

# Risikomodellierung in strategischen Liefernetzwerken für hybride Wertschöpfung

Holger Schrödl<sup>1</sup>, Laura Geier<sup>2</sup>, Matthias Geier<sup>2</sup>, und Paulina Simkin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik I,  
Magdeburg, Germany  
holger.schroedl@ovgu.de

<sup>2</sup> Universität Augsburg, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Systems Engineering,  
Augsburg, Germany  
mayutamano@googlemail.com, paulina.simkin@gmx.de

**Abstract.** Im Sachgütermarkt zeichnet sich zunehmend der Trend von der einzelnen Individuelleistung hin zur individualisierten Massenfertigung ab. Gegenläufig hierzu verläuft die Ausweitung von hybriden Produkten, welche gerade in der Individualisierung ihre Stärke zeigen und sich aus Sach- und Dienstleistungen zusammensetzen, die kundenspezifische Problemlösungen verfolgen. Dabei können diese Teilleistungen von verschiedenen Lieferanten stammen. Diese werden bei einem Produzenten gebündelt und von dort aus in Form eines einzelnen Produktes an den Kunden geliefert. Durch die große Anzahl heterogener Lieferanten innerhalb des Zulieferungsnetzwerkes sowie den spezifischen Merkmalen hybrider Leistungsbündel ist es für den fokalen Lieferanten eine Herausforderung, seine Lieferanten nach Risikoeigenschaften zu bewerten und daraufhin eine optimale Auswahl zu treffen. Wie eine an die Situation angepasste Risikobewertung zustande kommt, wird im vorliegenden Beitrag anhand eines Modellierungsansatzes der Risikobewertung im Liefernetzwerk hybrider Leistungsbündel dargestellt. Der Modellierungsansatz wird mittels eines dafür entwickelten Prototypen simuliert.

**Keywords:** hybride Wertschöpfung, Risikomodellierung, Liefernetzwerke, Supply Chain Management

## 1 Einführung

Als hybrides Produkt wird ein Leistungsbündel bezeichnet, welches aus aufeinander abgestimmten Produkten und Dienstleistungen besteht und als besonderes Kennzeichen die Integration der Teilleistungen aufweist, um ein Kundenproblem zu lösen [1]. Dadurch kann der Wert hybrider Produkte die Summe der Werte der einzelnen Teilleistungen übersteigen [2]. Mit einem solchen integrierten Portfolio ist es Unternehmen möglich, sich aus dem Markt hervor zu heben [2], höhere Margen zu generieren [3] und den Aufbau von längerfristigen und intensiveren Kundenbindungen zu fördern [4]. Außerdem kann die Leistungsfähigkeit des Produktes durch die individuelle Anpassung an die Kundenbedürfnisse gesteigert [5] und eine höhere Wertschöpfung

sowohl für den Kunden als auch für den Produzenten generiert werden [6]. An einem hybriden Leistungs­bündel ist allerdings meist nicht nur ein Unternehmen als anbietendes Unternehmen beteiligt, sondern oft ein ganzes Unternehmensnetzwerk aus autonomen Unternehmen, die einen Beitrag zu dem hybriden Leistungs­bündel leisten. Dieses Netzwerk kann sich bereits im Rahmen des Entwicklungsprozesses der hybriden Produkte bilden. Die Entwicklung des hybriden Leistungs­bündels kann aber auch von einem anbietenden Unternehmen alleine durchgeführt und das Netzwerk erst zum Beginn des Herstellungsprozesses aufgebaut werden [7]. Unabhängig von der Entstehung des Netzwerkes ist meist eine große Anzahl an Lieferanten und Vorlieferanten involviert. Jeder dieser Teilnehmer bringt ein Risiko mit in das Netzwerk, wodurch sich die Risikobewertung der einzelnen Lieferketten verändert. Je größer und verzweigter das Netzwerk ist, desto komplexer ist auch das damit verbundene Risikomanagement. Ein weiterer Aspekt sind die spezifischen Eigenschaften hybrider Leistungs­bündel. Die enge, oft untrennbare Integration der Teilkomponenten im Leistungs­bündel sowie die enge Verzahnung zwischen dem hybriden Leistungs­bündel und Teilprozessen auf Kundenseite bieten neue Herausforderungen für etablierte Managementprozesse. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass klassische Risikomanagementmethoden in der hybriden Wertschöpfung nur eingeschränkt eingesetzt werden können [8]. Die zentrale Frage dieses Beitrags ist: wie kann dieses Risiko systematisch erfasst werden, um dem Kunden gegenüber eine größtmögliche Sicherheit bei der Leistungserbringung zu bieten? Zur Berechnung dieses Risikos wurde ein Modell zur Risikobewertung aufgestellt, welches in einem Software-Prototypen realisiert wurde. Dieser Prototyp wurde für eine Simulation unterschiedlicher Risikoszenarien verwendet. Der Beitrag ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 wird der Forschungshintergrund zur hybriden Wertschöpfung und dem Lieferantenmanagement in strategischen Wertschöpfungsnetzwerken dargestellt. Kapitel 3 beschäftigt sich mit den Methoden der Lieferantenbewertung und dem Aufstellen eines angepassten Entscheidungskataloges. In Kapitel 4 erfolgen die Modellierung der Risikobewertung und ihre beispielhafte Anwendung. Kapitel 5 umfasst Erläuterungen zum Softwareprogramm sowie das zu Grunde liegende Datenmodell. In Kapitel 6 wird die Arbeit zusammengefasst und weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt.

## **2    Forschungshintergrund**

### **2.1    Hybride Wertschöpfung**

Vom Brocke spricht von einem hybriden Sachverhalt, der als “zielgerichtetes System beschrieben werden [kann], dessen Systemzweck nach spezifischen Regeln durch alternative Teilsysteme auf unterschiedliche Art erfüllt wird“ [9]. Der hybride Sachverhalt manifestiert sich über die drei Merkmale Heterogenität (es lassen sich heterogene Teilsysteme unterschiedlicher Art unterscheiden), Konkurrenz (ein Zweck des Gesamtsystems kann durch konkurrierende Teilsysteme erfüllt werden) und Koexistenz (heterogene, um die Erfüllung eines Zwecks konkurrierenden Teilsysteme bleiben im hybriden System erhalten; siehe auch [5]). Mit dem Begriff „hybrides Leis-

tungsbündel“ sind nun im Folgenden aufeinander abgestimmte Produkte und Dienstleistungen gemeint, welche die Lösung eines Kundenproblems zum Ziel haben [2], [10-11]. So können beispielweise klassische Produkte mit intangiblen Leistungen wie Service Level Agreements, Verfügbarkeitsgarantien, Finanzierungen oder Leistungsgarantien gebündelt werden [12] und damit zu hybriden Leistungsbündeln wie beispielsweise ein Performance-Contracting zur Erbringung einer spezifischen industriellen Leistung führen. Hybride Wertschöpfung in der Folge umfasst alle Maßnahmen und Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Entwicklung, Erstellung und Konsumierung des hybriden Leistungsbündels [5]. Die Ausprägungen hybrider Wertschöpfung werden sehr heterogen betrachtet. Sawhney et. al. klassifizieren die Bestandteile hybrider Wertschöpfung in die vier Dimensionen Angebote (offerings), Kunden (customers), Prozesse (processes) und Wertschöpfungsbereich (presence) [13]. Ein Beispiel für ein hybrides Leistungsbündel ist das iPhone. Hier wird im Normalfall nicht nur das Produkt in Form eines Mobiltelefons verkauft, sondern auch der Vertrag, die Beratung und der Service. Aber auch die bei Sawhney vorkommenden Kriterien wie die Marke, das Netzwerk und die vom Hersteller angebotenen Softwarelösungen sind Teil des hybriden Leistungsbündels.

## 2.2 Risikobewertung im strategischen Liefernetz für hybride Wertschöpfung

Risikomanagement in Liefernetzen ist seit einigen Jahren ein sehr intensiv diskutiertes Thema [14-15]. Auch wurde dem Thema Risikomanagement in Liefernetzen bereits ein umfassendes Instrumentarium zur Seite gestellt [16]. Schwerpunkt all dieser Bemühungen ist die klassische Produktindustrie. Ansätze, das Thema Risikomanagement auch für Dienstleistungen zu adressieren, sind teilweise vorhanden [17-18]. Für die Integration von Sach- und Dienstleistungen in hybriden Leistungsbündeln fehlt eine solche Diskussion sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch in der Praxis. Durch die steigende Bedeutung hybrider Leistungsbündel in einer Vielzahl von Märkten als Differenzierungsmerkmal gegenüber Mitbewerbern [19] bei gleichzeitiger zunehmender Fragmentierung von Teilleistungsanbietern ist die Risikobetrachtung in der hybriden Wertschöpfung ein zentraler Bestandteil einer nachhaltigen, langfristigen Unternehmensstrategie.

Für den Begriff Risiko existieren mehrere Definitionen. Eine davon betitelt Risiko als „Gefahr eines Verlustes oder eines Schadens[, welcher] durch das Misslingen der Leistungen, das auf nicht beeinflussbare oder erwartete Ereignisse zurückzuführen ist[, entsteht]“ [20]. Risiko kann als Wahrscheinlichkeit gesehen werden, dass ein bestimmtes ungünstiges Ereignis während einer festgelegten Zeit eintritt, oder aus einer Herausforderung heraus resultiert. Dies kann aufgeteilt werden in zwei Risikotypen (siehe Tabelle 1):

**Tabelle 1.** Risikotypen

<b>Arten von Risiko</b>	Diese können zum Beispiel strategisch, operational, finanziell, gesetzlich oder beschaffungsabhängig sein [20].
<b>Arten von Verlusten</b>	Diese können Auswirkungen wie beispielsweise finanziell, leistungsbezogen, sozial oder zeitlicher Art haben [21].

Im Fall von Liefernetzwerken umfasst eine Risikobetrachtung eine unbeschränkte Anzahl an Faktoren, welche die liefernden Unternehmen betreffen. Um diese Mannigfaltigkeit an Kriterien systematisch nutzbar zu machen, bedarf es eines entsprechenden Verfahrens. Hierzu bedient man sich im konkreten Fall der Bewertung von Lieferanten(-ketten) einer Reihe von Kriterien, welche relevante Risikoelemente operationalisiert und einem eindeutig definierten Kalkulationsschema zugänglich macht.

Es gibt eine Vielzahl an etablierten Verfahren für die Lieferantenauswahl und –bewertung wie beispielsweise lexikografische Regeln [22], Clusterbildung [23], Data Envelopment Analysis (DEA) [24] oder Min-Max Ansätze [25]. Allerdings wurde für die hybride Wertschöpfung bisher noch keine umfängliche Eignungsprüfung der Anwendbarkeit der bekannten Methoden unternommen. Eine Überprüfung für die Methoden Preis-/Entscheidungsanalyse und Punktbewertungsverfahren wurde in Schrödl & Geier [8] durchgeführt mit dem Ergebnis, dass das Punktbewertungsverfahren eingeschränkt geeignet für die Anwendung in der hybriden Wertschöpfung ist. Für die Sicherstellung von Standards bei der Lieferantenauswahl, ist eine Methode nötig, die Lieferanten separiert, welche die Auswahlkriterien, beziehungsweise einen bestimmten Schwellenwert für diese, nicht erfüllen [15].

Die Herausforderung in der hybriden Wertschöpfung umfasst die Identifikation der relevanten Risikoelemente sowie deren spezifische Operationalisierung. Während sich in der Wertschöpfung klassischer Produkte oder isolierter Dienstleistungen die Risikoelemente klar definieren lassen und sich in qualitative und quantitative Faktoren aufteilt, sind in der hybriden Wertschöpfung die Charakteristika des hybriden Leistungsbündels von zentraler Bedeutung. Es ist von elementarer Bedeutung, dass die Auswahl der relevanten Risikoelemente auf die jeweilige Beschaffungssituation optimal angepasst ist. So zeigen beispielsweise Aissaoui et al. [15] angepasste Auswahlkriterien für unterschiedliche Beschaffungsszenarien. Ein weiteres Beispiel eines solchen angepassten Kriterienkatalog findet sich in Weber et al. für die Just-in-Time-Produktion [26]. Darum gilt es, die spezifischen Charakteristika hybrider Leistungsbündel in Risikofaktoren zu transferieren und diese dann als Berechnungsgrundlage für ein Risikomodell quantifizierbar zu machen. Ansätze hierzu liefert zum einen die Klassifikation des Nutzungsangebots hybrider Leistungsbündel. Das Nutzungsangebot kann dabei in drei unterschiedliche Leistungserbringungsformen unterteilt werden: Funktionsorientierung (der Anbieter gewährleistet eine bestimmten Funktionsfähigkeit), Nutzungsorientierung (der Anbieter gewährleistet eine bestimmte Verfügbarkeit unter Integration von Kundenprozessen in das Leistungsangebot) und Ergebnisorientierung (der Anbieter gewährleistet ein bestimmtes Produktionsergebnis und übernimmt dabei weitere Risiken wie beispielsweise Bedienungsrisiken) [27]. Ergänzend sind sieben Kriterien identifizierbar, die charakteristisch für hybride Leistungsbündel sind und daher einen weiteren Ansatz zur Operationalisierung von Risiken bietet: Art des Kundennutzens, Umfang des Leistungsangebots, Anzahl/Heterogenität der Teilleistungen, Grad der technischen Integration, Grad der Integration in die Wertschöpfungsdomäne des Kunden, Grad der Individualisierung und zeitliche Dynamik/Veränderlichkeit der Leistungserbringung [27]. Weitere Beispiele für solche Entscheidungskriterien finden sich bei Heyder et. al [28], Müssigmann [29] und Pousttchi et. al [30]. Welche Kriterien nun im Detail für ein Unternehmen von Nutzen

und entscheidungsrelevant sind, ist eine Einzelfallentscheidung und kann nicht per se festgelegt werden. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind keine Arbeiten bekannt, die eine gesicherte Aussage über eine relevante Auswahl von Kriterien im Bereich der hybriden Wertschöpfung zulässt. Die aktuell bekannte umfangreichste, konsolidierte Darstellung spezifischer Kriterien für die Risikobewertungen findet sich bei Schrödl & Geier [8]. Für die Lieferantenbewertung bei hybriden Leistungsbündeln empfiehlt sich eine Kriterienliste, die Dimensionen wie Preis, Qualität oder Zuverlässigkeit beinhaltet und darüber hinaus Kriterien zur Klassifizierung des hybriden Leistungsbündels umfasst. Dadurch lassen sich Eigenschaften des Leistungsbündels manifestieren und damit eine Auswahl und Gewichtung entsprechender Kriterien erzielen.

### **3 Lieferantenbewertung**

Die Lieferantenbewertung und die Lieferantenauswahl gehören zu den wichtigsten Aufgaben im Lieferantenmanagement [31]. Die Ziele der Evaluierung sind dabei Qualitätssicherung, Identifikation von zuverlässigen Lieferanten und Identifikation von Lieferanten mit niedrigen Preisen [32]. Darüber hinaus spielt die Bereitstellung einer Rangfolge von geeigneten Lieferanten, die dem fokalen Lieferanten erlaubt, eine entsprechende Auswahl dieser zu treffen [29], eine große Rolle.

Damit der sehr wichtigen Aufgabe der Lieferantenauswahl Rechnung getragen werden kann, braucht die Beschaffungsfunktion im Unternehmen geeignete Verfahren zur Entscheidungsunterstützung, die es ermöglichen, Kriterien flexibel und unternehmensspezifisch zu kombinieren [29]. Die Lieferantenauswahl trägt sowohl strategischen, als auch operativen Charakter. Im Mittelpunkt der strategischen Auswahl stehen Erfolgspotenziale der Lieferanten, was sich vor allem in der Wahl der Kriterien nieder schlägt [33], während im Rahmen der operativen Auswahl konkrete Aufträge vergeben werden [32].

#### **3.1 Methoden zur Risikobewertung von Lieferanten**

Zur Risikobewertung von Lieferanten haben sich im Sachgütermarkt mehrere Methoden etabliert. Das Verfahren der Punktebewertung als numerisches Darstellungsverfahren, welches eine Ausprägung der qualitativen Verfahren ist [34] dominiert in der Literatur [35]. Auch für den Fall der Risikobewertung in Liefernetzwerken mit hybriden Leistungsbündeln ist es am geeignetsten [8]. Punktebewertungsverfahren werden in der wissenschaftlichen Literatur noch einmal unterteilt in 100-Punkte-Bewertungsverfahren, Prozentbewertungsverfahren und Scoring-Modelle. Für das zu entwickelnde Modell wird das Scoring-Modell verwendet, um eine optimale Gewichtung der Einflussfaktoren zu erreichen [32].

### 3.2 Beispielhafte Berechnung anhand von Entscheidungskriterien

Um das gesamte Liefernetz zu bewerten, ist es zunächst erforderlich, die einzelnen Knoten zu bewerten [29]. Ein Knoten entspricht in unserem Modell einem Lieferanten, Vorlieferanten oder dem fokalen Lieferanten selbst.

**Aufstellen des Kriterienkatalogs.** Der fokale Lieferant erstellt hierfür zunächst einen Entscheidungskatalog anhand von Erfahrungswerten und den für ihn entscheidungsrelevanten Kriterien. Diese Liste an Entscheidungskriterien muss nun mit einem Punktbewertungsverfahren beurteilt werden. Dazu wird jedem Kriterium ein Punktwert zugewiesen, welcher aussagt, wie viel dem fokalen Lieferanten die Kenntnis dieses Kriteriums von einem Lieferanten oder Vorlieferanten wert wäre. Ein Beispiel hierfür sind die ersten beiden Spalten in Tabelle 2. In diesem Fall wäre dem fokalen Lieferanten die Kenntnis über die Liefertreue des zu bewertenden Lieferanten sehr viel wert, das Wissen über den Ort des Firmensitzes allerdings verhältnismäßig wenig.

**Tabelle 2.** Bewertung von Entscheidungskriterien inkl. codierter und uncodierter Lieferantendaten

Kriterium	Gewichtungspunkte	Lieferantendaten (uc)	Lieferantendaten (c)
Liefertreue	20	0,9	0,9
Lieferqualität	17	-	-1
Leistungsgarantien	16	-	-1
Service-Kontrakte	14	3 Stück	0,85
Qualität der Arbeiter	13	-	-1
Liquidität	13	0,8	0,8
Anzahl Mitarbeiter	8	10000	0,7
Finanzierung	6	Leasing	0,3
Firmensitz	3	Augsburg	0,9

**Bewertung durch die Lieferanten.** Nun muss diese Liste mit den entsprechenden Informationen von den zu bewertenden Lieferanten, Vorlieferanten und Rohstoffhersteller gefüllt werden. Ein mögliches Ergebnis ist in der dritten Spalte der Tabelle 2 dargestellt.

**Codierung der Lieferantendaten.** Nicht alle Lieferantendaten entsprechen dabei einem Zahlenwert, was für die weiteren Berechnungen zwingend nötig ist. Deswegen müssen die Werte noch codiert und als Zahl zwischen 0 und 1 dargestellt werden, wobei 0 als der schlechteste Wert angesehen wird und 1 als der optimale. Das bedeutet, dass nicht-quantifizierbare Informationen wie Firmensitz oder Anzahl Mitarbeiter so weit klassifiziert werden müssen, dass sie die Bedeutung innerhalb des Kriterienkatalogs widerspiegeln. Den Wert 0,9 des Firmensitzes kann beispielsweise so interpretiert werden, dass der fokale Lieferant selbst auch in Augsburg seinen Firmensitz

hat und somit die Transportstrecke minimal ist, wodurch auch das Risiko, dass während des Transports ein Ausfall eintritt, minimiert wird. Der Wert „-1“ wird als Codierung für nicht angegebene Daten genommen, um diese Information in die Berechnung einfließen lassen zu können.

**Informationsunvollständigkeit.** Solch eine Tabelle kann in der Praxis mehrere hundert Entscheidungskriterien beinhalten. Lieferanten können und wollen in der Regel nicht zu allen Kriterien explizit Stellung nehmen. Allerdings möchte das fokale Unternehmen weitestgehende Informationen zur optimalen Auswahl. Daher ist eine bewusste Rahmensetzung von Kriterien notwendig, die vom Lieferanten anzugebenden sind. Eine Möglichkeit hierfür wäre eine Mindestanzahl der Summe der Gewichtungspunkte festzusetzen, für deren Kriterien Daten von den zu bewertenden Lieferanten erhalten werden müssen. Der fokale Lieferant würde hierfür bestimmen, dass von jedem, in Frage kommenden Lieferanten Angaben zu machen sind, die in Summe mindestens beispielsweise 60 Gewichtungspunkte haben. Dies hätte den Vorteil, dass der Lieferant entweder sehr viele Angaben zu Kriterien machen kann, die für den fokalen Lieferanten zwar einzeln keinen großen Wert haben, aber in Summe eine gute Einschätzung des Lieferanten erlauben, oder der Lieferant macht nur wenige Angaben, dafür aber zu Kriterien, die für den fokalen Lieferanten höchst entscheidungsrelevant sind. Würde nun der fokale Lieferant beispielsweise festlegen, dass er Daten in Höhe von 60 Gewichtungspunkten benötigt, so wäre dies im oben genannten Beispiel erfüllt. Hier bietet der Lieferant Daten in Höhe von 20 Punkten + 14 Punkte + 13 Punkte + 8 Punkte + 6 Punkte + 3 Punkte = 64 Punkte an.

#### **4 Modellierung der Risikobewertung im Liefernetzwerk hybrider Wertschöpfung**

Für die Modellierung der Risikobewertung wird folgende Situation zugrunde gelegt: Der fokale Lieferant hat ein hybrides Leistungsbündel an einen einzelnen Kunden angeboten. Das hybride Leistungsbündel stellt dabei eine integrierte Lösung tangibler und intangibler Produkte und Lösungen dar, die an die spezifischen Anforderungen des Kunden angepasst sind. Der Kunde hat dem Angebot zugestimmt. Nun stellt der fokale Lieferant nicht alle Elemente des hybriden Leistungsbündels selbst her. Er muss daher, bezogen auf die Bestellung des Kunden, die fehlenden Komponenten in seinem Liefernetzwerk beziehen. Für diesen Beschaffungsvorgang möchte der fokale Lieferant das Risiko minimieren, einen ungeeigneten Lieferanten auszuwählen, dessen Angebot im Rahmen des Integrationsprozess der Teilkomponenten zur Kundenlösung eventuell zu Problemen führen könnte.

Die Grundlage der Risikomodellierung stellt hierbei das Punktbewertungsverfahren dar. Dieses wird erweitert durch die Gestaltungselemente, die in Kapitel 3 diskutiert wurden. Zunächst stellt der fokale Lieferant einen für das gesamte Liefernetzwerk gültigen Kriterienkatalog auf. Dieser Kriterienkatalog umfasst die spezifischen Risikoelemente, wobei darüber hinaus jedes Entscheidungskriterium mit einem Gewichtungsfaktor verbunden ist, der die Relevanz des Kriteriums innerhalb der Menge

der Entscheidungskriterien widerspiegelt. Im zweiten Schritt wird dieser Kriterienkatalog von den Lieferanten befüllt im Rahmen der Beschaffungsanfrage seitens des fokalen Lieferanten. Diese Lieferantenantworten werden anhand vorgegebener Umrechnungstabellen konvertiert, um auch nicht-numerische Antworten in die Risikobewertung einfließen lassen zu können.

Die durch die Konvertierung und Gewichtung entstandenen Werte der einzelnen Knoten müssen nun zu einem Risikowert komprimiert werden, welcher eine konkrete Lieferkette umfasst. Hierbei muss insbesondere beachtet werden, dass speziell für dienstleistungsorientierte Komponenten des hybriden Leistungsbündels die Antworten der jeweiligen Lieferanten nicht immer vollständig sein müssen. Das zu entwickelte Modell muss daher in der Lage sein, diese Unvollständigkeit in der Antwort so in die Risikobewertung zu integrieren, dass das Verfahren nicht zum Abbruch kommt. Im Folgenden soll nun der Wert von einer speziellen Lieferkette für den fokalen Lieferanten berechnet werden.

#### 4.1 Entscheidungskriterium

Dieser Wert der  $i$ -ten Lieferkette  $l_i$  soll im Folgenden  $\Omega_{l_i}$  heißen. Der Wert liegt im Intervall  $[0;1]$ , wobei er umso besser ist, je mehr er sich 1 annähert. Die Eingrenzung auf das Intervall  $[0;1]$  ist dabei lediglich als Normierung zu verstehen. Grundsätzlich könnte jedes andere Intervall verwendet werden. Ein besserer Wert für eine Lieferkette heißt in diesem Fall, dass diese Lieferkette weniger Risiko aufweist als Lieferketten, deren Wert für  $\Omega_{l_i}$  niedriger ist.  $\Omega_{l_i}$  ist sowohl abhängig von den Gewichtungspunktzahlen der betroffenen Kriterien als auch den expliziten Ausprägungen der in der zu betrachtenden Lieferkette betroffenen Kriterien.

#### 4.2 Modellformulierung

Als Grundlage für die Modellformulierung und damit für die Berechnung der Risikobewertung  $\Omega_{l_i}$  der  $i$ -ten Lieferkette werden folgende Variablen und Indizes verwendet:

##### Variablen

$\Omega_{l_i} \in [0;1]$ : Wert der Lieferkette  $l_i$  für den fokalen Lieferanten

$l_i = \{m_k | m_k \in K; K \text{ Konfiguration}\}$ :  $i$ -te Lieferkette bestehend aus den Knoten, die ein vom Kunden gewähltes Modul, liefern können

$M = \{m_1; \dots; m_z\}$ : Menge aller Lieferanten im gesamten Netzwerk

$M_{k, l_i}$ : Lieferant der Kette  $l_i$  mit der ID  $k$

$C = \{c_1; \dots; c_y\}$ : Menge aller im Netzwerk vorkommenden Kriterien

$G = \{g_1; \dots; g_y\}$ : Menge aller Gewichtungspunkte des fokalen Lieferanten

$g_j \in \{1; 2; \dots; o\}$ : Gewichtungspunktzahl eines Kriteriums  $c_j$

$a_{j, l_i}$ : Häufigkeit des Kriteriums  $c_j$  innerhalb der Lieferkette  $l_i$

$w_{k, j} \in [0;1]$ : konkreter Wert eines Kriteriums  $c_j$  für den Lieferanten  $m_k$



### Indizes

- y: Anzahl der im Netzwerk vorkommenden Kriterien
- o: höchstmögliche Gewichtungspunktzahl in der Kriterienliste
- z: Anzahl der Lieferanten im gesamten Netzwerk
- k: ID eines Lieferanten im gesamten Netzwerk
- i: ID einer der möglichen Lieferketten für ein vom Kunden gewähltes Modul
- j: ID eines im Netzwerk vorkommenden Kriteriums

Daraus ergibt sich für die Berechnung des Wertes einer Lieferkette für den fokalen Lieferanten folgende Formel:

$$\Omega_{l_i} = \frac{\sum_{k=1}^{m_z} \sum_{j=1}^{c_y} f(w_{k,j}) * g_j}{\sum_{j=1}^{c_y} (g_j * f(a_{j,l_i}))} \quad (1)$$

Der Zähler von  $\Omega_{l_i}$  stellt die gewichtete Lieferantenantwort dar und setzt sich somit zusammen aus dem Produkt von den jeweils konkreten Werten der Kriterien  $w_{k,j}$  und den entsprechenden Gewichtungspunktzahlen  $g_j$  über alle an der jeweiligen Lieferkette beteiligten Lieferanten  $M$  und alle von diesen veröffentlichten Kriterien  $C$ . Der Nenner von  $\Omega_{l_i}$  beschreibt den Umfang der Antworten, das heißt, die Summe der Gewichte der Kriterien, zu denen der Lieferant eine Angabe gemacht hat.

Die Teilfunktion  $f(w_{k,j})$  extrahiert aus der Menge der Antworten eines Lieferanten die Antworten, die in die Berechnung mit einfließen sollen. Antwortmöglichkeiten, die vom Lieferanten nicht gefüllt wurden, werden über diese Funktion eliminiert. Der Kriterienkatalog ist dabei so gestaltet, dass die Variable  $w_{k,j}$  den Wert -1 annimmt, falls diese Daten in der Tabelle nicht angegeben wurden. Die Formel zur Berechnung der Teilfunktion  $f(w_{k,j})$  lautet dabei:

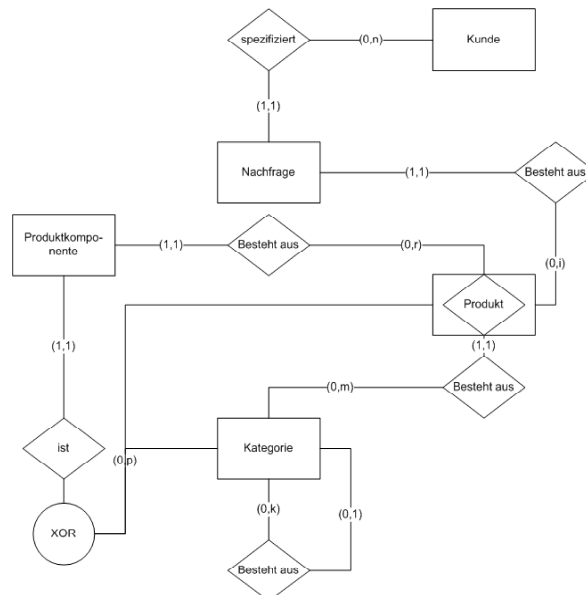
$$f(w_{k,j}) = \begin{cases} w_{k,j} & \text{für } w_{k,j} \neq -1 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (2)$$

Die Teilfunktion  $f(a_{j,l_i})$  extrahiert aus der Menge der Kriterien, die seitens der Lieferanten beantwortbar wären, diejenigen, für die auch eine Antwort erfolgt ist. Wurde ein Kriterium durch den Lieferanten beantwortet, wird das Gewicht des Kriteriums durch die Funktion ermittelt. Die Formel zur Berechnung der Teilfunktion  $f(a_{j,l_i})$  lautet dabei:

$$f(a_{j,l_i}) = \begin{cases} a_{j,l_i} & \text{für } w_{k,j} \neq -1 \\ -1 & \text{sonst} \end{cases} \quad (3)$$

Zusammengefasst wird die Risikobewertung  $\Omega_{l_i}$  und damit der Wert einer bestimmten Lieferkette  $l_i$  berechnet als das Verhältnis der gewichteten Lieferantenantworten zu dem Umfang der abgegebenen Antworten des spezifischen Lieferanten.





**Abb. 2.** Einordnung von Kategorien und Produktkomponenten in Anlehnung an Schrödl et. al [37]

An erster Stelle steht der Kunde mit einer Nachfrage nach einem Produkt, d. h. einer Instanz eines Leistungsbündeltypen. Im gesamten Liefernetzwerk fragen Kunden Instanzen bei ihren Lieferanten an, welche wiederum als Kunde Instanzen bei ihren Lieferanten erfragen. Der Typ des Leistungsbündels besteht nun aus einer Reihe von Modulen, welche „Outcomes“ zugewiesen bekommen. In der Sicht auf das gesamte Liefernetzwerk sind aber „Outcomes“ ebenfalls (hybride) Leistungsbündel von Lieferanten. Zur Realisierung von Modulen wurden Kategorien und Produktkomponente eingeführt, die wie folgt in das Modell eingegliedert werden (siehe auch Abbildung 2): Ein Produkt besitzt keine, oder eine Reihe von Komponenten. Eine Komponente besteht entweder aus einem Produkt oder aus einer Kategorie. Eine Kategorie besteht aus weiteren Kategorien oder Produkten. Eine Kategorie kann maximal eine übergeordnete Kategorie besitzen, ein Produkt ist immer genau einer Kategorie zugeordnet.

## 5.2 Funktionsweise des Prototypen

Das entwickelte Java-Programm bietet sowohl die Funktionalität zur Bewertung und Auswahl von Lieferanten als auch grafische Elemente zur Verwaltung der Daten, auf denen die Berechnung basiert. Darüber hinaus sind Komponenten zum Verwalten von Kriterien, Knoten, Produkten und Kategorien realisiert. Zuletzt kann der Benutzer noch durch die Visualizer-Komponente Berechnungen auf der von ihm einzugebenden Datenbasis durchführen. Der Kriterien-Editor erlaubt das Erstellen und Löschen von Einträgen. Der Knoten-Editor erstellt Knoten und weist deren Zuordnungen untereinander, die Produktion von Produkten und deren Kriterienausprägungen zu. Der

Graph, der das Lieferantennetzwerk darstellt, wird ausschließlich durch Erstellen von eingehenden Kanten definiert. Ausgehende Kanten für betroffene Knoten werden automatisch hinzugefügt. Kreise und unerwünschte Konstruktionen im Lieferantennetzwerk werden vom System nicht als Erstellungsoption angeboten.

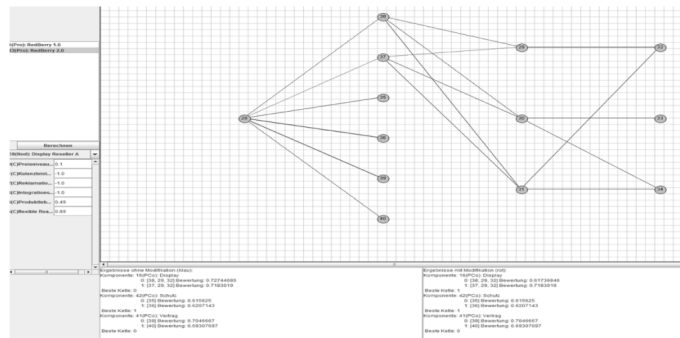


Fig. 3. Visualizer

Die Berechnung der Risiken der einzelnen Lieferketten wird durch den Visualizer sichtbar gemacht. Ausgehend vom ersten Knoten ohne ausgehende Kanten, im Normalfall der fokale Lieferant, wird das Netzwerk der erreichbaren Knoten erstellt. Nicht erreichbare Knoten werden vom Programm vernachlässigt. Links im Fenster findet sich eine Auswahl der Produkte, die der fokale Lieferant produziert. Anpassungen der Parameter führen im Regelfall zu einer anderen Berechnung und werden im Graphen in einer anderen Farbe präsentiert.

### 5.3 Praktische Relevanz

Der vorgestellte Prototyp wurde mit mehreren Experten aus dem Supply Chain Management diskutiert. Hierbei waren Experten aus Unternehmen vertreten, die hybride Leistungsbündel anbieten und entsprechende Komponenten der Leistungsbündel beschaffen. Eine Analyse ergab, dass im praktischen Umfeld eine strukturierte Betrachtung des Beschaffungsrisikos in der hybriden Wertschöpfung nur ansatzweise stattfinden. Im Wesentlichen werden dabei die klassischen Risiken der Beschaffung von Sachleistungen herangezogen. Darüber hinaus hat die Präsentation des Prototypen mit spezifisch angepassten Leistungsbündeln ergeben, dass solch ein Instrument einen Mehrwert in aktuellen und strategischen Beschaffungsvorgängen darstellen würde. So bietet die systematische Bestimmung des Risikos die Möglichkeit, mehr kleine und hochspezialisierte Lieferanten in die Lieferkette zu integrieren, um die Angebotsdifferenzierung weiter zu optimieren, ohne den Servicegrad gegenüber dem Kunden zu gefährden. Weiterhin kann das Modell genutzt werden, um die Lieferantenauswahl mit einem höheren Automatisierungsgrad zu implementieren, was einen positiven Effekt auf Prozesskosten und Laufzeiten hätte.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Das Ziel dieses Beitrags ist die Entwicklung eines Modells zur Risikobewertung von Lieferanten für hybride Leistungsbündel. Hierzu wurden anhand einer Literaturstudie Merkmale hybrider Leistungsbündel identifiziert sowie unterschiedliche Verfahren zur Risikobewertungen in Lieferantenbeziehungen ausgewertet. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein neues Modell für eine Risikobewertung von Lieferanten für hybride Leistungsbündel entwickelt. Dieses Modell beruht auf einem Punktbewertungsverfahren mit angepasstem Entscheidungskatalog in Ergänzung mit einem gleichenden Mittelwertverfahren. Insbesondere bietet dieses Modell die Möglichkeit, mit unvollständigen Informationen der Lieferanten dennoch eine Risikooptimierung durchführen zu können. Damit unterscheidet es sich signifikant von etablierten Modellen des Supply Chain Management für klassische Produkte. Zur Simulation dieses Modells wurde ein Prototyp entwickelt, der die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten des Risikomodells demonstriert. Anhand dieser Simulationsmöglichkeit können unterschiedliche Risikoszenarien untersucht werden und die für den jeweiligen Beschaffungsbedarf optimalste Lieferkette ermittelt werden. Es zeigt sich, dass das Modell nachvollziehbare und gut interpretierbare Ergebnisse liefert, die Anbietern von hybriden Leistungsbündeln ermöglichen, ihre Angebot mit einem minimierten Risiko am Markt anzubieten. Dies ermöglicht den Unternehmen eine weitere Fokussierung auf ein innovatives Angebotsportfolio und damit verbunden einer Ausweitung von interessanten Marktpositionen. Das vorgestellte Modell ist variabel in den Kriterien und kann daher auch genutzt werden, um eine optimale Lieferantenstrategie für bestimmte hybride Angebote zu identifizieren. Darüber hinaus kann das Modell genutzt werden, um in der operativen Beschaffung als Entscheidungsgrundlage zu fungieren, falls eines der Risiken in der Beschaffung eintritt und sich die Frage nach einer optimalen Ausweichvariante stellt. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das vorgestellte Modell eine Optimierung der Lieferantenbeziehungen für die Anbieter hybrider Leistungsbündel darstellt. Das vorgestellte Modell kann als erster Schritt in Richtung eines umfassenden Risikomanagements in Liefernetzwerken für hybride Leistungsbündel gesehen werden. Als weitere Schritte sind mehrere Aspekte denkbar. Hierzu zählt unter anderem die Aufnahme des Faktors Zeit und damit eine Erweiterung in Richtung operativer Beschaffung. Dieser ist besonders relevant bei Änderungen von Lieferungen, die zum Beispiel durch Lieferverzug, Teillieferung oder Lieferausfälle entstehen können. Ein weiterer Faktor ist die Tatsache, dass in der Praxis eventuell nicht alle Lieferanten die vom fokalen Lieferanten geforderten Informationen zur Verfügung stellen werden. In dem in dieser Arbeit aufgestellten Modell würde dies zwar zu einem durchaus akzeptablen Ergebnis führen, bei großer Varianz könnten die Werte aber trotzdem die Interpretation aus Sicht des fokalen Lieferanten erschweren. Es bleibt also auch über diese Arbeit hinaus die Frage nach dem Umgang mit unvollständigen Informationen in einem solchen Modell. Des Weiteren wäre noch ein Maß für die Verzahnung von Dienstleistung und Sachgütern in Form von hybriden Leistungsbündeln als Kriterium für Risiko, und somit als Einflussfaktor auf die Bewertung von Lieferketten, zu evaluieren. Als letzter Punkt ist die Tatsache zu erwähnen, dass der fokale Lieferant bezüglich der Kriterienliste andere Bewertungen

beziehungsweise Schwerpunkte haben kann als ein Vorlieferant. So kann beispielsweise die Lieferwahrscheinlichkeit verschiedene Bedeutungen aufweisen, was zu unterschiedlichen Bewertungen von Lieferketten führen kann. Auch eine unterschiedliche Gewichtung der Lieferanteninformationen je nach deren Position in der Lieferkette wäre denkbar.

## Literatur

1. Leimeister, J.M., Glauner, C.: Hybride Produkte - Einordnung und Herausforderung für die Wirtschaftsinformatik. *Wirtschaftsinformatik* 50 (3), 248–251 (2008)
2. Böhm, T., Krcmar, H.: Hybride Produkte: Merkmale und Herausforderungen. In: *Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen*. Gabler (2007)
3. Wise, R., Baumgartner, P.: Go Downstream: The New Profit Imperative in Manufacturing. *Harvard business review* 77, 133-141 (1999)
4. Howells, J.: Industrial Consumption and Innovation. In: *The workshop: "Industrial ecology and spaces of innovation"*, pp. 203-219. Edward Elgar Publishing (2003)
5. Becker, J., Beverungen, D., Knackstedt, R.: Wertschöpfungsnetzwerke von Produzenten und Dienstleistern als Option zur Organisation der Erstellung hybrider Leistungsbündel. In: *Wertschöpfungsnetzwerke*. Physica, Heidelberg (2008)
6. Galbraith, J.R.: Organizing to Deliver Solutions. *Org. Dynamics* 31, 194-207 (2002)
7. Kersten, W., Zink, T., Kern, E.-M.: Wertschöpfungsnetzwerke zur Entwicklung und Produktion hybrider Produkte. In: *Wertschöpfungsnetzwerke*. Schmidt (2006)
8. Schrödl, H., Geier, L.: Risikomanagement in der hybriden Wertschöpfung: ein Vergleichsrahmen zur Bewertung von Risikomodellen für die Lieferantenauswahl. In: Thomas, O., Nüttgens, M. (eds.): *Dienstleistungsmodellierung 2012*. Springer Gabler (2012)
9. vom Brocke, J.: *Serviceorientierte Architekturen - SOA*. Management und Controlling von Geschäftsprozessen. Vahlen, München (2008)
10. Johansson, J.E., Krishnamurthy, C., Schliessberg, H.E.: Solving the solutions problem. *McKinsey Quarterly* 3, 116–125 (2003)
11. Foote, N.W., Galbraith, J., Hope, Q., Miller, D.: Making solutions the answer. *McKinsey Quarterly* 3, 84–93 (2001)
12. Scholl, G.: Product Service Systems. In: *Perspectives on Radical Changes to Sustainable Consumption and Production (SCP)*, pp. 25-43 (2006)
13. Sawhney, M., Wolcott, R.C., Arroniz, I.: The 12 Different Ways for Companies to Innovate. *MIT Sloan Management Review* 47 (3), 74-82 (2006)
14. Vahrenkamp, R., Amann, M. (eds.): *Risikomanagement in Supply Chains*. Gefahren abwehren, Chancen nutzen, Erfolg generieren. Schmidt, Berlin (2007)
15. Aissaoui, N., Haouari, M., Hassini, E.: Supplier selection and order lot sizing modeling: A review. *Computers & Operations Research* 34 (12), 3516–3540 (2007)
16. Kajüter, P.: Instrumente zum Risikomanagement in der Supply Chain. In: Stölzle, W. (ed.): *Supply Chain Controlling in Theorie und Praxis*. Gabler, Wiesbaden (2003)
17. Voigt, K.-I., Thiell, M.: Beschaffung wissensintensiver Dienstleistungen. In: Bruhn, M., Stauss, B. (eds.): *Dienstleistungsnetzwerke*. Gabler, Wiesbaden (2003)
18. Thiell, M.: *Strategische Beschaffung von Dienstleistungen*. Univ.-Dissertation (2006)
19. Burr, W.: *Service-Engineering bei technischen Dienstleistungen*. DUV, Wiesbaden (2002)
20. Götze, U., Betz, S., Götze-Henselmann-Mikus: *Risikomanagement*. Physica, Heidelberg (2001)

21. Harland, C., Brenchley, R., Walker, H.: Risk in supply networks. *Journal of Purchasing & Supply Management* 9 (2), 51-62 (2003)
22. Wright, P.: Consumer Choice Strategies: Simplifying Vs. Optimizing. *Journal of Marketing Research* 12 (1), 60-67 (1975)
23. Holt, G.D.: Which contractor selection methodology?. *International Journal of Project Management* 16 (3), 153-164 (1998)
24. Liu, J., Ding, F.-Y., Lall, V.: Using DEA to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *SCM: An International Journal* 5, 143-150 (2000)
25. Talluri, S., Narasimhan, R.: Vendor evaluation with performance variability: A max-min approach. *European Journal of Operational Research* 146, 543-552 (2003)
26. Weber, C.A., Current, J.R., Desai, A.: Vendor: A Structured Approach to Vendor Selection and Negotiation. *Journal of Business Logistics* 21, 135-167 (2000)
27. Burianek, F., Ihl, C., Bonnemeier, S., Reichwald, R.: Typologisierung hybrider Produkte TUM Lehrstuhl für BWL - Information Organisation u. Management, München (2007)
28. Heyder, M., Fahrtmann, K., Theuvsen, L.: Lieferantenbewertung in der Lebensmittelindustrie: Eine empirische Analyse. In: *Jahrbuch der Österreichischen Ges. für Agrarökonomie*, Band 18 (1). Facultas, Wien (2009)
29. Müssigmann, N.: Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen unter Berücksichtigung kritischer Knoten. Univ. Dissertation, Augsburg (2006)
30. Pousttchi, K., Schrödl, H., Turowski, K.: Characteristics of Value Bundles in RFID-enabled Supply Networks. In: *9<sup>th</sup> ICEB 2009*, pp. 886-893 (2009)
31. Muralidharan, C., Anantharaman, N., Deshmukh, S.G.: A Multi-Criteria Group Decision-making Model for Supplier Rating. *J. of Supply Chain Management* 38, 22-33 (2002)
32. Janker, C.G.: Multivariate Lieferantenbewertung. Gabler / GWV, Wiesbaden, (2008)
33. Sarkis, J., Talluri, S.: A Model for Strategic Supplier Selection. *Journal of Supply Chain Management* 38, 18-28 (2002)
34. Beucker, S.: Ein Verfahren zur Bewertung von Lieferanten auf der Grundlage von Umweltwirkungen unter Berücksichtigung von Prozesskosten. Univ. Dissertation, Stuttgart (2005)
35. Koppelmann, U.: *Beschaffungsmarketing*. Springer, Berlin Heidelberg (2004)
36. Hevner, A.R., March, S.T., Park, J., Ram, S.: Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly* 28, 75-105 (2004)
37. Schrödl, H., Gugel, P., Turowski, K.: Modellierung strategischer Liefernetze für hybride Leistungsbündel. In: Thomas, O., Nüttgens, M. (eds.): *DLM 2010. CEUR*, Vol. 577, pp. 1-18. CEUR-WS.org (2010)