

Simulationsbasierte Bewertung von intralogistischen Prozessen am Beispiel der Warenbereitstellung im Einzelhandel

Simulation-based Evaluation of Intralogistics Processes Exemplified by the Shelf Replenishment of Retailers

Jens Heger, Stefan Koch, Thomas Voss, Leuphana Universität Lüneburg, Lüneburg
(Germany), jens.heger@leuphana.de, stefan.koch@leuphana.de,
thomas.voss@leuphana.de

Abstract: This study analyses two different shelf replenishment methods for a leading German drugstore chain and proposes a conversion from the commodity group-based shelf replenishment approach towards a shelf replenishment process based on sales data. For that the sales data of a sample retailer was collected for one quarter and analysed to determine a suitable commodity group for the simulation project. In a next step, the shelf space and the demand distribution for 106 SKUs was determined and provided the input for the simulation model to determine potential benefits of a sales data-based shelf replenishment process. We were able to show that a shelf replenishment process based on sales data provides ample opportunity for retailers to improve one of their most costly business processes.

1 Einleitung und Problemstellung

Die in dieser Studie betrachtete Problemstellung stammt aus der Supply Chain eines führenden deutschen Drogeriekonzerns. Dabei liegt der Fokus der Untersuchung auf den filialinternen Prozessen der Materialbereitstellung, welche maßgeblich die Warenverfügbarkeit in Form von On-Shelf Availability (OSA) beeinflusst. Ist die vom Endkunden gewünschte Stock Keeping Unit (SKU) nicht im Regal verfügbar, kommt es zu einer Out-of-Shelf (OOSH)-Situation, einem teuren und nach wie vor ungelösten Problem im Einzelhandel (Chuang et al. 2016). Da im wettbewerbsintensiven Einzelhandel das Auftreten einer OOSH in über 41 Prozent der Fälle zum Verlust des Endkunden an die Konkurrenz führen kann (Helm et al. 2013), erscheint es auf den ersten Blick sinnvoll, einen hohen Lagerbestand in der jeweiligen Filiale vorzuhalten, um möglichen Bestandslücken begegnen zu können. Dies erhöht jedoch gleichzeitig die Komplexität der intralogistischen Prozesse des Einzelhändlers, insbesondere in der Warenverräumung (Ton und Raman 2010). So sind bis zu 70 Prozent der Arbeitszeit eines Filialmitarbeiters Verräumprozessen zuzuordnen

(Läubli et al. 2015), und diese sind für 45 bis 48 Prozent der Logistikkosten im Einzelhandel verantwortlich (van Zelst et al. 2009; Kuhn und Sternbeck 2013).

Trotz des hohen Ressourceneinsatzes sind durchschnittlich 8,3 Prozent der SKUs OOSH (Gruen und Corsten 2008; Ehrental und Stölzle 2013), ohne dabei jedoch zwangsläufig Out-of-Stock (OOS) zu sein. Ton und Raman (2010) betonen in diesem Zusammenhang, dass 25 bis 30 Prozent der OOSHs im Lebensmittel-einzelhandel nicht OOS sind, sondern Endkunden lediglich keinen Zugriff auf die gewünschten SKUs haben. Der Auffüllprozess der Regale (Shelf Replenishment) aus dem Pufferlager (Backroom) der Filiale wurde in diesem Zusammenhang als ein wesentlicher Grund für das Auftreten der OOSHs identifiziert (McKinnon et al. 2007). Das Pufferlager wird dabei als Überlauflager für all jene SKUs verwendet, welche nicht in das Verkaufsregal verräumt werden können. Dabei spielen sowohl die Anlieferzyklen und die Größe der meist vom Hersteller bestimmten Case Packs als auch marketingtechnische Aspekte eine Rolle. Da Regalfläche teuer und knapp ist, erlaubt es das Pufferlager, eine größere Vielfalt an SKUs in den Regalen zu präsentieren und damit zu einer Steigerung des Absatzes beizutragen (Eroglu et al. 2013). Dies stellt die Intralogistik einer Filiale jedoch vor die Herausforderung, die Verkaufsregale aus dem Pufferlager so mit SKUs zu versorgen, dass idealerweise keine OOSHs auftreten. Moussaoui et al. (2016) zeigen in diesem Zusammenhang, dass mit abnehmender Frequenz des Shelf Replenishment (SR)-Prozesses die OOSHs zunehmen, was jedoch auch mit der Qualität der Umsetzung des SR-Prozesses erklärt werden kann (Eroglu et al. 2013).

Aktuell werden die untersuchten Filialen zweimal wöchentlich regulär mit Ware aus dem Zentral- und Regionallager beliefert. Die Ware wird auf Rollboxen (RoBo) angeliefert, deren Sortierung an den Anforderungen der Lager- und Distributionslogistik ausgerichtet ist und entsprechend nicht warengruppenrein erfolgt. Vielmehr nehmen Aspekte wie Gewicht, Belastbarkeit oder anderweitige Auflagen Einfluss auf die Zusammenstellung der jeweiligen RoBos. Die angelieferten RoBos werden dann am Folgetag vor Ladenöffnung in die Filiale gefahren, um den SR-Prozess auszuführen. SKUs die nicht in das Regal verräumt werden können, werden in einem nächsten Schritt nach Warengruppe in Rollwagen (RoWa) verräumt. Die RoWas werden dann für die folgenden SR-Prozesse – das Wiederauffüllen der Regale aus dem Pufferlager – verwendet. Diese SR-Prozesse erfolgen dann nach Warengruppen. Die Regale in den Filialen sind ebenfalls nach Warengruppen angeordnet, der Filialmitarbeiter fährt einen (oder mehrere) RoWa einer Warengruppe vor die entsprechende Regalfläche und führt den SR-Prozess dann durch. Dabei versucht er so viele SKUs wie möglich aus dem RoWa in die Regale zu verräumen – unabhängig von der individuellen Verkaufsfrequenz bzw. der noch bestehenden Regalreichweite. Nach Auffassung der Autoren kann diese SR-Strategie das Auftreten von OOSHs trotz hohem Personaleinsatz erklären – Filialmitarbeiter sind beschäftigt, aber nicht mit den richtigen SKUs. Es soll im Rahmen dieser Studie daher gezeigt werden, dass durch eine Anpassung des SR-Prozesses die Auffüllfrequenz für einige SKUs reduziert werden kann, ohne dass es dabei zu einer Zunahme von OOSHs kommen muss. Vielmehr kann durch eine Clusterung der SKUs nach deren Verkaufsfrequenz anstatt nach deren Warengruppenzugehörigkeit erreicht werden, dass schnelldrehende SKUs häufiger aufgefüllt werden – teilweise sogar öfter als im bisherigen SR-Prozess – dafür

jedoch langsamdrehende SKUs seltener in den SR-Prozess aufgenommen werden müssen.

Die bisherige SR-Strategie hat den Vorteil, dass für den Filialmitarbeiter die Zuordnung der RoWa zu den entsprechenden Regalen leicht nachvollziehbar ist. Gleichzeitig durchlaufen dabei SKUs den SR-Prozess, obwohl dafür noch keine Notwendigkeit besteht. Wenngleich aus marketingtechnischen Gründen beispielsweise die Forderung besteht, einen – vom jeweiligen Unternehmen definierten – Regalbestand vorzuhalten, so sind es gerade die wechselnden Anforderungen der Marketing- bzw. der Vertriebsabteilung, welche einen dynamischen statt einen fixen SR-Prozesses sinnvoll erscheinen lassen.

2 Vorbereitung der Simulationsstudie

Im Rahmen einer Vorstudie werden fünf Filialen des Kooperationsunternehmens besucht und deren Vorräumprozesse analysiert. Dabei wird überprüft, ob der SR-Prozess in den einzelnen Filialen unterschiedlich umgesetzt wird, was nicht der Fall ist. In einem nächsten Schritt wird die exemplarische Testfiliale für die Studie ausgewählt, welche die höchste Anzahl an SR-Prozessen aufweist. Die Kassendaten eines Quartals dieser Filiale werden dann auf Tagesbasis ausgewertet, um die Absatzzahlen für jede SKU aller Warengruppen zu bestimmen. Dabei werden die Daten um SKUs bereinigt, welche im Betrachtungszeitraum beworben oder aus dem Sortiment genommen worden sind. Auf Basis der bereinigten Daten kann in einem Folgeschritt die Warengruppe bestimmt werden, welche aufgrund ihrer Zusammensetzung aus sowohl Schnell-, Mittel- als auch Langsamdreher das Gesamtportfolio sehr gut nachbildet. Da die Regalkapazitäten innerhalb einer Warengruppe bekannterweise aufgrund von marketing- bzw. vertriebstechnischen Aspekten (Eroglu et al. 2013) unterschiedlich groß definiert sind, muss in einem nächsten Schritt die Regalkapazität für jede der 106 untersuchten SKUs manuell erfasst werden. In Tabelle 1 sind ausschnittsweise die Regalkapazitäten für die einzelnen SKUs anonymisiert aufgeführt:

Tabelle 1: Regalkapazitäten (Ausschnitt)

Produkt	Regalkapazität
P1	10
P2	10
P3	10
P4	14
P5	6
...	...
P102	18
P103	18
P104	30
P105	22
P106	22

Daraufhin wird die mittlere Regalreichweite (in Tagen) für jede einzelne SKU auf Basis der durchschnittlichen Endkundennachfrage bestimmt, um einen ersten Grobüberblick über das mögliche Verbesserungspotenzial des SR-Prozesses zu erhalten (siehe Abb. 1).

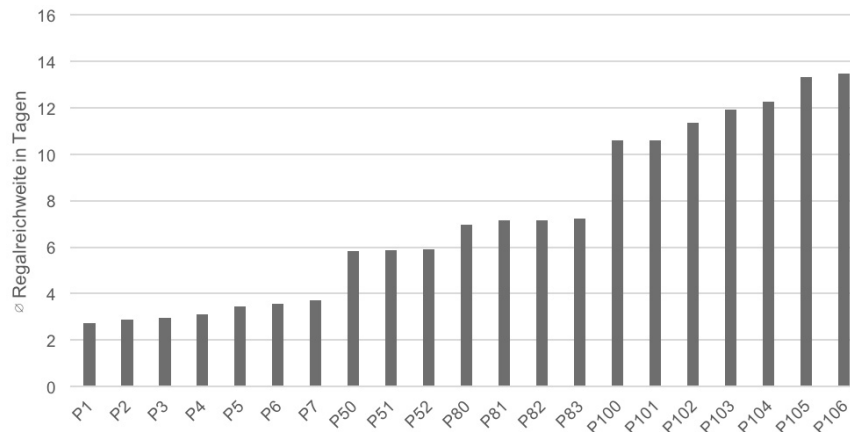


Abbildung 1: Mittlere Regalreichweite in Tagen (Ausschnitt)

Bereits hier wird deutlich, dass eine Sortierung nach Warengruppe nicht sinnvoll sein kann und daher das Potenzial einer Sortierung nach Verkaufsfrequenz näher untersucht werden muss.

3 Aufbau und Durchführung der Simulationsstudie

Basierend auf den Kassendaten der betrachteten SKUs werden für jede einzelne SKU Verteilungen bestimmt, um deren Nachfrage simulieren zu können. Die Bestimmung der Verteilungen und die Signifikanzberechnung (Chi-Squared Test) werden mithilfe der Software Stat:fit der Geer Mountain Software Corp. durchgeführt. Die Simulation beziehungsweise das Ziehen der Stichproben wird mit MATLAB von MathWorks erstellt. Es stellt sich heraus, dass die negative Binomialverteilung, die unter anderem in der Versicherungsmathematik für Schadensfälle eingesetzt wird, die Abrufe sehr gut abbildet. Die in diesem Zusammenhang häufig eingesetzte Poissonverteilung (Eley 2012) führt bei fast allen SKUs zu schlechteren Ergebnissen. Die Parameter der negativen Binomialverteilung unterscheiden sich dabei für alle SKUs. Für alle ermittelten Verteilungen wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt, der bei 95 Prozent Signifikanzniveau jeweils bestanden wird.

Da die Verteilungen auf Basis der Kassendaten erfolgen, werden mögliche OOSH-Situationen, die gegebenenfalls aufgetreten sind, nicht abgebildet, da sie nicht bekannt sind. Es wird also ein Nachfrageverhalten angenommen, das erfüllt werden kann, was die Relevanz eines verkaufsfrequenzbasierten SR-Prozesses nochmals zusätzlich unterstreicht.

In der Simulationsstudie wird das Nachfrageverhalten aller ausgewählten SKUs über den Zeitraum eines Jahres (~310 Verkaufstage) betrachtet. Da die Reichweite der SKUs in der Regel wenige Tage betrifft, ist die Simulationszeit eines Jahres ausreichend, um eine belastbare Aussage treffen zu können. Die Einschwingphase ist nach dem ersten vollständigen Wiederauffüllen nach wenigen Tagen abgeschlossen, daher ist die Simulationszeit eines Jahres für die Bestimmung entsprechender Kennzahlen eine sinnvolle Wahl. Zusammen mit der ermittelten Regalkapazität lässt sich bestimmen, welche Nachfüllstrategie bzw. Nachfüllfrequenz für jede einzelne SKU notwendig ist, sodass es zu keiner durch die Strategie verursachten OOSH-Situation kommt. Die notwendige Nachfüllfrequenz wird tageweise berechnet. In Abbildung 3 ist zu erkennen, dass 14 der 106 SKUs täglich nachgefüllt werden müssen. Bei jeweils elf SKUs reicht ein zwei- bzw. dreitägiger Rhythmus aus.

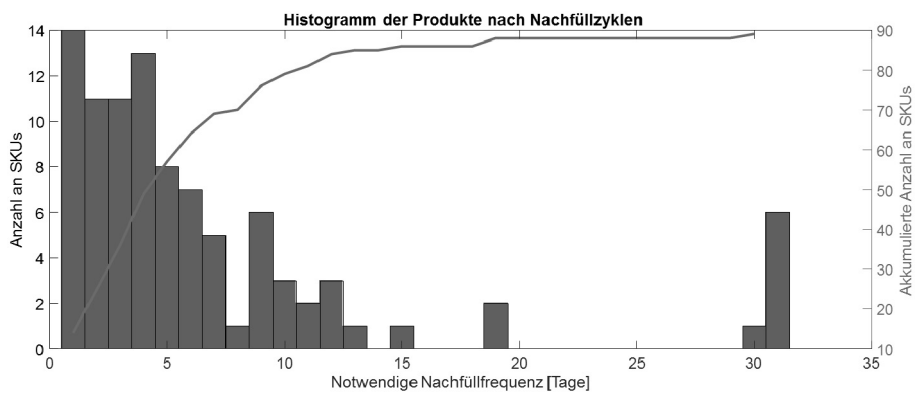


Abbildung 2: Anzahl der SKUs und deren Nachfüllfrequenz

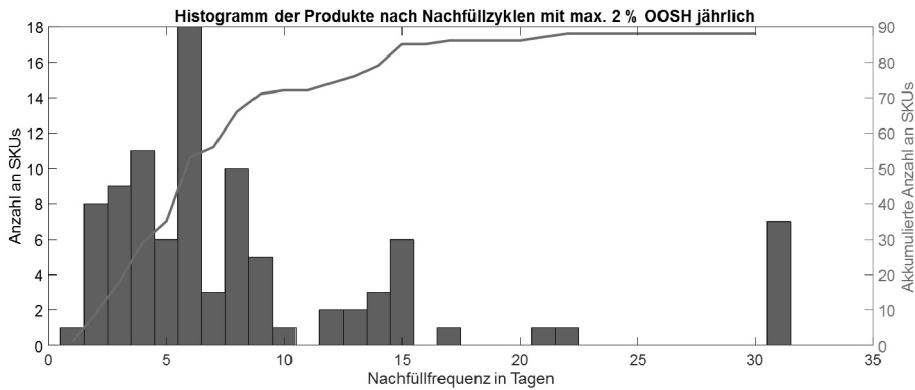


Abbildung 3: Anzahl der SKUs und deren Nachfüllfrequenz (bei maximal 2 Prozent OOSH)

Grundsätzlich steht das Risiko eine SKU nicht im Regal zu haben, dem Sicherheitspuffer oder in diesem Fall der häufigen Nachräumung gegenüber. Daher wird in einer zweiten Simulation angenommen, dass maximal zwei Prozent der Nachfrage an eine SKU innerhalb des betrachteten Jahres unbefriedigt bleiben dürfen. Dies führt zu deutlich geringeren Nachfüllfrequenzen, wie Abbildung 3 zeigt. Nur eine SKU müsste demnach täglich aufgefüllt werden und acht bzw. neun SKUs müssten zwei- bzw. dreitäglich eingeräumt werden.

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Simulationsstudie zeigen, dass nur einige wenige SKUs (< 20 Prozent) täglich nachgefüllt werden müssen. In Abbildung 4 ist eine Clustering nach Nachfüllfrequenzen dargestellt. Eine Sortierung der SKUs nach Verkaufsfrequenz unter Betrachtung der Regalkapazität würde dazu führen, dass weniger als 40 Prozent der RoWa im Mittel täglich bewegt werden müssten. In der Grafik ist ein Sockel an täglichen SKUs erkennbar, der dann im jeweiligen Rhythmus ergänzt wird. An den verschiedenen Tagen kommen die entsprechenden SKUs hinzu. Man könnte eine RoWa-Aufteilung direkt nach diesem Muster durchführen, sollte es zu wenig Produkte mit bestimmter Frequenz geben. Dann können SKUs zusammengefasst werden.

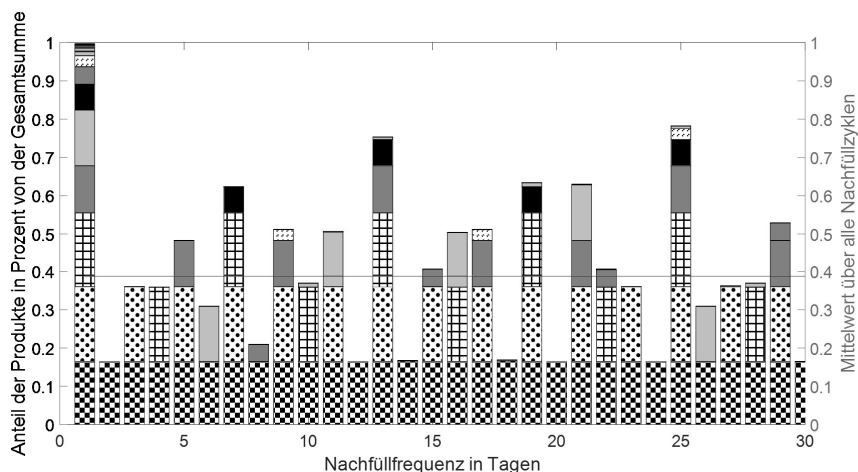


Abbildung 4: SKU-Clusterbewegungen pro Tag ohne Auftreten von OOSHs

Wird von einer anderen Sortierung der RoWas ausgegangen, ist es in der Praxis häufig nötig, sämtliche Wagen zu bewegen. Hinzu kommt, dass Regale aufgefüllt werden, die noch genug Produkte enthalten. Hier ist ein effektiveres Vorgehen möglich.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Nachfüllstrategie noch effizienter zu gestalten, wenn bis zu zwei Prozent OOSH-Situationen zugelassen würden. Dann sinkt die benötigte Frequenz deutlich. Wie Abbildung 5 zeigt, müssen nur etwas mehr als 20 Prozent der SKUs im Mittel täglich nachgefüllt werden.

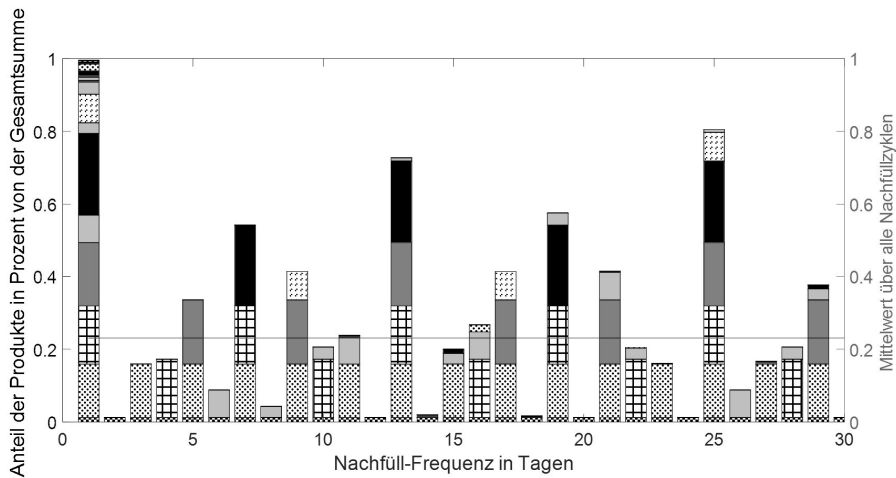


Abbildung 5: SKU-Clusterbewegungen pro Tag bei maximal 2 Prozent OOSH

Unterschiedliche Strategien zur Vermeidung von zusätzlichen OOSH-Situationen sollten mit diesem Ansatz jedoch unbedingt kombiniert werden. Einerseits können mithilfe der vorgestellten Simulation Sensitivitätsanalysen der Regalkapazitäten durchgeführt werden, um beispielsweise durch eine geringe Veränderung der Kapazitäten eine neue Gruppenzuordnung einzelner SKUs zu erreichen. So kann etwa eine stärker nachgefragte SKU auf Kosten einer weniger nachgefragten SKU geringfügig mehr Regalfläche erhalten, vorausgesetzt, dass dies im Einklang mit anderen Anforderungen geschieht.

Weiterhin kann es sinnvoll sein, die Auffüllreihenfolge innerhalb eines Tages so zu wählen, dass sich innerhalb eines Tages eine höhere bzw. niedrigere SR-Frequenz ergeben würde. Hierbei könnte beispielsweise auch auf die innertägliche Saisonalität von SKUs filialspezifisch eingegangen werden.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Simulationsstudie konnte beispielhaft gezeigt werden, welches Verbesserungspotenzial eine Anpassung des SR-Prozesses von einer warengruppen- zu einer verkaufsfrequenzbasierten Warenbereitstellung birgt. Gerade vor dem Hintergrund einer zunehmenden Digitalisierung der intralogistischen Prozesse ist eine warengruppenbasierte Warenbereitstellung überholt. Vielmehr muss es Ziel sein, die in Kommissionier- und Verteilzentren hinlänglich bekannten und praktizierten Ansätze auf die Letzte-Meter-Logistik in der Filiale zu übertragen. Die Vorteile des warengruppenbasierten SR-Prozesses, beispielsweise die einfache Zuordnung des RoWa zur Regalfläche, können längst technisch besser abgebildet werden. Darüber hinaus erlaubt die verkaufsfrequenzbasierte Warenbereitstellung die Arbeitszeit des Filialmitarbeiters deutlich effizienter zu nutzen.

Danksagung

Die Autoren möchten sich bei dem Team für Vertriebsprojekte ihres Praxispartners für die sehr gute Zusammenarbeit bedanken.

Literatur

- Chuang, H.; Oliva, R.; Liu, S.: On-Shelf Availability, Retail Performance, and External Audits. A Field Experiment. *Production and Operations Management* 25 (2016) 5, S. 935–951.
- Ehrental, J.; Stölzle, W.: An Examination of the Causes for Retail Stockouts. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 43 (2013) 1, S. 54–69.
- Eley, M.: *Simulation in der Logistik: Einführung in die Erstellung ereignisdiskreter Modelle unter Verwendung des Werkzeuges Plant Simulation*. Berlin: Springer Gabler 2012.
- Eroglu, C.; Williams, B.; Waller, M.: The Backroom Effect in Retail Operations. *Production and Operations Management* 22 (2013) 4, S. 915–923.
- Geer Mountain Software Corp.: Stat:fit. Verfügbar unter: <http://www.geerms.com/>.
- Gruen, T.; Corsten, D.: A Comprehensive Guide to Retail Out-of-Stock Reduction in the Fast-Moving Consumer Goods Industry. (2007). <http://itsoutofstock.com/wp-content/uploads/2013/04/OOS-Guide-2008-Revision.pdf>. Letzter Zugriff am 15.07.17.
- Helm, R.; Hegenbart, T.; Endres, H.: Explaining Customer Reactions to Real Stockouts. *Review of Managerial Science* 7 (2013) 3, S. 223–246.
- Kuhn, H.; Sternbeck, M.: Integrative Retail Logistics. An Exploratory Study. *Operations Management Research* 6 (2013) 1, S. 2–18.
- Läubli, D.; Schlögl, G.; Silén, P.: Smarter Schedules, Better Budgets: How to Improve Store Operations. (2015). <http://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/smarter-schedules-better-budgets-how-to-improve-store-operations>. Letzter Zugriff am 07.06.17.
- MathWorks: MATLAB. <https://de.mathworks.com/products/matlab.html>. Letzter Zugriff am 07.06.17.
- McKinnon, A.; Mendes, D.; Nababteh, M.: In-Store Logistics. An Analysis of On-Shelf Availability and Stockout Responses for Three Product Groups. *International Journal of Logistics Research and Applications* 10 (2007), S. 251–268.
- Moussaoui, I.; Williams, B.; Hofer, C.; Aloysius, J.; Waller, M.: Drivers of Retail On-Shelf Availability. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 46 (2016) 5, S. 516–535.
- Ton, Z.; Raman, A.: The Effect of Product Variety and Inventory Levels on Retail Store Sales. A Longitudinal Study. *Production and Operations Management* 19 (2010) 5, S. 546–560.
- van Zelst, S.; van Donselaar, K.; van Woensel, T.; Broekmeulen, R.; Fransoo, J.: Logistics Drivers for Shelf Stacking in Grocery Retail Stores. Potential for Efficiency Improvement. *International Journal of Production Economics* 121 (2009) 2, S. 620–632.