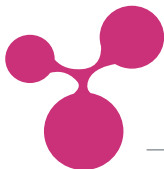


Technische Universität Dresden – Fakultät Informatik  
Professur für Multimediatechnik, Privat-Dozentur für Angewandte Informatik

Prof. Dr.-Ing. Klaus Meißner  
PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen  
(Hrsg.)



# GENEME '07

---

GEMEINSCHAFTEN IN NEUEN MEDIEN

an der  
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden

Unter Mitwirkung der  
Comarch Software AG, Dresden und der  
GI-Regionalgruppe Dresden

am 01. und 02. Oktober 2007 in Dresden  
<http://www-mmt.inf.tu-dresden.de/geneme/>  
[geneme@mail-mmt.inf.tu-dresden.de](mailto:geneme@mail-mmt.inf.tu-dresden.de)

---

## A.12 Funktionale Leistungsabfragen in Supply Webs

*Tobias Teich<sup>1</sup>, Udo Mildenerger<sup>1</sup>, Matthias Richter<sup>1</sup>, Katja Unger<sup>1</sup>, Jörg Miltzer<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Westfälische Hochschule Zwickau*

### 1. Einführung

Die Auftragsvergabe an Unternehmen, die im globalen Wettbewerb agieren, hängt neben der technischen Machbarkeit in hohem Maße von der Reaktionsfähigkeit auf Kundenanfragen ab. Hierbei erweist sich die Struktur bestehender ERP/SCM<sup>1</sup>- Systeme zunehmend als inflexibel. Der Automatismus einer Anfragebeantwortung ist, wenn überhaupt, nur über die Übereinstimmung von Artikelnummern bekannter Produkte oder bereits realisierter Aufträge einstellbar.

Diese Möglichkeit wird in der nahen Zukunft nicht mehr ausreichen, um im Rahmen des Supply Chain Managements konkurrenzfähig in Bezug auf die Zeitspanne zur Beantwortung einer Kundenanfrage zu sein. Das Forschungsprojekt „Funktionale Leistungs- und Ressourcenbeschreibung zur automatischen Auftragsabwicklung innerhalb des Product Lifecycle Managements“ soll diese Wettbewerbslücke schließen helfen und nachhaltig zur Verbesserung des Antwortzeitverhaltens beitragen. Gefördert durch das SMWK<sup>2</sup> soll in fachübergreifender Kooperation zwischen dem Institut für Management und Information (IMI), dem Institut für Produktionstechnik (IfP), der Fachgruppe Maschinenkonstruktion sowie dem Fachbereich Elektrotechnik an der Westfälischen Hochschule (WHZ) ein wissenschaftlich-methodischer Rahmen geschaffen werden, der eine grundsätzlich neue Art der automatischen Beantwortbarkeit von Kundenanfragen bereitstellen wird. Besonderes Augenmerk wird auf die funktionale Modellierung der Produktionsmittel und die effektive Nutzung der Ressourcenpotenziale gerichtet.

### 2. Ausgangssituation

Ausgehend von der Zielstellung des methodischen Rahmens gehören zur relevanten Zielgruppe vor allem die KMUs des produzierenden Gewerbes. Diese Unternehmen stehen meist einer größeren Variabilität der Produktstruktur und -anforderungen im Kontext der auftragsbezogenen Fertigung gegenüber. Sie sind gefordert, möglichst zeitnah auf der Basis gesicherter Informationen, einer spezifischen Produkthanfrage zu

---

<sup>1</sup> ERP= Enterprise Resource Planning; SCM= Supply Chain Management

<sup>2</sup> SMWK= Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

begegnen, damit diese dann zu einem potenziell lukrativen Auftrag umgesetzt werden kann.

Ein Vorteil virtueller Produktionsnetzwerke besteht u. a. in der Möglichkeit, die oft weiträumig verteilte Fertigung zwischen den Partnern einer Supply Chain so zu gestalten, dass sich eine zunächst „lineare“ logistische Kette durch zunehmend verstrickte Abhängigkeiten der Beteiligten zu einer netzartigen Struktur entwickelt – dem Supply Web. Für die auftragsbezogene Fertigung lassen sich nach dem Kriterium der Produktionsmenge folgende Typen unterscheiden:

- die Einzelfertigung,
- die Serienfertigung und
- das Konzept von Mass Customization

als Kombination beider Arten.

Im Bezug auf die Auftragsfertigung innerhalb von Supply Webs scheint einzig die flexible Einzelfertigung geeignet, um den höchst individuellen Ansprüchen der Kunden in allen Facetten gerecht werden zu können. Die Einschränkung besteht hier allerdings in der Antwortzeit bzgl. einer Anfrage und ist maßgeblich dem zeitaufwendigen Vorplanungsprozessen geschuldet, welche sogar oftmals manuell und evtl. unvollständig umgesetzt werden. Für alle Partner des virtuellen Verbundes führen diese Prozesse zu enormen Kostennachteilen. Wird die Verarbeitung einer Kundenanfrage betrachtet, so ist erkennbar, dass im Wesentlichen zwei Arten von Bearbeitungsmethoden zur Generierung von Angeboten aus einer Anfrage vorherrschen:

- Das spezifische Know-how der wesentlichen Verantwortlichen für Produktion, Beschaffung und Controlling wird abgefragt und so eine Entscheidung über Machbarkeit, Preis, Liefertermin u. a. getroffen.
- Auf Basis eines bestehenden Portfolios an Stammdaten in einem ERP-System werden bei möglicher Ähnlichkeit der Nachfrage mit bestehenden Produkten entsprechende Varianten als alternative Angebote unterbreitet, die die größtmögliche Nähe zum Kundenwunsch aufweisen (ähnlich dem Konzept von Mass Customization).

Die kurz aufgeführten Alternativen, eine Kundenanfrage zu beantworten, können allerdings dem hehren Planungsziel eines virtuellen Unternehmens nicht gerecht werden: "die Produktentwicklungszeit - das Intervall zwischen der Nachfrage nach einem Produkt und dessen Fertigungsbeginn - schrumpfen zu lassen“ [Davi93 S.106].

---

Zur Umsetzung bedarf es demnach einer geeigneten Automatisierungslösung, die idealerweise auch Kostenoptimalität realisiert.

Die Autoren bieten hier einen möglichen Lösungsansatz, der nicht nur dem Zielkriterium Zeitersparnis, sondern auch dem Individualisierungswunsch des Kunden vollständig Rechnung trägt. Besonderes Augenmerk wird auf die Möglichkeit zur Ausschöpfung des vorhandenen Ressourcenpotenzials des Unternehmens gelegt, indem alle syntaktisch möglichen, d.h. alle sinnvoll realisierbaren, durch ein Regelwerk beschriebenen Kombinationen von Ressourcen für die Generierung eines Produktes, erkennbar werden und in eine automatisierte Arbeitsplanung eingehen. Dies führt zu einer erhöhten Transparenz über die Leistungsfähigkeit der Auftragsrealisierung und verbessert somit die unternehmerische Verhandlungsposition für die generierten Kundenangebote.

### **3. Abgrenzung**

Bevor man sich der Erläuterung des Ansatzes widmet, wird zunächst die inhaltliche Abgrenzung des behandelten Sachverhalts und seine Grenzfragen behandelt. In die Betrachtung des funktional zu modellierenden Ressourcenparks fließt ausschließlich die Abbildung vorhandener Betriebsmittel ein. Es wird nicht auf deren spekulative Erweiterung im Falle einer ungenügenden Erfüllung der Produktnachfrage eingegangen. Außerdem soll bezüglich der Leistungsfähigkeit der Personalressource nach dem Qualifikationsprofil eine kombinatorische Zuordnung zu den Produktionsmitteln stattfinden. Für die Anwendung des Lösungsansatzes wird auf die branchenübergreifende Einsetzbarkeit verwiesen, da man von einer stark abstrahierten Modellierung ausgeht. Damit wird auf das Wirkungsschema von eigenschaftsverändernden Ressourcen allgemein abgestellt. Im Fokus der Ansatzbetrachtung steht die Schaffung einer durchgängigen Lösung zur automatisierten Arbeitsplangenerierung für die technologische Machbarkeit. Vorerst soll keine detaillierte Kostenverrechnung vom einzelnen Arbeitsvorgang bis zur aggregierten Produktkostenkalkulation vorgenommen werden, sondern Kostengrößen als durchreichende Posten betrachtet werden.

### **4. Beschreibung des Ansatzes**

Das durch die Autoren vorgestellte Konzept lässt sich in mehrere Modellstufen zerlegen, die jeweils in ihren Ergebnissen aufeinander aufbauen. Ausführlicher dargestellt werden die Schritte zur funktionalen Nachfrage- und Angebotsbeschreibung

sowie die Vorgehensweise zu deren Abgleich. Sie bilden den inhaltlichen Kern des vorgestellten Konzeptes, welches in Abbildung 1 in seiner Gesamtheit illustriert wird. Ausgangspunkt ist die Nachfrage des Kunden, die in einen funktionalen Nachfragevektor umgewandelt wird und den Anstoß für die funktionale Ressourcenantwort liefert. Im Abgleich von Angebot und Nachfrage wird die Generierung von Prozessvarianten und Arbeitsplänen subsumiert. Innerhalb des Scheduling ist für die Maschinenbelegung die Einplanung der Varianten vorgesehen, die anschließend kosten- und zeitmäßig bewertet werden. Nach Bewertungsausschluss gehen bestehende Varianten schließlich in den Pool von finalen umfassenden Kundenangeboten ein. Eine nähere Beschreibung der einzelnen inhaltlichen Pakete und Begriffe wird in den entsprechenden Unterpunkten geliefert.

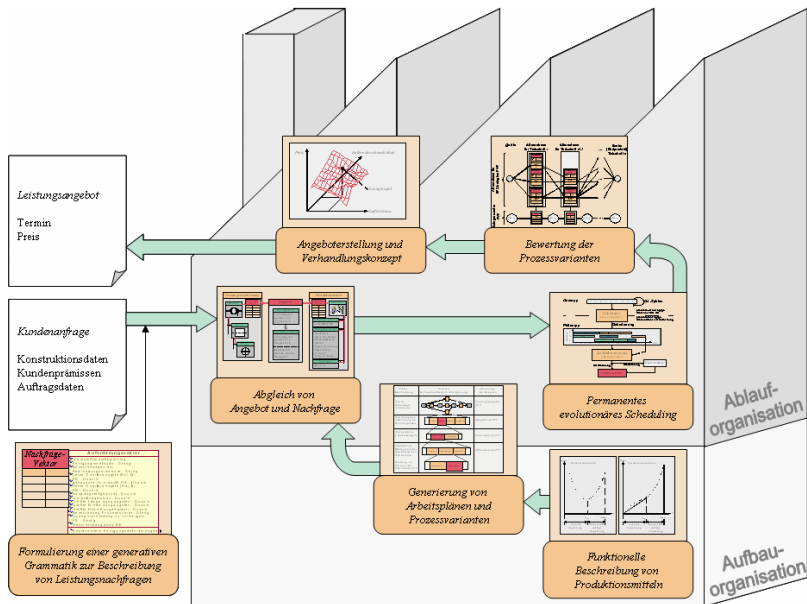


Abbildung 1: Modell zur funktionalen Leistungsabfrage in Supply Webs.

#### 4.1 Formulierung einer generativen Grammatik zur Beschreibung von Leistungsnachfragen

Ausgangspunkt des Modells ist eine Kundenanfrage an das Unternehmen, die aus den allgemeinen Auftragsdaten (Kundendaten, Liefermodalitäten usw.), seinen Prämissen im Hinblick auf eine definierte Zielmatrix von Variablen (Preis, Qualität, usw.) sowie

---

aus den Konstruktionsdaten besteht. Als Kundenwunsch gilt die Anfrage eines Partners in der virtuellen Organisation. Diese Leistungsnachfrage wird in einen Nachfragevektor überführt und in einer Sprache dargestellt, die zur webbasierten Kommunikation zwischen Unternehmen geeignet ist: XML. Als Metadatenmodell wird ein neu entwickeltes XML Schema genutzt, das die Interoperabilität zwischen einzelnen Systemen und beteiligten Unternehmen sicherstellt.

XML (Extensible Markup Language), als Metasprache zur Beschreibung von Dokumentenstrukturen im WWW bzw. als Kommunikationssprache heterogener IT-Umgebungen wird von den Autoren zur Darstellung von Angebots- und Nachfragevektoren verwendet. Eine detaillierte Spezifikation und Darstellung des Konzeptes dieses Derivats von SGML findet sich auf der Homepage des W3C (World Wide Web Consortium) [vgl. WXML], soll hier aber nicht weiter erläutert werden.

Als neuere Entwicklung findet die Beschreibung von XML- Dokumentstrukturen in Form von XML- Schemas besondere Beachtung im Projekt, denn sie dienen letztlich dem Sicherstellen der korrekt übermittelten Datenvektoren. XML Schemata liefern eine modularisierte Beschreibung der Struktur eines XML Dokuments, ähnlich den klassischen *XML Document Type Definitions* (DTD). Gegenüber der DTD folgt eine Schemadefinition der XML-Syntax und lässt sich demnach automatisiert auf gültige Typen und Wertebereiche prüfen. XML Schemata haben u. a. den Vorteil, eine große Anzahl von Datentypen zu unterstützen, eine DTD hat nur einen begrenzten Typvorrat. Somit können XML-Schemata im ersten Schritt einer Datenstrukturdefinition aus objektorientierten Datenmodellen dienen, wie z.B. beschriebene Modelle mittels *Unified Modeling Language* (UML). In einem zweiten Schritt sind sie Mittel zur Validierung von XML-Dokumenten, die mit Informationen der Ressourcendatenbank gefüllt sind. Beispielsweise lässt sich auf diese Weise sicherstellen, dass aus einer Zeichnung generierte Daten syntaktisch korrekt in einem XML- Dokument dargestellt werden, ehe sie an ein beteiligtes Unternehmen übertragen werden [vgl. BOR02 S.372].

Die Beschreibung der Nachfrage erfolgt über eine generative Grammatik in Form eines XML-Schemas. Generative Grammatiken stellen als Transformationsgrammatiken ein Grammatikmodell zur Verfügung, in dem umformende Beschreibungsmittel verwendet werden [vgl.: SCH05] und in XML z.B. als Baumstruktur darstellbar sind. Zur Generierung eines (Daten-)Satzes der Leistungsnachfrage wird eine Grammatikprüfung mit einem XML-Schema sowie ein eingegrenzter Wortschatz (Datentypen sowie Restriktionen) verwendet.

Die Leistungsnachfrage selbst wird in zwei Teilen erstellt. Zuerst werden allgemeine Eigenschaften wie Kundendaten, der gewünschte Liefertermin und Preisvorstellungen dargestellt.

Im zweiten Teil wird das Produkt mit seinen Eigenschaften in einer CAD-Zeichnung angegeben. Zu den Eigenschaften des Produkts gehören neben der Geometrie auch die Werkstoffeigenschaften, unterteilt in physikalische, chemische und technologische Merkmale eines Werkstoffes. Die Konstruktionsdaten werden in XML umgewandelt. Da im Laufe der Zeit die verschiedensten Beschreibungen von Geometrien in XML entstanden sind ([COLA], [WSVG], [W3D]) ist es notwendig, bestehende Konzepte anzupassen oder gegebenenfalls zusammenzufassen. Zum Beispiel sind in der Geometriebeschreibung bei *design.xml* von Autodesk die graphischen Primitive der SVG (Scalable Vector Graphics) mit nicht benötigten 3D-typischen Eigenschaften (z.B. Beleuchtung oder Darstellungswinkel) angereichert.

Ziel ist an dieser Stelle, ein funktionales Kommunikationsformat zur Verarbeitung von Produktmodellldaten herauszuarbeiten, die ausgehend von der Konstruktionssoftware hin zu funktionalen Nachfrageanforderungen eine konsistente Produktbeschreibung liefert. Diese Formatbeschreibung wird die Erkenntnisse des von der SCRA<sup>3</sup> geförderten und entwickelten STEP (Standard for The Exchange of Product model data) Anwendungsprotokolls 214 [ISSC] erweitern und nutzen. Der Standard STEP wurde für die Beschreibung von Produktdaten entwickelt, bei der neben den physischen auch funktionale Aspekte gespeichert werden. Für den Ansatz wurde STEP gewählt, da eine reine geometrische Beschreibung ungenügende Informationen enthält, um einen Abgleich durchzuführen. Die Organisation SCRA ist eine non-profit Organisation, die neben anderen Tätigkeitsfeldern die bisherigen Arbeiten zu STEP erweiterte und das Anwendungsprotokoll 224 für den militärischen Sektor entwickelte. Eine STEP-Datei auf Basis dieses Protokolls ist Ausgangspunkt der Nachfrage für den hier vorgestellten Ansatz.

#### **4.2 Funktionale Modellierung der Ressourcenleistung**

Bisher wurden mittels Nachfragevektor die Anforderungen an das Produkt aus dem Blickwinkel des Kunden beschrieben. Die Kundenanfrage charakterisiert somit die *Leistungsnachfrage*. Nunmehr wird das Leistungsspektrum des Ressourcenpools im virtuellen Unternehmen näher beleuchtet und damit die Perspektive aus Ressourcensicht eröffnet. Das Leistungspotenzial des Unternehmens wird durch das *Leistungsangebot* der Produktionsmittel repräsentiert und dient als Basis einer neuartigen Beschreibung

---

<sup>3</sup> SCRA= South Carolina Research Authority, <http://isg-scra.org>

---

der Aufbauorganisation des Unternehmens, einer funktionalen Modellierung der Ressourcen.

Um den Ressourcenpark eines virtuellen Unternehmens auf diese Weise zu beschreiben, wird die Idee der *eigenschaftsverändernden Ressourcen* verwendet. Dabei gehen die Autoren davon aus, dass die Eigenschaften des Produkts über bestimmte Parameter des Fertigungsverfahrens bzw. der Ressourcenfunktion direkt, indirekt oder in abhängigen Kombinationen beeinflusst werden und so individuell herstellbar sind. Von der Angebotsseite her wirken die Ressourcen mit ihren Fähigkeiten funktional auf die Produkteigenschaften ein. Die Eigenschaftsveränderung ist letztlich die Voraussetzung für den Produktentstehungsprozess. Dieser abstrahierte Grundgedanke unterstreicht die Dominanz der funktionalen Leistungsbeschreibung im beschriebenen Ansatz.

Jeder virtuelle Partner verfügt über eine bestimmte Ressourcenkombination, die im Netzwerk abzubilden ist. Funktionale Beschreibungen bedienen sich im Wesentlichen einem Vorrat von Bausteinen, ähnlich dem Baukastenprinzip. Jede Komponente des Baukastens bringt dabei die notwendigen disziplinspezifischen Informationen mit.

Modellierungsrelevant für die Produktionsmittel sind maschinenspezifische Merkmale, realisierbare Fertigungsverfahren, einzusetzende Werkstoffe und Werkzeuge sowie notwendig qualifiziertes Personal. Wichtige fertigungsrelevante produktimmanente Zusatzinformationen sind dieser zentralen, disziplinübergreifenden Konfiguration zuzuordnen. Dazu gehören z.B. technologische Informationen wie Toleranzmaße oder die Materialdefinition. Alle produktrelevanten Eckdaten bzw. Leistungskriterien werden in Form eines Angebotsvektors abgebildet. Für jede Ressource wird ein spezieller Vektor geliefert, der nur die anfragerelevanten spezifischen Attribute des Vektors enthält, welche dem Extrakt der notwendigen Ressourcenleistung entsprechen. Aus der funktionalen Beschreibung lassen sich alle nötigen Strukturparameter ableiten, so dass die Konformität des Leistungsangebots zur Leistungsnachfrage hergestellt wird.

Für die neuartige funktionale Beschreibung wird eine Klassifizierung der Ressourcen im Unternehmen vorgenommen, angelehnt an das "Integrierte Produkt- und Prozessdatenmodells (IPPM) aus dem Sonderforschungsbereich 361 [SFB98]. Ergänzt wird das Modell hinsichtlich des *Produktionsmittelschemas* [Tro01, S.35] durch die unterscheidende Einteilung von Betriebs- und Bearbeitungsmitteln. Um die Fähigkeiten funktionaler Ressourcenleistung abzubilden, werden neben den wertschöpfenden und nicht wertschöpfenden Funktionen auch die volkswirtschaftlichen Produktionsfunktionen zur zeit- und mengenmäßigen Anpassung integriert.



### 4.3 Generierung von Arbeitsplänen aus Prozessvarianten

Die logische Folge der neuartigen Beschreibung der Ressourcen ist die automatische Generierung von Arbeitsplänen. Aus der Ressourcenbeschreibung oder der zerlegten Produktspezifikation können sich gegebenenfalls mehrere Varianten für die Bearbeitung der Werkstücke ergeben, so dass man zur Leistungserstellung so genannte Prozessvariantenpläne abbildet und generiert. Denkbar wären hier unterschiedliche Bearbeitungsmethoden für denselben Prozessschritt, wie beispielsweise beim Schweißen von Materialien mit Laser- oder konventioneller Technologie. Die wirtschaftliche Effizienz der Prozessvarianten wird in die nähere Betrachtung einbezogen, ebenso wie die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal – jedoch erst in späteren Modellphasen. Als Grundstruktur wird ein Arbeitsplangerüst aufgestellt, welches in der Lage sein soll, jede Prozessvariante abzubilden. Bei der Generierung der Arbeitspläne erfolgt schließlich wieder die Zuordnung zur Ressourcenbeschreibung. Dies wird durch einen Abgleich auf Featurebasis erreicht. Die einzelnen Features der Nachfrage werden mit denen des Angebotes abgeglichen. In einem zweiten Schritt werden diesen Bearbeitungsschritten die jeweils vorhergehenden Schritte zugeordnet und so ein Prozessvariantenplan aufgestellt, der aus Bearbeitungsschritten besteht. Dies ist möglich durch die funktionale Verknüpfung von Ausgangs- und Endigenschaften der Ressourcenbeschreibung. In einem letzten Schritt erfolgt die Ergänzung um Schritte, die nicht unmittelbar die Eigenschaften des Bauteiles verändern. Hierzu zählen der Transport des Teils von Maschine A zu Maschine B oder das Rüsten. Ein Vergleich der Ausgangs- und Endsituationen von jeweils Vor- und Nachgängervorgang lässt eine Differenz erkennen. Beispielsweise wird beim aktuellen Arbeitsvorgang ein Werkzeug benutzt, welches für den folgenden Bearbeitungsschritt ungeeignet ist und somit die situative Differenz durch einen zusätzlichen Rüstvorgang ausgeglichen werden muss. Eine Übersicht zur Bearbeitungsreihenfolge bietet Abbildung 2. Die Weiterentwicklung dieses Ansatzes zur automatischen Generierung von Arbeitsplänen wird vorangetrieben und um die Aspekte der Füge- bzw. Montageverfahren erweitert.

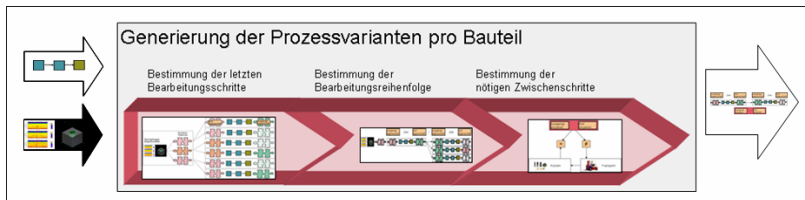


Abbildung 2: Modell der Generierung von Prozessvarianten pro Bauteil

Während Prozessvarianten und Arbeitspläne generiert werden, findet übergeordnet im Prinzip der Abgleich der beiden Vektoren von Nachfrage und Angebot statt, wie er nachfolgend näher erläutert wird.

#### 4.4 Matching von Leistungsnachfrage und -angebot

Im entscheidenden Schritt des Modells erfolgt der Abgleich von Angebot und Nachfrage. Beim Aufeinandertreffen vom Nachfragevektor auf einen oder mehr Angebotsvektoren werden moderne Algorithmen zum *Information Retrieval* angewandt. Im einfachsten Fall wäre idealerweise eine Übereinstimmung beider Vektoren festzustellen. Ergebnis dieses Schrittes ist demnach eine Machbarkeitsanalyse, die die Befriedigung einer konkreten Nachfrage graduell darstellt und typisiert einstuft. Nach Gesichtspunkten der technologischen, geometrischen oder physischen Machbarkeit wird eine Auswahl zur Verfügung gestellt, die auch nach ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten differenziert. Eine Gewichtungsaussage ist jedem einzelnen virtuellen Unternehmen möglich, da Ontologien für die Darstellung und Verwaltung der Beschreibungen verwendet werden und eine eigene Einschätzung der Partnerkompetenzen virtuell möglich ist. Der differenzierte Grad der Machbarkeit dient den anfordernden Unternehmen der Supply Chain zur Bestimmung des Partners, der die individuellen Auftragswünsche am ehesten erfüllt. Abbildung 3 soll das Matching schematisch verdeutlichen.

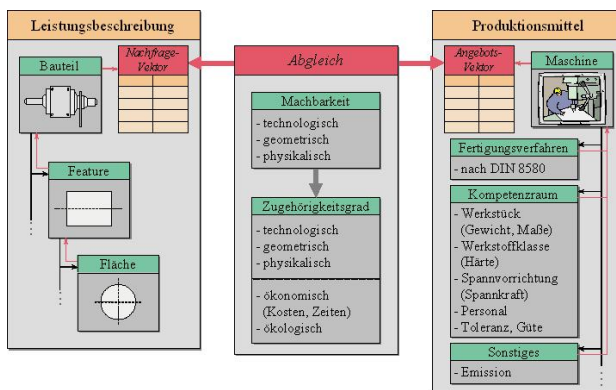


Abbildung 3: Modell zur funktionalen Leistungsabfrage in Supply Webs.

#### **4.5 Ökonomische Betrachtung im evolutionären Scheduling**

Nach der Analyse der Machbarkeit einer Anfrage müssen die Kosten sowie die Termine der Leistungserfüllung berechnet werden. Der neue Auftrag muss in das aktuelle Planungssystem des jeweiligen Unternehmens simulativ eingespielt und geprüft werden. Dabei wird ein permanentes evolutionäres Scheduling angewandt, wobei evolutionäre Algorithmen verwendet werden. Ziel ist es, für die Einplanung von Arbeitsvorgängen bei der Maschinenbelegungsplanung die Produktionsfähigkeit zu berechnen.

#### **4.6 Effizienzbewertung der Prozessvarianten**

Nach der Einordnung ins operative Planungsgeschäft der Fertigung werden die einzelnen Prozessvarianten anhand einer Menge von betriebswirtschaftlichen Kennzahlen verglichen. Die netzplanartige Struktur der Prozessvariantenpläne erfordert den Einsatz von Ant-Colony-Algorithmen. Die Ermittlung der effizientesten zu fertigen Varianten hat zum Zweck, die Potenziale im Unternehmen möglichst gut auszunutzen, indem multikriteriell nach dem Preis der Teilleistung, dem Liefertermin und der Lieferwahrscheinlichkeit optimiert wird. Ein weiteres Potenzial stellt die unternehmensübergreifende Optimierung von Ressourcen als ganzheitliche Betrachtung der Wertschöpfungskette dar, die im virtuellen Verbund charakteristische Transparenz liefert.

#### **4.7 Erstellung des finalen Kundenangebots**

In der letzten Modellstufe wird dem Kunden, und somit dem Partner im Supply Web, eine Menge an Lösungstupeln präsentiert, die nach Preis, Termin und Wahrscheinlichkeit der Lieferung variieren. Das Angebot enthält somit mögliche Realisierungsvarianten mehrerer Netzpartner. Mit einer entsprechenden Betrachtung der Verhandlungsstrategien wird die Auswahl wesentlich erleichtert. Problematisch sind u. a. menschliche Verhaltensmuster, die auch im virtuellen Supply Web eine Rolle spielen. Eine mögliche Negativwirkung kann z.B. aus der individuellen Nutzenmaximierung der Verbundpartner herrühren.

### **5. Zusammenfassung und Ausblick**

Der Fokus des Forschungsprojekts liegt primär auf der Generierung von automatischen, auf funktionaler Beschreibung basierenden Leistungsnachfragen und -angeboten und führt somit zur flexibleren und zeitlich stark verkürzten Reaktion auf Kundenwünsche. Im Gegensatz zur kundenindividuellen Massenproduktion (Mass Customization) kann mit Hilfe des neu entwickelten Konzeptes, dem Trend der tatsächlich realisierbaren Individualisierung vollständig entsprochen werden, so dass vor allem das technologisch

verfügbare Potenzial im Unternehmen ausgeschöpft werden kann. Die Verwendung moderner Algorithmen unterstützt zudem maßgeblich die Lösung des Erfüllbarkeitsproblems von Kundenanfragen und lässt eine multikriterielle Effizienzbewertung der Wertschöpfungsprozesse zu. Für das weitere Vorgehen werden nach bestimmten Evaluierungsstufen ausgewählte Inhalte informationstechnisch in einem etablierten ERP/SCM-System integriert und nachgewiesen. Insgesamt stellen die Autoren fest: Das entwickelte Konzept ist in der Lage, besonders in der virtuellen Supply Chain dem Engpassfaktor Antwortzeit entgegen zu treten.

## Literatur

- [BOR02] Bormann, U.; Bormann, C.: Konzepte Contentrepräsentation & Markup-Sprachen. SPC TEIA Lehrbuch Verlag GmbH, Berlin, 2002.
- [COLA] Collada -3D Asset Exchange, <http://www.khronos.org/collada/>, letzter Besuch am 16.05.2007.
- [Davi93] William H. Davidow, Michael S. Malone: Das virtuelle Unternehmen: Der Kunde als Co-Produzent. Campus Verlag, Frankfurt / New York, 1993
- [ISSC] Applying STEP solutions to solve real problems, <http://isg-scra.org/STEP/index.html>, letzter Besuch am 19.07.2007.
- [SCH05] Schmidt, J. E.; Rabanus, S; Agel, V.: Generative Grammatik 1. <http://web.uni-marburg.de/dsa/Direktor/Rabanus/SS2005/GG-1.pdf>; letzter Besuch am 12.04.2007
- [SFB98] Sonderforschungsbereich 361: Modelle und Methoden zur integrierten Produkt- und Prozessgestaltung. Arbeits- und Ergebnisbericht des Sonderforschungsbereichs 361, RWTH Aachen, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie, Aachen, 1998.
- [Tro01] G. Trommer: Methodik zur konstruktionsbegleitenden Generierung und Bewertung alternativer Fertigungsfolgen, Band 15. Shaker-Verlag, Aachen, in: Berichte aus der Produktionstechnik, RWTH Aachen, 2001.
- [W3D] Web 3D Consortium – Open Standards for Real- Time 3D Communication, <http://www.web3d.org/>, letzter Besuch am 16.05.2007.
- [WSVG] Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification, <http://www.w3.org/TR/SVG/>, letzter Besuch am 16.05.2007.
- [WXML] Offizielle W3C Internetpräsenz zu XML , <http://www.w3.org/XML/> , letzter Besuch 15.05.2007.