

1 Einleitung

"Je höher die Technologie, desto höher das Kontaktbedürfnis."
(John Naisbitt)

1.1 Problemstellung und Notwendigkeit

Kleine und mittlere Unternehmen (kmU) agieren heutzutage in einem immer **komplexeren Marktumfeld**. Einerseits operieren sie in zunehmend dynamischen Märkten mit schwankender Nachfrage hinsichtlich Menge, Art und Lieferzeit. Andererseits ist eine zunehmende Arbeitsteilung mit einer damit einhergehenden Spezialisierung zu verzeichnen. Diese kurzfristigen Bedarfsänderungen sowie kurzfristig zu erfüllende neue Bedarfsanfragen haben bei vielen Unternehmen zur Folge, dass einerseits die Auslastung der Betriebsmittel an ihre physisch-kapazitiven Grenzen stoßen [VDMA 2008], und andererseits diese Zusatzanfragen aufgrund nicht vorhandener Maschinenkapazitäten abgelehnt werden müssen. Entweder sind die Betriebsmittel überlastet, was zudem zu einem erhöhten Ausfallrisiko führt, oder es fehlen entsprechende Betriebsmittel zur Realisierung bestimmter Anfragen. Eine interne zeitliche **Anpassung dieses zusätzlichen Kapazitätsbedarfs** nach kongruenten und komplementären Maschinenkapazitäten ist aber bei Einhaltung der von den Kunden geforderten Liefertermine kaum möglich. So sind kmU immer mehr angehalten, zusätzliche Kompetenzen und Kapazitäten anzuschaffen oder diese durch Kooperation zu erlangen [Aderhold 2005]. Es bleibt den kmU somit nur, sich dem Markt zu öffnen und entsprechend ihres Bedarfs Zusatzkapazitäten „abzurufen“. Eine Möglichkeit für kmU diesen Anforderungen zu begegnen und bei kurzfristiger Über- und Sonderlast effizient Maschinenkapazitäten auszugleichen, besteht bei Erschöpfung sämtlicher interner Kapazitätsabstimmungsmaßnahmen im kurzfristigen Kapazitätsabruf in Form der Fremdvergabe der Engpassprozesse bzw. -arbeitsvorgänge.

Das Hauptproblem jedoch hierbei ist vor allem der **zeitliche Aufwand** für die Anbahnung einer solchen Zusammenarbeit auf Kapazitätsbasis. Aufgrund der fehlenden Markttransparenz ist die Partnersuche und Abstimmung (Zeit, Menge und Kosten) nach herkömmlichen Verfahren als zu langwierig anzusehen. Das Zusammentragen potenzieller Partnerunternehmen aus Branchenbüchern, dem Internet und weiteren Medien geht mit einem hohem Aufwand einher. Das dynamische Umfeld, in dem sich die Unternehmen befinden, verschärft das Problem zusätzlich. Um marktfähig zu bleiben, benötigen die Unternehmen eine schnelle Entscheidungsunterstützung. Aus diesem Grund werden vielerorts unternehmensspezifische, in sich geschlossene Partnernetze aufgebaut, um kurzfristig agieren zu können.

Bei der Teilnahme an externen Fremdvergabefällen besteht das Problem der angemessenen **Datenfreigabe**. Idealerweise sollten die Kapazitätsdaten aller Teilnehmer am Fremdvergabeverfahren offen gelegt werden, so dass eine ideale Planung und Umplanung erfolgen kann, was jedoch realitätsfern erscheint. Die Preisgabe weniger Informationen, beispielsweise nur des Unternehmensnamens und des Produktions- und Dienstleistungsprogramms liefert kaum die gewünschten potenziellen Partner. Somit ist eine Methode und IT-Unterstützung erforderlich, bei der mit geringen Daten eine konkrete Partnerauswahl erfolgen kann.

Aktuell herrscht bei der kurzfristigen Beschaffung und Vergabe von Maschinenkapazitäten jedoch eine **unzureichende IT-Unterstützung** vorhandener Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme [Mayer et al. 2006]. Einerseits gibt es technische Unterstützungsmöglichkeiten für einen konzernweiten Kapazitätsausgleich, die jedoch für außenstehende Unternehmen nicht zugänglich sind und auch nicht für solche Fälle konzipiert worden sind. Andererseits existieren für eben solche offenen Unternehmensnetze insbesondere webbasierte Lösungen, die jedoch rudimentär ausgearbeitet sind und keine integrierten Lösungen mit minimalen Schnittstellen darstellen.

Somit ist ein **verfahrensorientiertes Instrument** erforderlich, das standardisierte Entscheidungsregeln und -abläufe zur kurzfristigen Behebung von solchen Problem- und Sonderfällen vorsieht. Hierbei kann die Existenz einer Kapazitätsbörse unterstützend wirken, in der die benötigten Kapazitäten von teilnehmenden Unternehmen latent für eben solche Fälle vorgehalten werden und die mit möglichst geringen Schnittstellen und somit einem integrativen Charakter eine beschleunigte Kapazitätssuche ermöglicht. Aus diesem Grund widmet sich die vorliegende Arbeit diesem vielversprechenden Ansatz einer integrierten Kapazitätsbörse.

1.2 Ziele und abgeleitete Forschungsfragen

Mit der vorliegenden Arbeit soll ein Beitrag geleistet werden, den kmU zu ermöglichen, ihre Kapazitäten aufwandsminimal und schnell extern anzupassen. Zur Lösung dieser dargestellten Problematik ist ein neuartiger technischer und organisatorischer Lösungsansatz erforderlich, zumal ein steigender Bedarf an Informationsaustausch und Koordination zwischen den beteiligten Unternehmen entsteht.

Es wird daher die **Entwicklung einer integrierten Kapazitätsbörse** zum bedarfsgerechten Zusatzkapazitätsabruf in kapazitiven Problem- und Sondersituationen zum Ziel gesetzt, welche den Unternehmen, die in einen Engpass hineinlaufen, Störungen beklagen oder Zusatzanfragen bedienen müssen, ermöglicht, kurzfristig relevante Ersatzkapazitäten kongruenter und komplementärer Betriebsmittel Anderer zu finden. Explizit sollen im Rahmen der Arbeit zur Entwicklung der integrierten Kapazitätsbörse folgende **Fragestellungen** beantwortet werden:

Forschungsfrage 1: Wie kann die Kapazitätsbörse thematisch in die Produktionsplanung und -steuerung eingeordnet werden?

Neben der Verwaltung und Bereitstellung auftragsneutraler und -spezifischer Daten werden im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung (PPS) zur Erfüllung des zuvor festgelegten Produktionsprogramms die Fertigungs- und Montageprozesse hinsichtlich Mengen, Termine und Kapazitäten geplant und gesteuert. Die PPS beinhaltet somit die Funktionen der Material-, Zeit- und Kapazitätswirtschaft. [Schuh & Roesgen 2006] Letzteres erfordert in Problem- und Sondersituationen in bestimmten Fällen eine unternehmensübergreifende Kapazitätsanpassung, die mit Hilfe einer Kapazitätsbörse unterstützt werden soll. In diesem Zusammenhang sind die genauen Anknüpfungspunkte der integrierten Kapazitätsbörse im Rahmen der PPS auszuarbeiten und sinnvoll in den Ablauf zu integrieren.

Forschungsfrage 2: Welche aufbau- und ablaufbezogenen Rahmenbedingungen sind im Zusammenhang mit der integrierten Kapazitätsbörse zu beachten?

Das Konzept der integrierten Kapazitätsbörse impliziert den Aufbau eines Unternehmensnetzes, auf dessen Basis bilaterale Kooperationen entstehen, wodurch die Betrachtung des Netzes und der Kooperation von Relevanz ist. Auch die Voraussetzungen an die teilnehmenden Unternehmen sind zu betrachten. Daran anknüpfend ist die Auftragsabwicklung im Rahmen der integrierten Kapazitätsbörse auch einer genauen Untersuchung zu unterziehen.

Forschungsfrage 3: Wie sehen die Kooperationsprozesse im Rahmen der Kapazitätsbörse im Detail aus?

Die integrierte Kapazitätsbörse ist in seine Funktionen zu zerlegen, um ein detailliertes Konzept ausarbeiten zu können, auf dessen Grundlage die technische Realisierung aufsetzen kann. Zusätzlich sind die Kooperationsprozesse im Detail zu beschreiben, die im Rahmen der Nutzung der integrierten Kapazitätsbörse zu durchlaufen sind. Auf dieser Basis sind Fragen zur Kapazitätsplanung, zum auszulagernden Prozess, zur Partnerbewertung und zur Preisbestimmung zu beantworten.

Forschungsfrage 4: Wie kann die bedarfsgerechte Vernetzung im Rahmen der integrierten Kapazitätsbörse technisch modelliert und realisiert werden?

Zur Verwirklichung der integrierten Kapazitätsbörse ist diese datentechnisch abzubilden und programmiertechnisch umzusetzen. Hierbei ist grundlegend zu klären, wie der Systemaufbau und die Kommunikation im System im Detail auszusehen hat.

Bei der Suche und Entwicklung von Antworten auf diese Fragestellungen ist die Berücksichtigung der **Interessen der kmU** von entscheidender Bedeutung. Anhand der Ermittlung der kmU-orientierten Anforderungen werden die Interessen der kmU sowohl in die Konzept- als auch Technologieentwicklung einfließen.

Darüber hinaus hängen die Beantwortung dieser Fragen unmittelbar miteinander zusammen, die auch im Laufe der vorliegenden Arbeit sukzessiv beantwortet werden.

1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Zur Entwicklung der integrierten Kapazitätsbörse durch die Beantwortung der zuvor gestellten Forschungsfragen werden im Anschluss an dieses einleitende Kapitel im **zweiten Kapitel** die grundlegenden Aspekte der integrierten Kapazitätsbörse eruiert (s. Abbildung 1-1), die für die gesamte Arbeit von Relevanz sind. Hierbei wird zunächst der Betrachtungsbereich definiert und anschließend die integrierte Kapazitätsbörse im Rahmen der Produktionsplanung und -steuerung verortet.

Im anschließenden **dritten Kapitel** erfolgt die Betrachtung des Stands der Forschung und Technik mit der Analyse relevanter Publikationen und Forschungsprojekte zwecks Ermittlung der Anknüpfungspunkte mit der vorliegenden Thematik. Darauf aufbauend werden Anforderungen an die integrierte Kapazitätsbörse abgeleitet, die im weiteren Verlauf von entscheidender Bedeutung sind.



Abbildung 1-1: Aufbau der Arbeit

Im **vierten Kapitel** werden Überlegungen über die Rahmenbedingungen der integrierten Kapazitätsbörse angestellt. Hierbei werden nacheinander die Eigenschaften der kapazitätsbörsenbezogenen Elemente, wie das Wesen, das Netzmodell, die Teilnehmer und die Auftragsabwicklung einer detaillierten Analyse unterzogen.

Im **fünften Kapitel** werden die Kooperationseigenschaften der integrierten Kapazitätsbörse entwickelt. Hier werden zunächst die Kooperationsprozesse im Rahmen der integrierten Kapazitätsbörse modelliert, woraufhin die Kapazitätsplanung zur computerunterstützten Ermittlung des Ersatzkapazitätsbedarfs und die Spezifizierung des entsprechenden auszulagernden Prozesses folgen. Hiernach wird die Partnerbewertung betrachtet sowie eine Methode zur Preisbestimmung bei der Angebotsabgabe dargestellt.

Im darauffolgenden **sechsten Kapitel** werden die einzelnen Module der integrierten Kapazitätsbörse datentechnisch abgebildet und deren Programmierung erläutert. In diesem Zusammenhang wird zuerst die für die Modellierung und Programmierung verwendete Technologie der Multiagentensysteme diskutiert. Anschließend werden die einzelnen Komponenten der integrierten Kapazitätsbörse in ihrem Aufbau erläutert. Daran anknüpfend wird die Kommunikation im System über die Agenten im Detail ausgearbeitet.

Im **siebten Kapitel** erfolgt die Verifizierung und Validierung mit dem formalen Nachweis der Korrektheit und der Überprüfung der Übereinstimmung des entwickelten Tools mit der Realität. Hierbei wird ein Netz an Unternehmen konstituiert, und es werden beispielhaft die relevanten Kooperationsprozesse daran verdeutlicht.

Eine anschließende kritische Würdigung im **achten Kapitel** ermöglicht die differenzierte Auseinandersetzung mit dem entwickelten System. Neben der Kritik der Nutzung werden die Effekte der integrierten Kapazitätsbörse erörtert.

Die Zusammenfassung im abschließenden **neunten Kapitel** rundet die Arbeit ab. Es werden die zu Beginn aufgestellten Forschungsfragen aufgegriffen und auf Basis der Ausführungen in den vorigen Kapiteln beantwortet und das Erweiterungspotenzial diskutiert.