. Ein ungelöstes Problem in diesem Zusammenhang ist die Frage nach dem Inhaber dieses Netzwerkkontos.

Mit Einführung der PDBU ist es erforderlich, dass Daten für die Ermittlung der KPZ-spezifischen Gewinnanteile einschließlich Leistungsbewertung und Anreizzahlungen erfasst werden. Ebenfalls werden Informationen zu Kontodaten und Preisvorstellung benötigt. Für die Übermittlung und den Empfang der Informationen für die Preiskalkulation und den Zahlungsverkehr nutzen die KPZ und die Kunden den Web Service. Die PDBU auf dem EVCM Web Server hat damit über den Web Service EVCM-Control eine Schnittstelle zu den anderen KPZ sowie dem Kunden. Damit sind sowohl die Kunden als auch die KPZ in der Lage, die erforderlichen Daten über das Internet zu übermitteln. Zur Speicherung wichtiger Daten wie bspw. Preise, Kontendaten, Gewinnanteile usw. steht wiederum der IMK zur Verfügung.

4 Aufgaben der PDBU

Im zeitlichen Verlauf des Wertschöpfungsprozesses unterteilt sich das Aufgabenspektrum der PDBU in die nachfolgend aufgeführten Aufgabenbereiche:

- Übernahme aller Kalkulationen, die im Rahmen der Gewinnverteilung und wertschöpfungsbezogenen Netzbewertung notwendig sind
- Durchführung sämtlicher Finanztransaktionen und Funktionen der Fakturierung zwischen KPZ und dem Kunden
- Überwachung der Zahlungsvorgänge durch ein permanentes Monitoring im Rahmen des EVCM

Im Falle eines Kundenauftrages hat die PDBU somit die folgenden Aufgaben auszuführen: Auf der Basis der KPZ-spezifischen Nettowertschöpfung und dem (kalkulatorischen) Netzgewinn kann die PDBU den Angebotspreis ermitteln. Der Algorithmus zur Bestimmung des hierbei einkalkulierten Angebotsgewinns wird von der PDBU ausgeführt. Kommt es zu Verhandlungen zwischen Netzwerk und Kunde dient der Web-Service als Kommunikationsmedium der PDBU. Dabei würde im Falle einer zu hohen Preisvorstellung seitens der KPZ, die PDBU den KPZ eine Nachricht z.B. E-Mail übermitteln, dass diese bspw. ihre Gewinnerwartungen anpassen müssen, da der Kunde den Preis nicht akzeptiert. Ist dies erfolgt und hat die PDBU von jeder KPZ einen neuen erwarteten Gewinnanteil erhalten, kann der korrigierte Preis dem Kunden mitgeteilt werden. Bei den korrigierten Gewinnerwartungen der KPZ überprüft die PDBU diese auf ihre Verhältnismäßigkeit zur vorherigen Gewinnerwartung. Damit soll ausgeschlossen werden, dass einzelne KPZ ihre Gewinnerwartungen nur minimal senken, während andere KPZ eine viel größere Bereitschaft zur Reduktion ihrer Gewinnerwartungen zeigen. Dem Kunden wird der angepasste Preis mitgeteilt und dieser hat nun die Möglichkeit den Preis zu akzeptieren und damit der PDBU eine Zustimmung zu senden oder erneut Nachverhandlungen einzuleiten.

Kommt es nach den Verhandlungen und der konkreten Auswahl der KPZ letztlich zum eigentlichen Wertschöpfungsprozess, so folgt, nach Abschluss aller Aktivitäten, die zum Netzbetrieb gehören, die wertschöpfungsbezogene Bewertung der beteiligten KPZ. Auch hierbei kommt die PDBU wiederum zum Einsatz. Nachdem der Eingang des vereinbarten Preises durch die PDBU bestätigt wurde, können die individuellen Gewinnanteile ermittelt und auf die KPZ verteilt werden. Hierzu fragt die PDBU die erforderlichen Daten aus der Datenbank ab. Anhand des KPZ-bezogenen Wertschöpfungsanteiles und dem darin enthalten Fixanteil ermittelt die PDBU die entsprechenden Verteilungsparameter zur Gewichtung der jeweiligen Komponenten. Anschließend kann der individuelle Gewinnanteil für jede KPZ ermittelt werden. Die Daten aus jedem Wertschöpfungsprozesses werden in der PDBU gespeichert.

Nach Beendigung des Wertschöpfungsprozesses erfolgt die Leistungsbewertung aller beteiligten KPZ. Wird dabei eine (signifikante) Abweichung zwischen vereinbarter und tatsächlich erbrachter Leistung bei einer KPZ festgestellt, so werden die Gewinnanteile der entsprechenden KPZ gekürzt. Die Berechnung der Höhe dieser Sanktionen erfolgt ebenfalls durch die PDBU auf der Basis vordefinierter Berechnungsvorschriften.

5 Transaktionen durch die PDBU

Nach Beendigung des Wertschöpfungsprozesses erhält der Kunde über den Web Service des EVCM eine Online Rechnung. Der entsprechende Betrag ist auf ein Netzkonto zu überweisen, welches bei einer beliebigen Bank oder Sparkasse existieren kann und über Funktionen und Sicherheiten des Online-Banking verfügt. Es ist direkt mit der PDBU via dem EVCM Server verbunden. Auf das bei der derzeitigen Rechtslage existierende Problem, dass ein Bankkonto nur von einer juristischen Person geführt werden kann, sei hiermit ausdrücklich hingewiesen. Ein möglicher Ausweg wäre ein Treuhänder, der als rechtliche Kontoinhaber agiert, jedoch im Gegensatz zur PDBU keinerlei Zugriff auf das Konto hat.

Nach Zahlungseingang wird zunächst geprüft, ob der gezahlte Betrag in korrekter Höhe und fristgerecht überwiesen wurde. Ist dies nicht erfolgt, so wird dem Kunden eine Mahnung einschließlich Mahngebühr berechnet. Dies ist auch der Fall, wenn der Kunde die Rechnung nach Ablauf der gesetzten Frist nicht begleicht. Kann die PDBU den Erhalt des Kaufpreises bestätigen, so werden die vorab kalkulierten Gewinnanteile sowie die Nettowertschöpfung sofort an die entsprechenden KPZ überwiesen. Wird Skonto gewährt, kann dieser verrechnet werden. Die Informationen bzgl. der hierfür benötigten Bankverbindungen für die Überweisungsvorgänge erhält die PDBU aus dem IMK. Durch diese Art der Automatisierung wird gewährleistet, dass die KPZ keinerlei Informationen über Gewinnanteil oder Gewinn-

erwartungen anderer KPZ erhalten. Zudem kann eine Vielzahl von Transaktionen in relativ kurzer Zeit realisiert werden.

Eine weitere Funktion, welche durch die PDBU realisiert werden kann, ist das Clearing. Hierbei werden Forderungen, die zwischen KPZ auftreten, gegeneinander verrechnet. Dies allerdings setzt voraus, dass die betroffenen KPZ dem Clearing zustimmen.

Die Vielzahl der Interaktionen zwischen den KPZ untereinander und dem Kunden machen einen Kontrollmechanismus unabdingbar. Daher übernimmt die PDBU neben der Preiskalkulation, Gewinnermittlung und Transaktion der Gelder auch eine Monitoringfunktion. Die Notwendigkeit wird vor allem damit begründet, dass eine Vielzahl von Abstimmungsprozessen zwischen den KPZ erfolgt, aber dabei die angegebenen Informationen möglichst vertraulich behandelt werden sollen.

Neben der Überprüfung der Ausgangsdaten für die Berechnungen übernimmt die PDBU aber auch die Kontrolle über alle Transaktionen des Netzwerkkontos. So werden nur dann Auszahlungen angewiesen, wenn vorher der vollständige Rechnungsbetrag bestätigt wurde. Dabei ist jedoch der Fall zu berücksichtigen, dass eventuell Anzahlungen geleistet werden, die schon vor oder zu Beginn der Wertschöpfung an die KPZ ausgezahlt werden.

6 Zusammenfassung

Die PDBU ist eine Instanz innerhalb des EVCM, welche Berechnungen für die Preiskalkulation und die Gewinnermittlung vornimmt. Weiterhin steuert sie den Zahlungsverkehr zwischen Netzwerkteilnehmern und Kunden und nimmt finanzielle Transaktionen vor sowie Monitoraufgaben wahr. Sie ist ein Bestandteil des EVCM-Betreiberkonzeptes und ist an die bereits entwickelte Informationsarchitektur angepasst bzw. in diese integriert. Der erarbeitete Ansatz unterstützt die bisher geleistete Forschungsarbeit zur kompetenzzellenbasierten Vernetzung und stellt ein weiteres Instrument zur Unterstützung der Anwendung des EVCM-Konzeptes in der Praxis dar. Zur Evaluation des EVCM-Betreiberkonzeptes im Allgemeinen und des PDBU-Ansatz im Speziellen wurde eine Umfrage initiiert. Hierbei ist von ausgewählten KMU einer Region, die in Netzwerken agieren, ein Fragebogen zur relevanten Thematik auszufüllen. Da ein entsprechender Rücklauf verzeichnet werden konnte, ist mit den Auswertungsergebnissen in absehbarer Zukunft zu rechnen. Zudem ist eine weitere Detaillierung des Ansatzes, verbunden mit der Überführung in die Praxistauglichkeit, für die Zukunft geplant.

Literatur

[Mül06] Müller, E.: Production planning and operation in competence-cell-based networks. In: Production Planning & Control, Taylor & Francis, Vol. 17, No. 2, S. 99-112, 2006.

[Tei03] Teich, T.: Extended Value Chain Management (EVCM): Ein Konzept zur Koordination von Wertschöpfungsprozessen. Verlag der GUC, Chemnitz, 2003.

Konzepte für Kleinbetriebe zum Export industrienaher Dienst-leistungen

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Judith Hummel
Prof. Dr.-Ing. Torsten Merkel
Westsächsische Hochschule Zwickau (FH)

1 Einleitung

Für kleine und mittlere Unternehmen, die bereits aktiv Dienstleistungen erbringen, bestehen durch den Export dieser Leistungen Chancen zur Stabilisierung oder Ausweitung des Wachstums. Da der Export von Dienstleistungen aber mit einem nicht unerheblichen Risiko für das eingesetzte Kapital verbunden ist, müssen einige grundsätzliche Vorbetrachtungen berücksichtigt werden. Dieses Kapitel setzt sich mit Strategien auseinander, die es auch kleineren Unternehmen ermöglichen soll, durch gezielte Planung und Strategieentwicklung den Sprung in attraktive Exportmärkte zu bewältigen.

Im Ergebnis eines umfassenden Analyseprozesses entstand ein Vorgehensmodell für den Einstieg kleiner Unternehmen in den Dienstleistungsexport, welches im weiteren Projektverlauf zu evaluieren ist. Das Vorgehen gliedert sich in sieben Arbeitsschritte, welche jeweils 3 - 4 Phasen durchlaufen, um den für die jeweilige Situation optimalen Lösungsansatz heraus-zuarbeiten.

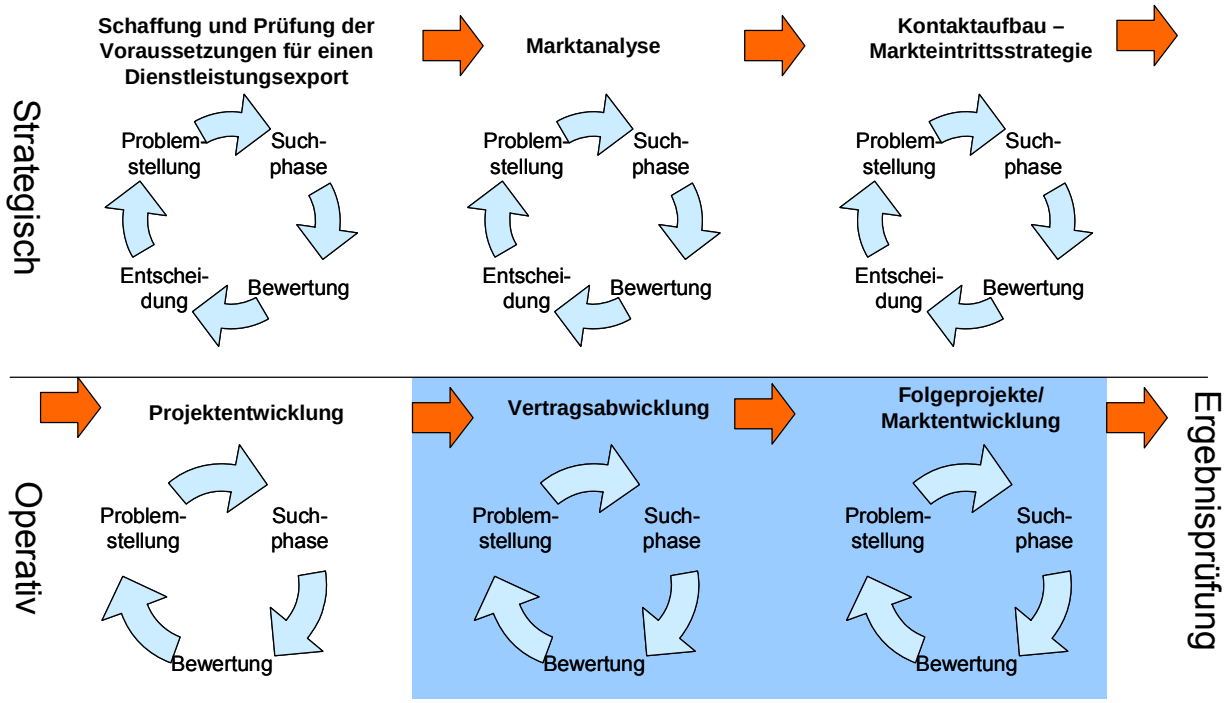


Abbildung 1: Schrittfolge zur Projektentwicklung Dienstleistungsexport (UnterlegterTeil ist nicht Inhalt des Vorhabens)

2 Schaffung und Prüfung der Voraussetzungen für einen Dienstleistungsex-port

Voraussetzung für den Export von Dienstleistungen ist eine klare Definition von Leistungs-prozessen, welcher die notwendige Differenzierung der Angebote im Zielmarkt überhaupt

ermöglicht. Idealerweise liegen bereits im Vorfeld Standards im Sinne von „best of serviceprocesses“ vor. Solche Standardprozesse stellen die Grundlage der Angebotsentwicklung bzw. eine Wahrnehmung von Serviceleistungen durch Partner, Lizenznehmer usw. dar, ohne dass Qualitätseinbußen zu befürchten sind.

Da mit einem Engagement zum Export von Dienstleistungen kaum kurzfristige Effekte im Sinne finanzieller Rückflüsse zu erwarten sind, ist ein mittelfristiger Handlungsraum mit den dafür notwendigen materiellen und personellen Ressourcen zu bestimmen. Notwendigerweise ist ein Projektcontrolling zu entwickeln, welches die Evaluierung des Vorhabens ermöglicht. Als zusätzliche Sicherheit sollten ergänzende Ziel- und Abbruchkriterien, die regelmäßig zu prüfen und ggf. anzupassen sind, definiert werden.

Vor dem Einstieg in den Dienstleistungsexport sind im Unternehmen die entsprechenden Rahmenbedingungen und Voraussetzungen ernsthaft zu prüfen.

Ausgangspunkt eines solchen Vorentscheidungsprozesses stellt die Prüfung des verfügbaren Leistungspotenzials dar. Dazu gehört neben den finanziellen und personellen Voraussetzungen eine exakte Definition der Leistungsprozesse. Dies beinhaltet die Beschreibung der Ablaufprozesse mit einer genauen Definition von Arbeits- und Prüfschritten, die Festlegung von Verantwortlichkeiten und Kriterien zur Ergebnisbewertung.

Ein weiteres Handlungsfeld stellt die Prüfung der personellen Ressourcen dar. Häufig sind in kleinen Unternehmen mögliche Träger und Multiplikatoren eines Auslandsengagements bereits in zahlreiche Aufgaben eingebunden, so dass bei einer längerfristigen Abwesenheit dieses Personenkreises mögliche negative Folgen für die Stabilität der Basisprozesse zu prüfen sind. Ist dies der Fall, so sind Möglichkeiten für geeignete Gegenmaßnahmen, wie Personalentwicklung oder eine Neustrukturierung von Verantwortlichkeiten bzw. Entscheidungsprozessen zu berücksichtigen.

3 Marktanalyse

Ein weiterer vorbereitender Arbeitsschritt besteht in der Analyse möglicher Zielmärkte. Zu berücksichtigen sind in diesem Zusammenhang die Identifikation von Wachstumsmärkten und ein Abgleich der eigenen Möglichkeiten des Marktzugangs. Entsprechende Beispiele sind der Leistungsbedarf, die Differenzierung zum regionalen Dienstleistungsangebot, kulturelle Besonderheiten oder Sprachkenntnisse.

Im Ergebnis der Marktanalyse ist die Entscheidung zu treffen, ob und wo sich mit den verfügbaren Leistungen und Ressourcen die Entwicklung eines Konzeptes zum Dienstleistungsexport lohnt. Die Marktanalyse sollte folgende Schritte berücksichtigen:

- Prüfung, in welchem Exportmarkt mittel- und langfristig Wachstumschancen und ein Bedarf für die angebotenen Leistungen bestehen.
- Welcher Aufwand ist für einen Markteintritt im Vergleich zum erwartenden Nutzen notwendig? Zu berücksichtigen sind dabei neben dem eigentlichen Leistungsprozess, sprachliche und kulturelle Einflussfaktoren.
- Zu prüfen sind die Möglichkeiten, bereits bestehende Partnerschaften oder eine externe Unterstützung sowie regionale Erfahrungen zu nutzen. Dies kann beispielsweise in Bezug auf spezifische regionale und gesetzliche Rahmenbedingungen, wie Zertifizierung oder die Durchführung von Genehmigungs- und Zulassungsverfahren, erfolgen.

Die Vielzahl der zu berücksichtigenden Informationen ist im Anschluss zu strukturieren und im Vergleich zum Ziel bzw. der eigenen Leistungsfähigkeit zu bewerten.

4 Kontaktaufbau – Markteintrittsstrategie

Für den Eintritt in den Zielmarkt bieten sich unterschiedliche Zugangsmöglichkeiten an. Entsprechende Varianten reichen von der Bildung hybrider Angebote im Kielwasser von Generalauftragnehmern/ OEM über die Möglichkeit selbst als Generalauftragnehmer zu fungieren bis hin zur Gründung eines eigenständigen Dienstleistungsunternehmens im jeweiligen Markt. Eine solche Strategie hängt in hohem Maße von den verfügbaren Rahmenbedingungen, wie Marktzugang, Partner, finanzieller Spielraum oder Risikobereitschaft ab.

Sind im Unternehmen die Entscheidungen für einen Zielmarkt getroffen, muss in Abhängigkeit der im Vorfeld ermittelten Rahmenbedingungen die passende Markteintrittstrategie ausgewählt und angepasst werden. Ein Engagement ist in jedem Fall mit der unmittelbaren Präsenz im Zielmarkt verbunden. Dies kann ganz unterschiedlich, z. B. durch Direktmarketing, Handelsvertreter oder Niederlassung erfolgen. Alternativ besteht die Möglichkeit, dass die in den Leistungsprozess eingebundenen Personen, wie Techniker, Planer oder Entwickler als zeitweilige Multiplikatoren im Zielmarkt wirken.

Besonderes Augenmerk gilt bereits vorhandenen Kontakten zum Zielmarkt.

Auslöser für die Entwicklung eines Dienstleistungsexportangebotes ist häufig das internationale Engagement eines OEM, mit dem bereits auf dem Binnenmarkt Geschäfts- bzw. Kooperationsbeziehungen bestehen. In diesem Fall bietet es sich an, die Dienstleistungen durch diesen am Zielmarkt als Teil eines Gesamtpaketes oder separat anzubieten. Der Dienstleister etabliert sich damit praktisch im „Kielwasser“ eines bereits im jeweiligen Markt anerkannten Exportunternehmens/ Generalauftragnehmers. Da deutsche Unternehmen vorzugsweise als Sachgüter- und Anlagenhersteller im Export etabliert sind, liegt die Ergänzung vorhandener „Hardware“-Exporte durch Serviceleistungen nahe. Da diese Strategie bereits durch Ausgründungen von exportstarken Großunternehmen erfolgreich betrieben wird, bietet sich eine solche Strategie auch für Subunternehmen des industrienahen Services an.

Besteht bereits ein Marktzugang beispielsweise durch eigene Niederlassungen, Vertreter oder andere Partner und für den Vertrieb von Serviceleistungen fehlen die Partner für die zu betreuenden bzw. zu entwickelnde Technik, so kann das Serviceunternehmen selbst als Generalauftragnehmer auftreten. Sind ein entsprechender Bekanntheitsgrad oder eine eigene „Marke“ vorhanden, so lassen sich eigene und fremde Leistungen zu einem Paket kombinieren, für die der Serviceanbieter selbst als OEM aktiv wird.

Besteht ein gegenseitiges Interesse sich ergänzender Anbieter von Produkten und Dienstleistungen bei ausgeglichenem Leistungspotenzial zur Kooperation, bietet sich strategisch ein gemeinsames Engagement in Form eines „joint ventures“ an. Dabei handelt es sich um ein von den Partnern zu gleichen Anteilen geführtes Konsortium, welches die Leistungsprofile der Anbieter bündelt und ggf. durch zusätzliche gemeinsam erbrachte Leistungsprozesse ergänzt. Weitere Ursachen für die Bildung eines joint ventures können staatliche Rahmenbedingungen sein, welche die Etablierung eines mehrheitlich aus dem Ausland geführten Unternehmens nicht zulassen. In diesen Fällen stellt ein joint venture häufig die einzige Form dar, sich im Zielmarkt zu etablieren.

Insofern die Marktchancen und die finanziellen Freiräume dies zulassen, besteht die Möglichkeit im Zielmarkt, ein eigenständiges Unternehmen zu gründen. Ein solches Unternehmen übernimmt bereits entwickelte Formen von Serviceleistungen mit notwendigen Anpassungen des Leistungsprozesses und etabliert diese unter eigenem Namen als regionale Dienstleister am Markt. Alternativ handelt es sich um ein Unternehmen zum Vertrieb der durch das Mutterunternehmen erbrachten Serviceleistungen an Dritte.

5 Projektentwicklung

Die Abwicklung des Vorhabens benötigt ein sich an den regionalen Bedingungen orientierendes Projektmanagement, welches das Vorhaben bis zum tatsächlichen Vertragsabschluss vorbereitet. Notwendige Aufgaben sind die Entwicklung regionaler Beziehungen, die Erstellung von Gutachten, Absatzanalysen usw.

Besteht der Zugang zum Markt, so handelt es sich bei industrienahen Dienstleistungen in der Regel um erklärungsbedürftige speziell auf den Kundennutzen zugeschnittene Leistungen. Eine möglichst enge Integration des Kunden in die Entwicklung eines Angebotsprojektes sollte in jedem Fall forciert werden, um eine passfähige Lösung und die Akzeptanz des erwarteten Gegenwertes zu sichern. Idealerweise besteht die Möglichkeit eines gemeinsamen Projekt-entwicklungsprozesses. Dieses Vorgehen erlaubt den besten Einblick in die Ziele und Erwartungen des Kunden an eine Serviceleistung. Da in einem übergreifenden Entwicklungs-prozess gemeinsame Ressourcen eingebracht werden, bedarf eine solche Vorgehensweise im Vorfeld der Klärung rechtlicher und organisatorischer Rahmenbedingungen.

Am Ende der Projektentwicklung sollte der Abschluss einer vertraglichen Grundlage für die Erbringung von Serviceleitungen stehen.

6 Vertrag - Abwicklung

Im Ergebnis der Projektentwicklung ist das vertraglich zu fixierenden Paket genau zu prüfen. Besondere Beachtung für die Vertragsgestaltung und Prozessabwicklung gilt einer möglichst exakten Prozess- und Leistungsdefinition. Je konkreter der Dienstleistungsprozess oder seine Ergebnisse umrissen werden können, umso größer ist die Chance, das Erwartungshaltung des Kunden und tatsächlicher Leistungsprozess übereinstimmen.

Mängel bei der Beschreibung des vertraglich geregelten Leistungsprozesses können sowohl bei den ausführenden Mitarbeitern, als auch bei den Partnern zu Irritationen führen, welche unmittelbare Auswirkungen auf Kosten und Kundenzufriedenheit haben. Mitarbeitern fällt es in einer solchen Situation schwer, bei unzureichender Prozessbeschreibung eine Grenze zwischen vereinbarter und erwarteter, ggf. zusätzlich zu vergütender, Leistung zu ziehen. Kunden werden eine unkonkrete Leistungsbeschreibung vorzugsweise zu ihren Gunsten auslegen. In der Folge kann es zu einer Reihe ungeplanter Mehrbelastungen und Aufwänden kommen, welche sich im Rahmen der kalkulierten Ressourcen nicht kompensieren lassen. Ein wichtiger Aspekt besteht deshalb in einem funktionierenden Wissensmanagement zwischen Leistungsentwicklung, Vertrieb und ausführenden Mitarbeitern.

Nach erfolgtem Vertragsabschluss schließt sich die Realisierung des Leistungsprozesses entsprechend den eingeführten Standards an. Ergänzend zum vertraglich abgesicherten Leistungsprozess sollten mögliche Zusatzpakete definiert werden, welche die Möglichkeit zur Ausweitung des Leistungsprozesses erlauben. Die Beschreibung solcher Zusatzleistung dokumentiert zusätzlich, dass die beschriebenen Leistungspakete nicht automatisch Teil des vertraglich vereinbarten Leistungsprozesses sind.

7 Folgeprojekte/ Marktentwicklung

Mit der Installation langfristig orientierter Serviceprozesse, kann die lokale Präsenz erhalten und für weitere Möglichkeiten des Vertriebs industrienaher Dienstleistungen genutzt werden. Eine Vorraussetzung dafür ist, dass im Rahmen des bisherigen Leistungsprozesses die Erwartungen der Kunden mindestens erfüllt wurden bzw. sich deutlich gegenüber dem marktüblichen Service abheben.

Idealerweise entwickeln sich aus einem vertraglich geregelten Leistungsprozess ergänzende Bedarfe für die Realisierung weiterer Leistungspakete. Mit einer detaillierten Leistungsbeschreibung lässt sich der möglich Mehrwert des erweiterten Dienstleistungsangebotes darstellen und dient gleichzeitig zur Abgrenzung gegenüber Basis- und Alternativangeboten.

Die erfolgreiche Realisierung von Dienstleistungen fördert ähnlich wie bei „Hardware"-Produkten das Vertrauen in den angebotenen Leistungsprozess und fördert damit die Gewinnung bzw. Vermittlung von Neukunden über bestehende regionale Netzwerke, zu denen ein externer Leistungsanbieter im Normalfall keinen direkten Zugang besitzt.

8 Ergebnisprüfung

Der Erfolg eines Vorhabens muss sich an den ursprünglich aufgestellten Zielen und Rahmenbedingungen messen lassen. Noch während der Realisierung des Serviceprozesses sind deshalb die mit Projektbeginn aufgestellten Zielkriterien zu prüfen. Im weiteren Verlauf lassen sich die gewählten strategische Konzepte für die Fortführung des betrieblichen Engagements im Dienstleistungsexport zu prüfen und ggf. korrigieren. Die eingangs vorgenommene Bewertung die Zielkriterien sollte unter den gewonnenen Erfahrung neu bewertet werden. Dazu eigenen sich Methoden wie Nutzwertanalysen oder der paarweise Vergleich bis hin zur Nachkalkulation eines Engagements im Dienstleistungsexport.

Reengineering of a Schipyard Company Based on Core Competences

Prof. Dr.-Ing. Ivica Veža, Professor Plant Layout, University of Split, Croatia

1 Introduction

In approach to this subject, it is necessary to specify the following initial assumptions ([Sla02]):

- Ship is a final product of the shipyard, yet it contains all sorts of products characterized by high degree of a final processing of the supporting industry and various handicraft trades.
- Ships as well as the other products of the shipyard present its capital objects thus having their significant multiple impacts not only on the entire region's economy but also on the economy of the Republic of Croatia as a whole.
- The Croatian Naval Architecture, taken as an extremely export activity, may have a significant effect on the country's positive commercial balance sheet. The efforts of making the national naval architecture's business network stronger and the increase of domestic component in the ship's value structure consequently influence a growth of indirect export realized through a ship as the final export product.
- The world practice recognizes the naval architecture as an intense work industry.
- Through Naval Architecture Croatia is introduced with the international standards of quality and business, therefore promotes its technological development as well as its own human resources in a various scientific and professional levels.

It is worth to point out that all previous theses have contributed a lot to the importance and significance of the Naval Architecture, and therefore should be considered in the context of a cranky and demanding world's naval architecture market, including its great and cyclical changes of supply and demand.

The Brodosplit shipyard's business experience up until now can be shortly characterized as following:

- business with loss,
- low productivity,
- cost oversize out of contract's calculation, specially process costs,
- significant share of cooperation's working hours in comparison with a total capacity of the shipyard,
- low degree proportion of its own capacity in construction work,
- high degree proportion of cooperation causes its fixing the costs and terms,
- losses of its own production's capacity in work hours in a regular working time,
- delay in terms of delivery,
- great number of changes, even in a repeated construction works,
- high proportion of failures (documentation failures, failures in technology, materials, etc.),

- low degree of equipped sections before the embedding,
- insufficient number of high quality workers in key professions,
- absence of consistent model in cost management,
- great dubious inheritance from the past.

On the other side, small economy of the Splitsko-Dalmatinska County dominates not only in number but also with its increasing participation in the basic economic parameters:

- it is organized in more than 99% of the total number of economic subjects,
- it employs more than 67% of the total employment of County's economy with a tendency of growth,
- it also realizes the highest level of total income, with more than 2/3 of the total County's economy income,
- it still presents the only part of County's economy that makes business with net profit (total profit is greater than total loss.

Taking all mentioned points into consideration it is to conclude that small and medium-sized businesses are significant and relatively the most successful subjects in the economic development of Splitsko-Dalmatinska County.

Nevertheless, it is obvious that there is a great potential and possibility for the increase of proportion of domestic component (material inputs) in ship's architecture. At the same time, this implicates that there is a possibility of significant increase in exploiting existing capacities as well as in founding a new productive capacities in this segment of economy. That is also a chance for development of small and medium entrepreneurship not only in the region of Dalmatia but in Croatia as a whole and it will definitely contribute to the development of Croatian Naval Architecture's small economy subsystem.

This paper presents a concept of restructuring and adjustment of Brodosplit and a total naval architecture activity in the Splitsko-Dalmatinska County, with all requirements from the environment, stressing the importance of consolidation of broader naval architecture's business system and its impact on the development of County's small economy.

2 Modular Shipyard Design

Due to a quite complex situation in the naval architecture's segment of world's market and aiming to survive, shipyards make their efforts in using the potentials in order to apply rationalization and to increase flexibility. Reducing the costs, adjusting itself to the various needs of buyers and promptly reacting on a cranky environment demands, present the elements worth to take into consideration and to focus on. Therefore, Brodosplit is trying to optimize its core competencies and to realize modular shipyard concept. Modular shipyard, beside all, implicates maximum harmonized structure of buildings and facilities, as well as logistic and organization, in order to achieve higher competitiveness and to approach the shipyards the "Best-in-Class". According to analysis the greatest possibility of saving offers the level of organization and the one of product/production design.

However, besides the investing in modern technique (devices, cranes, procedures), and a change of the organization’s structure, it is necessary to ensure efficient use of all employees’ potentials.

In order to ensure successful business activity in the future, the staff is expected to meet the following demands: competencies to resolve problems, systematic thinking (teamwork), and intelligent work. Introducing teamwork in the working processes in a sense of buyer-supplier relationships as well as in the managerial structures defining the goals and tasks, teamwork should be therefore, implement in the entire shipyard.

To realize modular shipyard project it is necessary to determine core competencies ([PHa90]) in Brodosplit, which will continue to take place inside the shipyard and to point out the steps for their improvement. On the other hand, already mentioned, so-called standard capabilities which are not so essential for Brodosplit, have to be put apart as small and medium-sized companies connected in the same network (outsourcing).

ARIS methodology (Sheer, 1999) has been used to present Brodosplit's business processes. It enables graphic presentation of business processes trough developed software on four levels:

- organization (workplaces),
- functions (performance of the activities),
- resources (basic means, documentation, material, and the like) and
- production program.

Basic characteristics of modular shipyard are as follows:

- enables fixed costs minimization,
- performs basic business, projective and engineering functions, composition, testing and receive-deliver tasks,
- all other tasks carries on cooperative shipyards through the system of participation in common product,
- chooses partners from near but also from the wider environment,
- establishes partnerships on a base of quality of components and services, price competitiveness, warranty on the terms of delivery, agreed ways and conditions of payments with the participation in business risk,
- bears entire responsibility towards ship owner and classification's company on the basis of an entire contract and ship's quality, in a whole, as well as in specific areas, and agreed the terms of delivery,
- coordinates work of its own and cooperative facilities,
- insures close relationships with all participants in process, by long-term agreements and contracts,
- purchases materials and equipment upon optimum conditions,
- insures partners in different phases of construction, with different productive profiles and different forms of ownership,
- supervises and controls results of partners work, and indirectly affects their working process,
- puts up, if possible, process or team organization in functional organization's structure.

Several meetings were held between the partners on project and responsible experts from Brodosplit, which led to the analyses about basic activities that can be taken in modular

shipyard and also other activities that can be done in small and medium-sized companies. It brings principal suggestion of the activities that may go inside modular shipyard and also the activities inside small and medium-sized companies that would be connected with modular shipyard.

However, it is necessary to pay attention to the potential limitations in the implementation of shipyard's new organization concept based on "core business", and also in extracting the individual organization's units into the independent companies. The mentioned limitations are potentially connected with different areas of business process organization: market, technology, human resources, finance, and the like. That is why, the only possible approach in the process of Brodosplit Group organizational restructuring, that can be taken by a specific, individual evaluation and elaboration of market's and other potentials for each organization's units, predicted for extracting and independent business activity, but still holding on the further significant participation in the entire naval architecture business system.

Extracting process of each of organization's units needs to be based on realistic criteria which will grant, on one side, their durability as independent commercial company, and on the other side, long-term and stable service-providing of this unit to the modular shipyard Brodosplit. In that context, it is necessary to observe all segments of re-organization and restructuring process, primary in terms of today's facilities, but also in terms of connections and relationships with, in the future, also re-organized and restructured modular shipyard.

It is obvious that the process of extraction, restructuring and adjustment of individual organization's unit to the market's conditions, will demand several steps to be made: increase of capacity's utilization degree, apropos productivity increase; reduction of failure's proportion, adjustment of organization's structure and the increase of efficiency in business activity organization (especially preparation phase) in new conditions including the possibility of rationalization according to the results of analyses and separating processes or parts of processes that "stays" inside the modular shipyard. On the basis of re-organization and restructuring, it will be necessary to revaluate costs of performing tasks of each individual organization's unit, but also the costs of external support and today's common services, keeping in mind the possibility of independent organization of some functions or the possibility that some services of the modular shipyard to a single organization unit compensate with cheaper services from external environment, and so the like.

In the second phase, organization's units separated in this way will be connected with the companies inside and outside the Splitsko-Dalmatinska County (Cluster Company).

3 Conclusion

Besides the previously elaborated organization's reengineering, it will be necessary to parallel raise technological level by investing in new equipment. This is especially significant because of the reason that old equipment may disable efficiency of transition to modular shipyard type. On the other side, old equipment causes greater costs in technological and production process as well. It is also worth to point out that the same effect will be achieved in 15 times greater investing in equipment compared with the changes in organization's structure.

After organizational and technological restructuring final and measurable objective would be to achieve annual gross profit of $320 to $350 mill. This could be done progressively, in the following 2 phases:

1. phase: achieve annual productivity of 7-8 ships (from today's 4-5 ships), which means 110 days/ship on the slipway, or 40 Wh/cGT (Working hour/compesating Gross Ton), or annual gross income of $200 to $250 mill.

2. phase: achieve annual productivity of 10 ships, which means 75 days/ship on the slipway, or 30 Wh/cGT, or annual gross income of $320 to $350 mill.

Shipyard restructured in this way would have much more competitive capability and a greater chance for survival on the market.

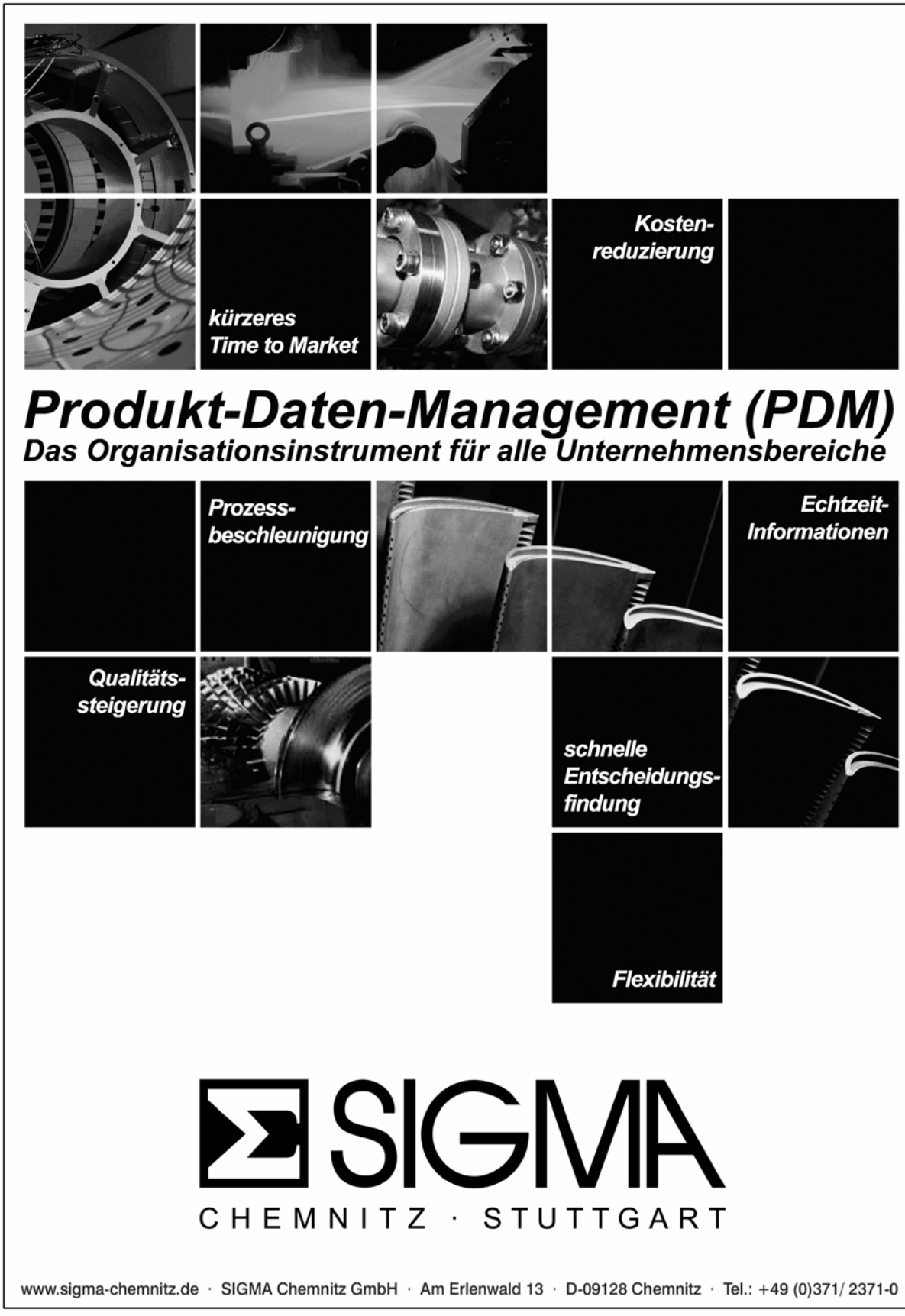
In this way a concentration of individual production's processes/services would be achieved and with a synergic effect this would include increased competitiveness of related companies and more chances for their survival on today's cranky-increasing market.

References

[PHa90] Prahalad, C.K.; Hamel, G.: The Core Competence of the Corporation. Harvard Business Review, (1990) Nr. 5-6, s. 79-91.

[Sch99] Scheer, A.W.: ARIS - Business Process Framework, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1999.

[Sla02] Sladoljev, Ž. (Editor): “Hrvatska u 21. stoljeću” – Strategija razvitka brodogradnje, Zagreb, 2002.


kürzeres
Time to Market
Kosten-
reduzierung
Produkt-Daten-Management (PDM)
Das Organisationsinstrument für alle Unternehmensbereiche
Prozess-
beschleunigung
Echtzeit-
Informationen
Qualitäts-
steigerung
schnelle
Entscheidungs-
findung
Flexibilität
SIGMA
CHEMNITZ · STUTTGART
www.sigma-chemnitz.de · SIGMA Chemnitz GmbH · Am Erlenwald 13 · D-09128 Chemnitz · Tel.: +49 (0)371/ 2371-0