

# **Struktureller Vergleich branchenspezifischer Supply Chains**

Fachwissenschaftliche Projektarbeit

der technischen Universität Dortmund  
der Fakultät Maschinenbau  
dem Fachgebiet IT in Produktion und Logistik

Betreuer: Dipl.-Inf. Anne Antonia Scheidler

Vorgelegt von: Alexander Janßen  
Matrikelnummer: 141901

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungen</b>	<b>II</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation / Ziel der Arbeit	1
<b>2. Supply Chains und Klassifizierungsmöglichkeiten von Supply Chain-Strukturen</b>	<b>1</b>
2.1 Typisierung der Supply Chain	1
2.2 Lean Supply Chain	2
2.3 Agile Supply Chain	2
2.4 Hybride Supply Chain	3
<b>3. Strukturelle Erfassung ausgewählter repräsentativer Supply Chains</b>	<b>3</b>
3.1 Falluntersuchung	3
3.2 Generalisierung	5
3.3 Strukturelle Bestandteile von SCs nach dem Klassifikationsschema	5
3.3.1 Nachfragestruktur	5
3.3.2 Lieferzuverlässigkeit und Transportwege	6
3.3.3 Lager und Bestand	7
3.3.4 Produkt und Ausprägung	7
3.3.5 Stückzahlen	7
3.3.6 Durchlaufzeit	8
3.4 Vergleich, Matrix	9
3.5 Fazit	9
<b>4. Prototypische Modellierung repräsentativer Supply Chains</b>	<b>10</b>
4.1 Automobilindustrie als Lean Supply Chain	10
<b>5. Ausblick</b>	<b>11</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>12</b>

## II Abkürzungsverzeichnis

<b>ASC</b>	Agile Supply Chain
<b>bspw.</b>	Beispielsweise
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>d.h.</b>	das heißt
<b>engl.</b>	Englisch
<b>et al.</b>	und andere
<b>HSC</b>	Hybride Supply Chain
<b>JIS</b>	Just-in-Sequence
<b>JIT</b>	Just-in-Time
<b>LSC</b>	Lean Supply Chain
<b>OEM</b>	Original Equipment Manufacturer
<b>PPS</b>	Produktionsplanung und -steuerung
<b>s.</b>	siehe
<b>SC</b>	Supply Chain
<b>SCM</b>	Supply Chain Management
<b>u.a.</b>	unter anderem
<b>vgl.</b>	vergleiche
<b>z. B.</b>	zum Beispiel

# **1. Einleitung**

## **1.1 Motivation / Ziel der Arbeit**

Die heutige Industrielandschaft konzentriert sich stark auf die Supply Chains, denn sie fügen alle Teile eines Unternehmens von Rohstoff bis zum verkauften Endprodukt, also bis zum finalen Geldfluss, zusammen. Durch ihren Umfang und die Relevanz für das Unternehmen gibt es hier entsprechend viel Optimierungspotential. Der Begriff „die Supply Chain“ ist aber nicht mehr zutreffend, denn eine Supply Chain wird lange nicht allen verschiedenen Produkten gerecht. Die Simulation von Supply Chains ist das optimale Mittel um die Optimierung zu unterstützen, denn weder Umfang, Komplexität noch die vielen verschiedenen Produkte sind nicht abbildbar. Um aber eben Abbilden zu können, muss erst klar sein, was abgebildet wird, also aus welchen strukturellen Bestandteilen sich eine Supply Chain zusammensetzt. Daraus ergibt sich dann die Frage, ob es da in den verschiedenen Branchen Gemeinsamkeiten bei den strukturellen Bestandteilen gibt oder es alles absolute Unikate sind.

Das Ziel dieser Arbeit ist es Supply Chains in strukturelle Bestandteile zu zerlegen, branchenspezifische Gemeinsamkeiten in den Bestandteilen herauszufinden und Unterschiede zwischen verschiedenen Branchen festzustellen um so Branchen vorher bestimmten Typologien zuzuordnen. Ein Schwerpunkt liegt auf den Eigenschaften dieser Bestandteile für die Simulation um abschließend den Typologien entsprechende Modelle erstellen zu können.

## **2. Supply Chains und Klassifizierungsmöglichkeiten von Supply Chain-Strukturen**

Eine Supply Chain ist ein Netzwerk von Organisationen, die durch Beziehungen im Material- und Informationsfluss in verschiedenen Prozessen und Aktivitäten verbunden sind, die Werte in der Form von Produkten und Dienstleistungen produzieren, die in der „Hand des Endkunden“ sind (Christopher 1998).

### **2.1 Typisierung der Supply Chain**

Der Autor hat sich für die Typologie nach Vonderembse et al. entschieden

Diese konzentriert sich auf die Art des produzierten Endproduktes und den damit angezielten Markt. Das Standardprodukt ist ein verbreitetes, etabliertes und ggf. wenig innovatives Produkt ist. Das innovative Produkt enthält neue und innovative Komponenten um allgemein speziellen Kundenwünschen zu genügen und neue Märkte zu erschließen. Das hybride Produkt besteht aus etablierten und innovativen Komponenten und ist typischerweise ein Standardprodukt, welches durch spezielle Komponenten variiert wird um in bestehenden Märkten Kundenwünsche zu befriedigen (vgl. [DSC] S.230)

Dann geht es um die Zielsetzung und die Realisierung dessen durch integrierte Funktionsbereiche. Kostenreduzierung und Flexibilität durch Integration von Produktion und Lieferanten mit JIT. Hohe Produktvielfalt und verringerte Variationskosten durch Integration von Marketing und Konstruktion (vgl. [DSC] S228.)

Ein weiteres Merkmal ist die Nachfragestruktur, also wie gut kann man den Absatz vorhersagen und damit planen kann. Eine Gesamtproduktvorhersage kann gut sein, wenn man nur einen Schätzfehler von ca. 10% hat, oder eben schlecht, und damit schwerlich brauchbar, bei einem Schätzfehler von über 50%. Weiter kann man auch Vorhersagen für einzelne Varianten treffen und die mit der o.g. Vorhersage kombinieren (vgl. [DSC] S.229).

Diese Typologie hat die folgenden drei Typisierungen hervorgebracht, welche sich selbstständig weiterentwickelt haben und zu allgegenwärtigen Strategien in der Industrie geworden sind. Diese Strategien unterscheiden sich jedoch in den gleichen Merkmalen, bzw. strukturellen Bestandteilen in der Supply Chain.

## **2.2 Lean Supply Chain**

Die Lean Supply Chain definiert sich durch das stete Beseitigen von nicht-wertschöpfenden Prozessen. Dazu kommt das Streben nach immer höherer interner Produktivität und kürzeren Rüstzeiten für bestehende Produkte.

Es beginnt mit einer guten Nachfragevorhersage, mit Hilfe welcher man die benötigte Stückzahl bestimmt. Diese ist typischer Weise hoch und wird mit wenig Variationen bestritten. Mit dieser Stückzahl, bzw. den Stückzahlen der einzelnen Varianten und der Prämisse, das die Produktion nicht still stehen soll wird dann die Produktion ausgelegt und die Supply Chain beginnt zu laufen. Es wird ein striktes Netz von Zulieferern und Abnehmern erstellt welche einen konstanten Material- bzw. Produktfluss generieren.

Eine Reaktion auf Kundenwünsche ist somit schwierig. Der Weg dahin wird mit immer kürzeren Rüstzeiten begangen, welche schnelle Wechsel von Produkt zu Produkt bzw. von Variation zu Variation ermöglichen. Schnell deshalb, damit wenig Verlust zur geplanten Produktion entsteht. Weiter wird um auf das gewechselte Marktverhalten und die kürzeren Produktlebenszyklen der Konsumgesellschaft zu reagieren der Weg von der Produktkonzeption zum finalen Verkauf immer kürzer (vgl [DSC] S.227)

Der Prototyp war die Firma Toyota mit dem Toyota Produktionssystem nach Toyoda Sakichi, mit dem Jidoka- und Just-in-time-Prinzip. Jidoka ist das Beheben und Vermeiden, z.B. mit automatischem Produktionsstopp oder Poka Yoke, von Produktionsfehlern im Prozess. Just-in-time, kurz JIT, ist das Produzieren von nur dem, was benötigt wird, durch unter Anderem einen kontinuierlichem Produktionsprozess und dem Pullprinzip.

Die Weiterentwicklung des Just-in-time-Prinzips ist das Just-in-Sequenz-Prinzip innerhalb der Supply Chain in dem im Produktionstakt angeliefert wird um selbst Lagerung als nicht-wertschöpfenden Prozess zu beseitigen.

## **2.3 Agile Supply Chain**

Die Agile Supply Chain baut sich um die Schnittstelle vom Unternehmen zum Abnehmermarkt auf. Das heißt eine unternehmensweite Kundenorientierung durch Flexibilität und Dynamik um den rasanten Nachfrageänderungen des Marktes und den sich kontinuierlich spezifizierenden Marktsegmenten nach zukommen.

Die Agile Supply Chain schlägt aber eben daraus auch ihr Kapital, eine Art Nische, in Form von unvorhersehbaren Marktverhalten, wird von ihr gedeckt durch schnelle Lieferung und flexible Vorlaufzeit um auch variable Stückzahlen rentabel produzieren zu können. Mit dem Einsatz von Informationssystemen und -technologien und dem Fokus auf innerbetriebliche

organisatorische Probleme und die Mitarbeiter wird die Entscheidungsfindung möglichst weit nach unten in der Unternehmenshierarchie verlagert, um möglichst früh in der Produktion den Kundenwünschen nachzukommen.

Realisiert wird dies durch massive Lagerung um die Produktion von den Lieferanten abzukoppeln, ggf. sogar eine Endproduktlagerung um auch schnell eine Nachfrage von hoher Quantität zu decken. Wobei Letzteres bei einer Produktpalette von gut hundert und mehr Produkten eine vollständige Endproduktlagerung unmöglich macht (vgl. [DSC] S.227)

Ganz typisch hierfür ist die Modeindustrie, welche mit immer neuen Schnitte, Mustern und Materialien jeglichen Bedarf zu decken versucht.

## **2.4 Hybride Supply Chain**

Zusätzlich zur Lean Supply Chain und der Agile Supply Chain gibt es noch die Hybride Supply Chain, kurz HSC, den Mittelweg zwischen den beiden oben genannten.

Prototypisch hierfür sind Variantenfertiger, die ein Produkt in vielen verschiedenen Varianten anbieten um es für die verschiedensten Wünsche fertigen zu können, unter der Voraussetzung einer relativ genauen Marktvorhersage für das Produkt im allgemeinen. In diesen Unternehmen hat sich das Build-to-order-Prinzip entwickelt, d.h., dass diese die Produkte entweder wirklich erst auf Bestellung produzieren oder bis zu einem bestimmten Fertigungspunkt, dem Entkopplungspunkt, vorgefertigt haben und dann zu der entsprechenden Bestellung zu der Variante fertigstellen. Der Entkopplungspunkt sollte soweit hinten wie möglich in dem Produktionsprozess angesiedelt sein, denn bis zu diesem kann *Lean* produziert werden, von da an dann *Agile* (vgl. [DSC] S.230)

Die *schlanken* Eigenschaften generieren Effektivität, sowohl finanziell, als auch produktiv. Die *agilen* Eigenschaften stellen für diese Supply Chain den modernen Umgang mit dem Käufermarkt dar, was heißt, reaktiv, anpassungsfähig und innovativ zu sein.

## **3. Strukturelle Erfassung ausgewählter repräsentativer Supply Chains**

### **3.1 Falluntersuchung**

Als Repräsentant für die Automobilindustrie steht Toyota als größter Automobilhersteller der Welt mit seinem oben genannten Toyota Produktionssystem. Dort hat sich die Idee der schlanken Produktion populär etabliert und offensichtlich erfolgreich durchgesetzt (vgl. [TO2]).

Es beginnt mit dem Pull-Prinzip, dass nur produziert wird, was auch benötigt wird, wobei bei Automobilen die Nachfrage sehr gut vorhersagbar ist und eben darauf auch die Produktionslinien ausgelegt sind. Dann geht es über die Verringerung der Rüstzeit zum schnellen Wechseln von Produktionsserien zum JIT- und JIS-Prinzip um Lager nahezu abzuschaffen und Bestand auf das Nötigste zu reduzieren. Bei immer kürzer werdenden Lebenszyklen der Fahrzeuge und immer mehr Produktausprägungen werden die einzelnen Stückzahlen immer kleiner, jedoch immer noch in im hohem hunderttausender Bereich (vgl. LSC S.1-3 u. [TO2]).

Als einer der größten Energielieferanten der Welt präsentiert RWE ein relativ autonomes Model von der Rohstoffbeschaffung, über Umsetzung in Strom bis zu Distribution an den Endkunden durch Firma und Tochterfirmen.

Die Energienachfrage ist auch sehr gut vorhersehbar, Spitzen und Flauten allgemein bekannt. Das Gemeinden-Versorgungsnetz ist grundlegend immer gegeben. Die Versorgung mit Öl und Kohle erfolgt über die klassischen Distributionsvarianten Zug, Schiff und LKW. Gelagert werden wenn dann Rohstoffe, also Öl, Gas und Kohle, Strom selber wird nur selten gespeichert.

Die Werkzeughersteller haben mit der Elektrowerkzeug-Sparte, insbesondere der Bohrer ein übersichtliches Supply-Netzwerk für nur drei Komponenten: das Gehäuse, der Motor und das Getriebe. Hier sind die bekannten Vertreter Bosch Powertools, Hilti, Black&Decker und AEG.

Die drei Komponenten sind Standardprodukte und alleine der Austausch des Getriebes oder des Motors generiert schon eine andere Ausprägung. Diese Produkte sind von hoher Qualität und decken durch die verschieden verwendbaren Aufsätze alle Kundenwünsche zu einem vernachlässigbaren Preis (vgl. [DSC] S.231)

In der Pharmaindustrie steht die Verfügbarkeit für den Kunden an erster Stelle, also sind Endproduktlager, welche mit hohem Bestand gefüllt sind, in Kundennähe eingerichtet und werden von robusten und sicheren Supply Chains gefüllt. Die Stückzahlen sind variabel und von der jeweiligen Saison abhängig. Sogenannte Blockbustermedikamente, also die Dauerrenner der Pharmaindustrie können hingegen *lean* produziert und ausgeliefert werden, welche aber nur einen kleinen Teil der Gesamtproduktion ausmachen.(vgl. [PH1])

In der Modebranche mit den großen Produktpaletten spielen die Saisons und der ständige Modewechsel eine große Rolle. Als erfolgreicher Global Player stellt H&M mit seinem Netzwerk aus ca. 900 Zulieferern und Produktionsfabriken und der massiven Lagerung von Endprodukten die aktuelle Antwort auf den ständigen Wechsel dar.

Hier ist die Nachfrage vor allem durch die Saisons definiert und wird durch recht kleine Stückzahlen gedeckt. Die Lieferung findet von den Warenlagern zu den Verkaufshäusern statt. Es werden in diesen Warenlagern die Endprodukte gelagert und das auch für mehrere Verkaufsstellen, bzw. H&M-Niederlassungen. Angeboten werden hunderte verschiedener Produkte in mehreren Ausführungen hinsichtlich der Konfektionsgröße, Farbe, Waschung, „Abnutzung“ und der Materialzusammensetzung, beispielsweise der Elastananteil in einer Jeanshose (vgl. [MO1], [MO2], [MO3]).

Ähnlichen Herausforderungen stellt sich die Hightech-Industrie bei den Smartphones. Ständiger Wechsel, kurze Produktlebenszyklen und dazu eben noch teure Komponenten, die eben nicht lange gelagert werden sollten. Samsung löst das so, dass sie eben diese lange Kapitalbindung durch eine schlanke Produktion auf Komponentenebene reduzieren und dann

erst final diese zu verschiedensten Varianten und Modellen montieren. Hier lässt sich schon nur eine geänderte Komponente erfolgreich vermarkten, insbesondere größere Displays mit gleicher Hardware dahinter (vgl. [HT1]).

Ebenso wird es bei Computerkomponenten gehandhabt, es werden die Komponenten schlank produziert und dann in verschiedener Kombination vom OEM zu jeglichen Ausprägungen entsprechend dem Kundenwunsch endmontiert.

In der Lebensmittelindustrie stellt man sich den hohen hygienischen Ansprüchen, der Verderblichkeit der Produkte und der saisonal schwankenden Nachfrage. Somit sind sowohl die Stückzahlen wechselnd, als auch die Lager mit hohen Beständen gefüllt um Ausverkauftes jederzeit nachliefern zu können, selbst bei Obst außerhalb der Saison (vgl. [LI1]).

Die Luftfahrtindustrie arbeitet mit Extremen, riesige Bauteile, hohe Sicherheitsanforderungen und spontaner Ersatzteilebedarf. Die hohen Werte der einzelnen Bauteile führen schnell zu hohen Kapitalbindungen in den Lagerhallen und Eurocontainern der Frachtschiffe, deswegen wird versucht auch hier *lean* zu arbeiten mit JIT- und JIS-Prinzip (vgl. [LU1]).

Flugzeuge selber sind nur wenige im Angebot und diese dann mit nur ein bis zwei Ausprägungen. Die Flugzeuge selber haben eine sehr hohe Lebensdauer und eine für alle anderen Industrien traumhafte Unfallstatistik.

### **3.2 Generalisierung**

In der heutigen Industrielandschaft werden auf sovielen Ebenen Waren produziert und verteilt, dass sich fast immer mehrere parallele Supply Chains bilden, welche auch in unterschiedliche Typisierungen fallen, also sowohl *lean*, *agile* und *hybride*.

Zur Verarbeitung hat der Autor sich auf die OEM-Supply Chain konzentriert und diese zu einer zusammengefasst, um daraus ein reproduzierbares und verarbeitbares Ergebnis zu bekommen.

Für eine differenziertere Untersuchung kann man das Modell um eine beliebige Anzahl an Supply Chains erweitern, die dann die einzelnen Schritte und Zuliefererunternehmen darstellen.

### **3.3 Strukturelle Bestandteile von SCs nach dem Klassifikationsschema**

Die Supply Chains der o.g. beispielhaften Industriebranchen unterscheiden sich wenig in ihrer Komplexität und nur in Ausnahmen in ihrem Umfang, es sind aber die strukturellen Unterschiede, die eine Klassifikation erfordern. Die nachfolgenden strukturellen Bestandteile lassen jedoch unter der genannten Generalisierung eine Klassifizierung zu.

#### **3.3.1 Nachfragestruktur**

Die Nachfrage ist der ausschlagende Punkt bei jedem Produkt. Gibt es keinen Käufermarkt, braucht man eine Ware erst nicht generieren. Diese Nachfrage kann saisonal sein, wie es bei Mode der Fall ist oder sie kann sprunghaft sein, wie es bei BigBang-Produkten wie

Smartphones ist (vgl. [HT1]), die bei Markteinführung ihren höchsten Absatz haben. Die Nachfrage kann aber auch konstant bzw. gut vorhersagbar sein, wie es in der Automobilbranche oder bei Energie allgemeinen der Fall ist.

In der Simulation stellt sich der Unterschied so dar, dass z.B. die Lean Supply Chain nicht still steht bzw. mit dem Pull-Prinzip produziert und auch eben darauf ausgelegt ist, die Hybride Supply Chain wartet bei der Endfertigung auf die entsprechenden Kundenwünsche und die Agile Supply Chain startet auf Kundenwunsch.

### **3.3.2 Lieferzuverlässigkeit und Transportwege**

Die genutzten Transportmittel und Transport ergeben sich aus den produzierten Losgrößen, der Größe der Ware oder der Beschaffenheit des zu transportierenden Gutes. Je größer die Losgrößen sind, desto längere Transportwege können sich lohnen. Lange Transportwege haben aber im Allgemeinen eine schlechtere Lieferzuverlässigkeit als kurze Wege.

Der Transport über See ist durch die Eurocontainer definiert, wenn davon einer voll wird, kann es sich lohnen, jedoch ist auch eben ein voller Eurocontainer eine Bindung von totem Kapital. Der Transport per Schiff ist langsam, also müssen die Transportkosten so gering sein, dass sich die Lagerung von genug Ware bis zur nächsten Lieferung lohnt. Wenn man nun die Taktung der Schifflieferung erhöht, hat man dementsprechend auch viel Material im Transport gebunden.

Der Transport über Schienen hängt von der Infrastruktur der Produktionsstandorte ab, zeichnet sich aber durch Pünktlichkeit und geringe Kosten aus. Typischerweise werden mit dem Zug Rohstoffe transportiert bei denen große Mengen geringen Wert haben, wie Kohle oder Erze.

Der Transport über die Straße ist die flexibelste Transportmöglichkeit. Nahezu immer ist dies auch die Transportmöglichkeit von und zu den anderen genannten, also von und zum Seehafen, Flughafen und Bahnhof. Durch die kleinen Transportmengen ist dies die Transportart für JIT und JIS. Der LKW nutzt mit der Straße das flächendeckendste Verkehrsnetz und kann damit jeden Produktionsstandort erreichen.

Der Transport mit dem Flugzeug oder gar dem Hubschrauber ist fast immer nur eine Notlösung, denn wegen der Schnelligkeit ist sie die teuerste Transportart und der Preis skaliert mit dem Gewicht, somit werden wenn dann nur die nötigsten Mengen zum Überbrücken von Engpässen geliefert um Produktionsstillstand zu vermeiden.

Eine einer Branche vorenthaltene Transportart ist der Transport von Gas und Öl über Pipelines und der Transport von Strom über Kabel. Hier wird die transportierte Menge vom Pipelinedurchmesser und dem Pumpendurchsatz begrenzt und der transportierbare Strom hängt von der übertragbaren Stromstärke ab, welcher sich durch Leitfähigkeit und Durchmesser des Kabels, meistens durch Oberlandleitungen repräsentiert, ergibt.

Straße, Schiene, Luft und See unterscheiden sich nur in Transportmenge, -dauer und den Störungseinflüssen. Die Störungseinflüsse sind in der Simulation letztendlich das Ausfallen einer Lieferung.

Die Lieferzuverlässigkeit ist einmal die gestellte Anforderung an den Lieferanten und die Transportart. Zusammen mit der Transportart und der ihr eigenen möglichen Losgröße ergibt sich der nötige Bestand um einen Stillstand zu vermeiden.

Simuliert wird dies durch die Verbindung von Quelle und Senke , der übergebenen Einheitenmenge und der Ausfallwahrscheinlichkeit, bzw. der Abweichung.

### **3.3.3 Lager und Bestand**

Das Lager hängt von dem gelagertem Gut ab, es kann ein Hochregallager sein für kleine bis mittelgroße Waren, es kann eine große Fläche, ggf. auf überdacht als Halle, sein für große bis riesige Waren, ein Pumpspeicherkraftwerk oder modernere Alternativen für Strom, Tanks für Öl und Gas und Halden für Schüttgut.

Dann ist zu unterscheiden wo in der Supply Chain das Lager liegt, ist es am Anfang für Rohstoffe, in der Supply Chain für Produktzwischenstufen, fast am Ende für die anstehende Varianten-Endfertigung oder sogar ganz am Ende für das fertige Produkt um plötzliche Nachfragen zu befriedigen.

In manchen Abschnitten der Supply Chain verzichten Unternehmen ganz auf Lager und nutzen das JIS-Prinzip um die Produktion aus den LKWs zu versorgen. Auf diese Weise kann man den Bestand stark reduzieren bis sogar ganz darauf verzichten, denn Bestand ist immer gebundenen Kapital.

Lager sind mit ihrem Unterhalt und Bestand mit seiner Kapitalbindung die naheliegenste Optimierungsmöglichkeit. Wobei Lager feste Größen sind insoweit, dass es gekaufte, gebaute oder vertraglich gebundene Immobilien sind.

In der Simulation sind die Lager mit dem Bestand Puffer zwischen Produktion und Transport, sie sollten, falls vorhanden, weder leer, noch voll laufen, denn das würde Produktionsstopp bedeuten, bei leer in der folgenden Supply Chain, bei voll in der vorangegangenen Supply Chain.

### **3.3.4 Produkt und Ausprägung**

Die Anzahl der angebotenen Produkte und die Anzahl der Ausprägungen der Produkte ergibt die mögliche Spezialisierung der Produktion, was heißt, dass ein Unternehmen, welches ein Produkt anbietet ganz anders Produziert als ein Unternehmen, welches 50 Produkte anbietet, da eben dieses auch mindestens 50 verschiedene Teile bzw. 50 verschiedene Prozesse benötigt. Dies ist oben bereits erwähnt in den Produktarten, Standardprodukt, innovatives Produkt und hybrides Produkt.

Die Ausprägung der Produkte ist die Anzahl der Varianten, in denen ein Produkt angeboten wird. Ein Unternehmen, welches fünf Produkte in jeweils drei Ausprägungen anbietet hat letztendlich auch eine Produktpalette von 15 verschiedenen Produkten.

Simuliert wird dies über anfallende Rüstzeiten, also der Stillstand und das Binden mindestens eines Mitarbeiters an der Maschine.

### **3.3.5 Stückzahlen**

Die produzierte Stückzahl hängt von der Hauptbeschränkung ab. Es kann einmal der mögliche Absatz sein oder es kann der Takt der Produktion sein.

Andererseits werden günstige Produkte typischerweise in großen Stückzahlen produziert, wohingegen wertvolle Produkte typischerweise in kleinerer Stückzahlen produziert werden um den gleichen Umsatz zu generieren.

Mit der Stückzahl und der Produktgröße gehen auch Folgen für den Transport und die Lagerung einher.

In der Simulation ist eine große Stückzahl störanfälliger, jedoch ist jede Störung, wenn auch noch so selten bei niedrigen Stückzahlen dramatisch.

### **3.3.6 Durchlaufzeit**

Die Durchlaufzeit ist die Dauer von Vorprodukt zu Endprodukt über einen Abschnitt in der Supply Chain. Je kürzer die Durchlaufzeit ist, desto steter ist der Strom der Produkte.

Zum Beispiel hat eine Auto eine hohe Durchlaufzeit wird, aber mit z.B. fünf anderen Autos auf dem LKW abtransportiert. Das heißt nun, dass nur alle sechs Takte abtransportiert werden kann. Wenn man nun zwei Produktionslinien hat, kann man es auf 3 Takte reduzieren. Das ist natürlich teurer.

Dies hat Auswirkung auf das Endproduktlager insofern, dass in diesem Beispiel mindestens sechs Endprodukte gelagert werden müssten.

Weiter ist sie ein Indikator für die Reaktionsschnelligkeit, eine lange Durchlaufzeit generiert erst nach ihrer Dauer das erste Produkt, was sich bei kleinen Stückzahlen stark bemerkbar macht.

### 3.4 Vergleich, Matrix

		Automobilindustrie	Energielieferant	Werkzeughersteller
Nachfragestruktur	genau vorhersagbar	genau vorhersagbar	konstant	genau vorhersagbar
Lieferzuverlässigkeit		unzuverlässig	zuverlässig	unzuverlässig
Transportwege		Schiene, Wasser, Luft, Straße	Kabel, Pipelines	Schiene, Wasser, Luft, Straße
Lager	Teile Lager / JIT / JIS	Teile Lager / JIT / JIS	keine / Reservoirs	JIT, JIS
Bestand	Gering / JIT / JIS	Gering / JIT / JIS	gering	gering
Produkt und Ausprägung	duzend/ wenige	7-15/ 3-5	Strom, Öl, Gas, (Kohle)	7-15/ 3-5
Stückzahlen	Massenfertigung / Hoch	Massenfertigung	Massenfertigung	Massenfertigung
Durchlaufzeit	lang	lang	kurz	kurz
nach Vonderembse	lean	lean	lean	lean
		Pharmaindustrie	Modebranche	Lebensmittelindustrie
Nachfragestruktur	schlecht vorhersagbar	konstant	saisonal	saisonal
Lieferzuverlässigkeit		zuverlässig	unzuverlässig	unzuverlässig
Transportwege		Schiene, Wasser, Luft, Straße	Schiene, Wasser, Luft, Straße	Schiene, Wasser, Luft, Straße
Lager	Rohstoff Lager, Endproduktlager	Lagerhallen	Endproduktlager	Lagerhallen
Bestand	Hoch	hoch, für Endprodukte	hoch	hoch
Produkt und Ausprägung	Hunderte / Wenige	hunderte / wenige	hunderte / wenige (ggf. die Konfektionsgrößen)	hunderte / wenige
Stückzahlen	variabel	variabel	variabel	variabel
Durchlaufzeit	kurz	kurz	kurz	kurz
nach Vonderembse	agile	agile	agile	agile
		Hightech-Industrie	Luftfahrtindustrie	
Nachfragestruktur	Produkte vorhersagbar, Ausprägungen nicht.	Produkte vorhersagbar, Ausprägungen nicht.	unregelmäßig	
Lieferzuverlässigkeit		unzuverlässig	zuverlässig	
Transportwege		Schiene, Wasser, Luft, Straße	Schiene, Wasser, Luft, Straße	
Lager	Teile Lager, KEP-Produkte-Lager	Teile Lager, KEP-Produkte-Lager	Lagerhallen, JIT, JIS	
Bestand	Hoch	gering	gering wegen hoher Kapitalbindung	
Produkt und Ausprägung	duzend /duzend	30-40 / 3-5	5-6 / 1-2	
Stückzahlen	Massenfertigung und Kleinserien	Massenfertigung / Losfertigung	Einzelfertigung	
Durchlaufzeit	lang	kurz	lang	
nach Vonderembse	hybride	hybride	hybride	

Tabelle 1

### 3.5 Fazit

In der vorliegenden Arbeit wurde die Typisierung nach Vonderembse et al. untersucht und daraus wurden drei Supply Chain Typen erstellt. Die Lean Supply Chain ist für Standardprodukte in Massenfertigung. Sie konzentriert sich auf die Optimierung um das bestehende Produkt herum. Die Agile Supply Chain hat sich auf die speziellen Kundenbedürfnisse eingestellt, sie verkauft innovative Produkte, die exakt dem Kundenwunsch entsprechen sollen, muss aber eben erst dieses Produkt entwickeln und dann produzieren. Die Hybride Supply Chain nimmt den Mittelweg zwischen den beiden, sie produziert ein Produkt *lean* vor und stellt es dann den Kundenwünschen entsprechend fertig. Diese Supply Chain Typen differenzieren sich in acht verschiedene strukturelle Merkmale.

Diese strukturellen Merkmale wurden mit Blick auf ihre Umsetzung in einem Simulationsmodell bestimmt und verglichen, sodass man anhand ihrer eine reale Supply Chain differenziert und strukturiert in der Simulation abbilden kann.

Es wurden Falluntersuchungen getätigt um Aussagen über bestimmte Branchen generieren zu können. Die Branchen wurden dann mit ihren Merkmalen den Typologien zugeordnet um so selbst Branchen zusammenfassen zu können.

Abschließende ist eine prototypische Modellierung einer ausgewählten Supply Chain erstellt worden, um die Unterschiede und Auswirkung der Merkmale darzustellen.

## 4. Prototypische Modellierung repräsentativer Supply Chains

### 4.1 Automobilindustrie als Lean Supply Chain

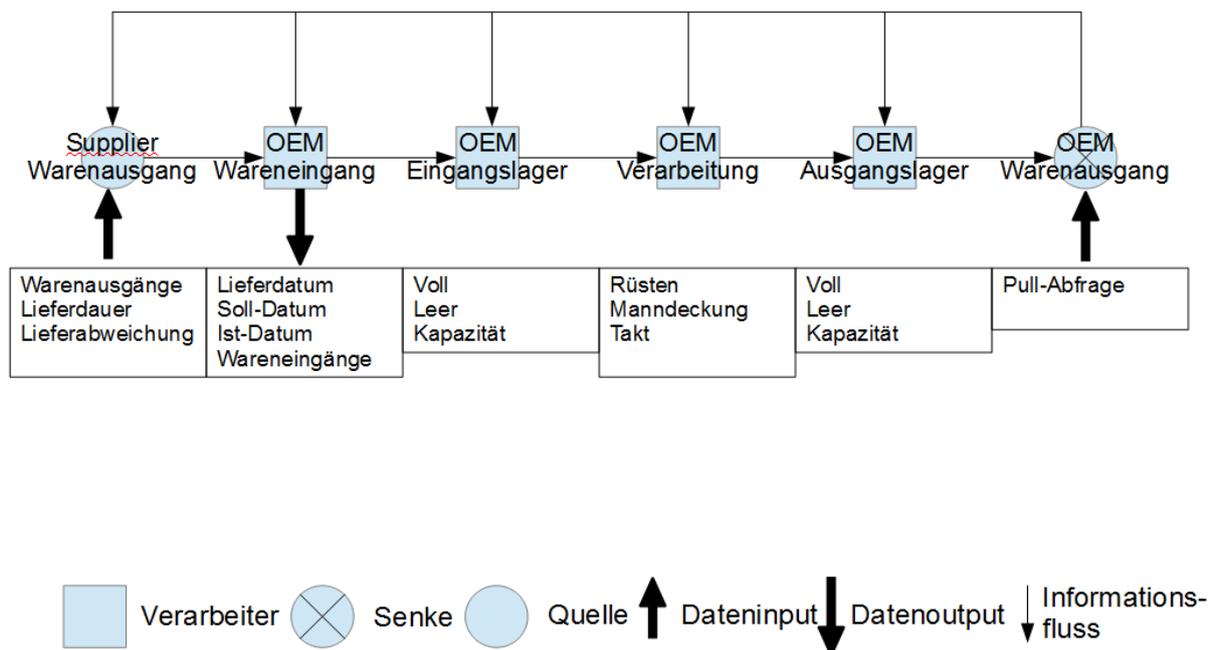


Abbildung 1

Die Lean Supply Chain beginnt durch die Pull-Abfrage, welche sich aus der Nachfragestruktur (vgl. Kapitel 3.3.1) ergibt. Diese fordert nun eine Lieferung von dem Supplier-Warenausgang an. Dieser Ausgang liefert eine Menge mit bestimmter Lieferdauer und Lieferabweichung (vgl. Kapitel 3.3.2).

Der OEM-Wareneingang gibt nun das tatsächliche Lieferdatum aus, welches sich aus Lieferdauer und Lieferabweichung ergibt und die eingegangene Warenmenge. Die Warenmenge wird nun in das Wareneingangslager übergeben, welches mit seiner Kapazität, der Wareneingangsmenge und der Warenabfrage der folgenden Einheit entweder voll oder leer sein kann, was in beiden Fällen zu einem Stopp führen wird (vgl. Kapitel 3.3.3).

Die Verarbeitung hat einen bestimmten Takt und kann nur bei bestimmter Manndeckung arbeiten. Jeder Kundenwunsch auf ein anderes Produkt führt hier zu einer Umrüstung und so zu einem Produktionsstopp durch Rüstzeit. Von hier aus gehen die Waren in das Endproduktlager, welches die gleichen Eigenschaften haben kann wie das Wareneingangslager. Der Warenausgang hat wieder Warenausgänge mit bestimmter Größe, Lieferdauer und Lieferabweichung im Bezug auf den Transport zum Kunden.

Die Agile Supply Chain hat ein gefülltes OEM-Wareneingangslager und beginnt ab Kundenwunsch zu produzieren.

Die Hybride Supply Chain produziert bis das Produkt bis zum Entkopplungspunkt fertiggestellt ist und Lagert dieses dann ein. Nun wird bei Kundenwunsch dieses eingelagerte Zwischenprodukt fertiggestellt. Das würde sich dann so darstellen, dass nach dem oben abgebildeten OEM-Verarbeiter ein OEM-Zwischenlager läge und darauf dann vor dem OEM-Endproduktlager ein OEM-Fertigsteller folgen würde mit den gleichen Eigenschaften wie der

OEM-Verarbeiter. Das OEM-Zwischenlager würde bis zu seiner Füllung via Pull-Prinzip anfordern und dann via Push-Prinzip die Zwischenprodukte weitergeben.

## **5. Ausblick**

Auf diese Arbeit aufbauend kann man Abhängigkeiten zwischen den Merkmalen ausarbeiten, die man dann für die praktische Anwendung des Modells nutzen kann.

Solcherlei Abhängigkeiten wären dann, dass aus einer schlechten Lieferzuverlässigkeit der Lieferanten ein großes Lager folgt oder dass man die OEM-Lieferzuverlässigkeit und somit alle Produktionsstopps mit einem großen und vorgefüllten Endproduktlager ausgleicht.

Somit könnte man ein Modell erstellen, welches nach vorheriger Abfrage einiger Merkmale der abzubildenden Supply Chain die Supply Chain erstellt mit Lagergrößen, Lieferabweichung und weiteren.

## Literaturverzeichnis

### Paper:

[DSC] Vonderembse, Mark; Uppal, Mohit; Huang, Samuel; Dismukes, John: Designing Supply Chains: Towards theory development, Production Economics 100, S223-238

[LSC] Wee, H.M.; Wu, Simon: Lean Supply Chain: Learning from the Toyota Production System, Emerald Group Publishing Limited, 2009, gekürzte Version von: Lean supply chain and its effect on product cost and quality: a case study on Ford Motor Company

### Internetseite:

[TO1] <https://www.toyota.de>, Stand 17.05.16

[TO2] <http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/verkaufszahlen-toyota-vs-volkswagen/12501744.html>, Stand 17.05.16

[HT1] Erana, Luis: <http://m.mhlnews.com/technology-automation/tech-sector-s-top-10-supply-chain-challenges>, Stand 17.05.16

[PH1] Verhasselt, Stephan; Willner, Olga: <http://www.chemanager-online.com/themen/logistik/supply-chain-strategien-der-pharmaindustrie>, Stand 17.05.16

[MO1] <http://sustainability.hm.com/en/sustainability/commitments/choose-and-reward-responsible-partners/supply-chain.html>, Stand 17.05.16

[MO2] <http://about.hm.com/en/About/facts-about-hm/idea-to-store/production-process.html>, Stand 17.05.16

[MO3] <http://about.hm.com/en/About/facts-about-hm/idea-to-store/logistics-and-distribution.html>, Stand 17.05.16

[LU1] Janssen, Udo: [http://www.beschaffung-aktuell.de/home/-/article/16537505/26990747/Just-in-time-rund-um-den-Globus/art\\_co\\_INSTANCE\\_0000/maximized/](http://www.beschaffung-aktuell.de/home/-/article/16537505/26990747/Just-in-time-rund-um-den-Globus/art_co_INSTANCE_0000/maximized/), Stand 17.05.16

### Vorstrag:

[LI1] Tribus, Michael: „Frische“ Schlank vom Feld ins Regal des Handels, Branchentag Lebensmittel, Nürtingen 29.04.15