

Aufsätze zur Handelslogistik

Zusammenfassung der Einzelbeiträge der kumulativen Dissertation
gemäß §17 Abs. 1 S. 7 der Rahmenpromotionsordnung der
Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt

Andreas Holzapfel

Referent

Prof. Dr. Heinrich Kuhn

Korreferent

Prof. Dr. Stefan Minner



Ingolstadt

Tag der mündlichen Prüfung: 21.04.2016

Zusammenfassung

Überblick

Die vorliegende kumulative Dissertation beschäftigt sich mit logistischen Planungsproblemen im Einzelhandel. Sie umfasst die folgenden vier Beiträge:

1. Holzapfel, Andreas, Hübner, Alexander, Kuhn, Heinrich, Sternbeck, Michael (2016): **Delivery pattern and transportation planning in grocery retailing**, European Journal of Operational Research, Vol. 252, No. 1, pp. 54–68.
2. Holzapfel, Andreas (2015): **The effects of store clustering on delivery pattern planning in grocery retailing**, Working paper under review, Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt.
3. Hübner, Alexander, Holzapfel, Andreas, Kuhn, Heinrich (2015): **Operations management in multi-channel retailing: an exploratory study**, Operations Management Research, Vol. 8, No. 3, pp. 84–100.
4. Hübner, Alexander, Holzapfel, Andreas, Kuhn, Heinrich (2015): **Distribution systems in omni-channel retailing**, Working paper under review, Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt.

Die beiden erstgenannten Beiträge widmen sich der Optimierung der Distribution im stationären Einzelhandel mithilfe von Methoden des Operations Research. Im Fokus steht dabei vor allem der Lebensmitteleinzelhandel. Insbesondere aufgrund der wachsenden Bedeutung des Onlinehandels, geht eine zunehmende Anzahl von Händlern dazu über, in das Mehrkanalgeschäft einzusteigen. Diese Händler sind sowohl im stationären Einzelhandel wie auch im Distanzhandel aktiv. Die damit einhergehenden logistischen Fragestellungen und Planungsprobleme im Operations Management und der Distribution werden in den beiden letztgenannten Beiträgen mittels empirischer Erhebungen analysiert. Im Fokus steht hier vor allem der Non-Food-Handel, da in diesem Segment bisher der Großteil der Distanzhandelsabsätze zu verzeichnen ist. Die Einzelbeiträge werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Beitrag „Delivery pattern and transportation planning in grocery retailing“

Die Filialbelieferung aus den Verteilzentren ist eine zentrale logistische Fragestellung für stationäre Einzelhändler. Im Lebensmitteleinzelhandel ist es gängige Praxis hierzu auf sich wiederholende, filialspezifische Belieferungsmuster zurückzugreifen. Ein Belieferungsmuster legt fest, an welchen Wochentagen eine bestimmte Filiale beliefert wird. Die An-

wendung von Belieferungsmustern bietet dabei insbesondere Vorteile im Hinblick auf die Planbarkeit des Personalbedarfs für die Kommissionierung im Verteilzentrum sowie die Verräumung in den Filialen. Die Festlegung der Belieferungsmuster stellt ein taktisches Planungsproblem dar, das in der Regel im Drei- bis Sechsmonatsrhythmus zu lösen ist. Von den Entscheidungen wird die gesamte Lieferkette des Handels vom Verteilzentrum, über den Transport, bis hin zur Filiale beeinflusst. Es entstehen in den Teilsystemen (Prozess-)Kosten in Abhängigkeit von der Wahl der Muster.

In dem Beitrag „Delivery pattern and transportation planning in grocery retailing“ wird ein mathematisches Modell vorgestellt, das die Effekte der Belieferungsmusterfestlegung auf die verschiedenen Teilsysteme berücksichtigt. Hierbei wird der Trade-off zwischen seltenen und häufigen Filialbelieferungen abgebildet. Eine geringere Anzahl Liefertage bringt Kostenvorteile aufgrund von Skaleneffekten in der Kommissionierung, im Transport und der Erstverräumung in den Filialen mit sich, während häufige Filialbelieferungen aus filiallogistischer Sicht aufgrund des geringeren Nachfüllaufwands aus dem Filiallager wünschenswert sind. Die vorhandene Literatur, die sich mehrheitlich auf reine Transportgesichtspunkte beschränkt, wird somit durch einen praxisrelevanten Ansatz ergänzt. Zudem werden insbesondere Bündelungseffekte, die durch die Zusammenfassung von benachbarten Filialen zu einer Auslieferungstour entstehen, in dem entwickelten Modell berücksichtigt. Hierbei wird auf die Logik von Fisher und Jaikumar [1981] zurückgegriffen, die es ermöglicht, tatsächlich entstehende Transportkosten auf taktischer Ebene adäquat zu approximieren, ohne ein Tourenplanungsproblem unter Berücksichtigung der Liefersequenz zu lösen. Dies ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zu dem Ansatz von Sternbeck und Kuhn [2014], der sich ebenfalls mit der integrativen Belieferungsmusterplanung beschäftigt. Das vorgestellte Modell trifft integrativ zwei Entscheidungen: (1) Welche Filiale wird an welchem Tag beliefert und (2) welche Filialen sind an welchem Tag auf einer Auslieferungstour zusammengefasst.

Aufgrund der Komplexität des Entscheidungsproblems wird ein sequentieller Lösungsansatz entwickelt, der Anforderungen der Praxis miteinbezieht. In einem ersten Schritt werden mithilfe eines Algorithmus Filialen zu Clustern zusammengefasst, die potenziell gemeinsam beliefert werden können. Das Clustering ist hierbei fix, d.h. es ist identisch für jeden Wochentag. Der Algorithmus basiert auf einer angepassten K-Means-Prozedur. Danach erfolgt die Zuweisung der Belieferungsmuster mittels eines vereinfachten Modells.

Durch umfangreiche numerische Tests kann die Vorteilhaftigkeit des neuen Ansatzes gegenüber dem bisherigen State-of-the-Art-Ansatz von Sternbeck und Kuhn [2014] gezeigt werden. Hierzu werden auf Basis simulierter Daten 240 Szenarien generiert, die sich insbesondere im Hinblick auf die Größe des Liefergebiets sowie die Anzahl der Filialen im Liefergebiet unterscheiden. Im Mittel über alle Szenarien können mit dem vorgestellten

Ansatz 2,5% der operativen Logistikkosten eingespart werden. Durch leichte Adaptionen im Lösungsverfahren können diese Einsparungen im Mittel auf 3,5% gesteigert werden. Es zeigt sich, dass die prozentualen Kosteneinsparungspotenziale in größeren Auslieferungsgebieten und mit wachsender Anzahl an Filialen zunehmen.

Die Ergebnisse der Vergleiche auf Basis simulierter Daten werden durch eine Fallstudie eines großen europäischen Lebensmitteleinzelhändlers bestätigt. Hier konnten 1,5% Einsparungen bei den operativen Logistikkosten erzielt werden. Dies entspricht mehr als einer Million Euro pro Jahr für die Einzelhandelskette.

Der vorgestellte Lösungsansatz wurde für das Anwendungsumfeld des Lebensmitteleinzelhandels entwickelt, ist aber grundsätzlich bei allen Händlern anwendbar, die Filialbelieferungen nach regelmäßigen Mustern vornehmen und ein Filiallager zur Regalnachbestückung verwenden. Der Lösungsansatz richtet sich primär an Händler, die eine eigene Fahrzeugflotte für die Filialbelieferung nutzen. Allerdings können auch Händler, die auf externe Dienstleister zurückgreifen, den Ansatz nutzen, um ihre Verhandlungsposition gegenüber dem Dienstleister zu stärken, da sie diesem Belieferungspläne mit entsprechenden Bündelungspotenzialen bereit stellen können.

Beitrag „The effects of store clustering on delivery pattern planning in grocery retailing“

Der Beitrag „The effects of store clustering on delivery pattern planning in grocery retailing“ baut auf dem Beitrag „Delivery pattern and transportation planning in grocery retailing“ auf. Fokussiert wird hierbei der Clusteringschritt des Lösungsalgorithmus, vor dem Hintergrund, dass im ersten Beitrag erkannt wurde, dass die Zusammensetzung der Auslieferungscluster und die Ausgestaltung des Clusteralgorithmus zu Anpassungen in den Belieferungsmustern, sowie zu Änderungen der entstehenden operativen Logistikkosten führen kann.

Zunächst wird eine leichte Adaption des im vorherigen Beitrag vorgestellten Modells präsentiert, in der die Zusammenfassung der Filialen zu Auslieferungsclustern an jedem Wochentag identisch ist. Danach folgt die detaillierte Betrachtung des Clusteringschritts. Hierbei werden zunächst zwei Verfahren aus der Literatur und der Algorithmus zur Clusterbildung aus dem Beitrag „Delivery pattern and transportation planning in grocery retailing“ (nachfolgend Basisansatz genannt) vorgestellt. Ein Vergleich zeigt dessen Vorteilhaftigkeit gegenüber existierenden Ansätzen.

Es werden Variationen des Clusteralgorithmus getestet und im Hinblick auf die resultierenden gesamten operativen Logistikkosten, sowie die Approximationsgenauigkeit der Transportkosten mit den Ergebnissen des Basisansatzes verglichen. Untersucht werden

unter anderem unterschiedliche Größen von Auslieferungsclustern, unterschiedliche Gewichtungen für die Entfernungsberechnung zwischen den Filialen sowie verschiedene Auswahlmethoden für die sogenannten Seedpunkte. Seedpunkte sind Punkte in einem Auslieferungscluster, die zur approximativen Berechnung der Transportkosten für eine Auslieferungstour herangezogen werden. Als Seedpunkte können beispielsweise die geographischen Clustermittelpunkte oder Filialen des Clusters dienen.

Werden alle untersuchten Ausgestaltungs-konstellationen des Clusteralgorithmus getestet, kann im Schnitt eine Verbesserung der Kostensituation um 0,9% gegenüber dem Basisansatz erzielt werden. Ein dominierendes Verfahren konnte jedoch nicht identifiziert werden. Basis für diesen Test sind die im Ausgangsbeitrag generierten Szenarien. Insbesondere durch Variation der Clustergrößen und die Wahl der Clusterzentren zum Start des Clusterings lassen sich durchschnittlich die größten Einsparungen erzielen. Zudem werden Regeln präsentiert, die Entscheidern bei der adäquaten Gestaltung der Clusteringprozedur helfen. Tieferegehende Analysen zeigen, in welchen Fällen bestimmte Ausgestaltungsvarianten besonders vorteilhaft oder nachteilig sind. Grundsätzlich unterscheiden sich die Ergebnisse der meisten Ausgestaltungsvarianten umso stärker, je größer das Liefergebiet ist und je weniger Filialen sich in dem Liefergebiet befinden. Liegt ein dichtes Filialnetz vor, verlieren die einzelnen Ausgestaltungsmöglichkeiten des Clusterings an Bedeutung. Jedoch lassen sich bereits durch kleine prozentuale Verbesserungen Einsparungen in den operativen Logistikkosten von mehreren Hunderttausend Euro jährlich bei Einzelhandelsketten realisieren.

Beitrag „Operations management in multi-channel retailing: an exploratory study“

Während die logistischen Problemstellungen für den stationären Handel gut erforscht sind, erfordert der vermehrt auftretende Mehrkanalhandel (im Folgenden als „Multi-Channel-Handel“ bezeichnet) einen explorativen Ansatz, um die neuen logistischen Probleme und Fragestellungen einzuordnen. Für traditionelle, stationäre Händler, wie auch für Distanzhändler, bedeutet die wachsende Bedeutung des Onlinehandels eine Neuausrichtung ihrer Geschäfts- und Logistikmodelle. Eine erfolgreiche Gestaltung erfordert eine fundierte Kenntnis der logistischen Prozesse, Herausforderungen und Chancen, die mit dem Multi-Channel-Handel einhergehen.

In der wissenschaftlichen Literatur finden sich bisher hauptsächlich management- und marketingorientierte Beiträge, die logistische Fragestellungen nur streifen. Hier setzt der Beitrag „Operations management in multi-channel retailing: an exploratory study“ an und geht mithilfe einer empirischen Studie der Frage auf den Grund, welche logistischen Systeme von den Händlern im non-food Multi-Channel-Handel genutzt werden, analysiert

deren Vor- und Nachteile sowie Chancen und Herausforderungen, und mögliche Entwicklungsschritte. Desweiteren wird ein ganzheitlicher Überblick über die operativen Logistikstrukturen im Multi-Channel-Handel gegeben und Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Planungsbereichen des Operations Management dargestellt. Im Fokus stehen in dem Beitrag die Planungsbereiche, die einen engen Bezug zu den Verteilzentren des Handels aufweisen: Lagernetzwerkgestaltung, Bestandsmanagement, Kommissionierung sowie Kapazitätsmanagement. Als Basis für die Analyse dienen die Ergebnisse aus 43 semi-strukturierten Interviews mit (Logistik-)Managern von 33 führenden europäischen Multi-Channel-Händlern mit Sitz in Deutschland.

Die Analyse zeigt, dass eine Integration der logistischen Systeme für den stationären und Distanzhandelskanal eine große Herausforderung darstellt. Die Herausforderungen liegen im organisatorischen Bereich, der Informationstechnologie und in der operativen Abwicklung, da sich Distanzhandelsbestellungen meist grundlegend von denen der stationären Filialen unterscheiden. Zudem sind die Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich der Liefergeschwindigkeit, heterogen. Gelingt es jedoch, diese Herausforderungen zu meistern, können Synergien, insbesondere im Bestandsmanagement, gehoben werden.

Beitrag „Distribution systems in omni-channel retailing“

Der Beitrag „Distribution systems in omni-channel retailing“ ergänzt die Ergebnisse des vorherigen Beitrags um die Betrachtung der Distributionssysteme im Omni-Channel-Handel. Die Bezeichnung „Omni-Channel-Handel“ stellt hierbei eine Weiterentwicklung des Begriffs „Multi-Channel-Handel“ dar. Dabei wird zusätzliches Augenmerk auf die Vernetzung der Vertriebs- und Logistikkkanäle gelegt. Die Grundlage des Beitrags bildet die explorative Befragung von (Logistik-)Führungskräften europäischer Mehrkanalhändler.

Eine erste Analyse zeigt, welche Bereiche und Themen die Händler als besonders wichtig erachten, um eine erfolgreiche Omni-Channel-Logistik zu gestalten. In der weiteren Betrachtung werden die Distributionskonzepte zu den Endkunden und den Filialen sowie die verschiedenen Konzepte für Retouren als „rückwärtige“ Distribution analysiert.

Für die Analyse der Distribution zum Kunden und der Filiale werden zunächst die in der Praxis anzutreffenden und relevanten Distributionskonzepte systematisiert. Hierbei lassen sich grundsätzlich die Bereiche der Filialbelieferung, der klassischen Distanzhandelslieferung zum Kunden nach Hause oder in die Paketstation, sowie die Filialabholung identifizieren. Anschließend erfolgt im Rahmen einer detaillierten Analyse eine Diskussion der Konzepte im Hinblick auf Verbreitungsgrad, Vor- und Nachteile, Umsetzungsvoraussetzungen, branchenspezifische Rahmenbedingungen und Produktcharakteristika. Die Analyse erfolgt dabei mit Fokus auf die verschiedenen Ausgangspunkte der Distributions-

konzepte (Lieferantenverteilzentrum, Handelsverteilzentrum, Filiale) und die Endpunkte (Filiale, Kundenwohnung/ Paketstation). In gleicher Weise werden die Retourenkonzepte anhand der Retourniermöglichkeiten in der Filiale und per Post, sowie den unterschiedlichen Orten der Retourenbearbeitung (Retourenzentrum, Verteilzentrum, Filiale) analysiert.

Die Analyse zeigt, dass die wichtigsten Handlungsfelder für Omni-Channel-Händler im Bereich der Erhöhung des Services für die Kunden liegen. Kosten- und Prozessoptimierungen sind diesem Ziel nachgelagert, aber dennoch von gehobener Bedeutung. Distribution im Omni-Channel-Handel bedeutet daher das Angebot einer Vielzahl von Liefermöglichkeiten, bei denen die Filiale auch für Distanzhandelsbestellungen eine bedeutsame Rolle spielt. Omni-Channel-Händler vernetzen die Strukturen von stationärem und Distanzhandel und bieten beispielsweise Filialabholungen und Filialretouren an. Sie nutzen den Filialbestand für Distanzhandelsbestellungen und den Verteilzentrumsbestand als verlängertes Regal. Gemeinsame Läger für die beiden Verkaufskanäle bieten die Möglichkeit, Einsparungen durch Bestandspooling zu erreichen. Desweiteren spielt die Sicherstellung der Liefer- und Retourenabwicklungsgeschwindigkeit in der Distribution im Omni-Channel-Handel eine entscheidende Rolle, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden.

Fazit

Die vorliegende Arbeit spannt den Bogen zwischen der Optimierung in etablierten Einzelhandelsstrukturen (Beiträge 1 und 2) und der Exploration der Implikationen des wachsenden Onlinemarktes für die Händler (Beiträge 3 und 4). Sie zeigt, wie in gewachsenen Strukturen unter Einsatz von Methoden des Operations Research Kosteneinsparungspotenziale gehoben werden können, aber auch, dass sich der Einzelhandel im Wandel befindet und Lösungen gefunden werden müssen, um auf neue Herausforderungen zu reagieren.

Delivery pattern and transportation planning in grocery retailing

Andreas Holzapfel, Alexander Hübner, Heinrich Kuhn, Michael Sternbeck

Abstract This paper develops a planning concept for defining repetitive delivery patterns according to which stores of a grocery retailer are supplied from a distribution center. Applying repetitive delivery patterns offers major advantages when scheduling the workforce for shelf replenishment, defining cyclic transportation routes and managing warehouse capacities. In doing so, all logistics subsystems of a retail chain, i.e., warehousing, transportation and instore logistics, are jointly scheduled. We propose a novel model to minimize total costs in all associated subsystems of a retail distribution chain. A solution approach is developed for clustering stores and selecting delivery patterns that reflects practical requirements. A broad numerical analysis demonstrates cost savings of 2.5% on average compared to a state-of-the-art approach (see Sternbeck and Kuhn [2014]). This considerable cost reduction potential is confirmed by applying the suggested approach to a real case of a major European grocery retailer.

Published in: European Journal of Operational Research, Vol. 252, No. 1, pp. 54–68

Beitrag 2

The effects of store clustering on delivery pattern planning in grocery retailing

Andreas Holzapfel

Abstract This paper analyzes the effects clustering retail stores has on the quality of delivery pattern planning, i.e., determining the days of the week on which a store is supplied from a distribution center. In this context, the clustering step determines which stores can potentially be supplied on the same delivery tour. The analysis is based on the “cluster first, assign delivery patterns second” approach suggested by Holzapfel et al. [2016] and investigates the effects of different design parameters within the clustering step. An extensive numerical study and analysis provides managerial insights into how to improve the quality of a delivery pattern planning concept. Additional average cost savings of 0.9% are found to be achievable by varying the clustering design. No single clustering design was found to outperform all the other designs in every instance. Nevertheless, certain rules can be derived to support decision-makers in choosing an adequate clustering design. Furthermore, low-percentage cost reductions can save retail chains several million euros a year. Thus, it is worth leveraging the cost saving potentials of cluster design variations. This research helps to determine key design parameters and shows in which settings the specific design choices might be appropriate.

Working paper under review

Operations management in multi-channel retailing: an exploratory study

Alexander Hübner, Andreas Holzapfel, Heinrich Kuhn

Abstract Multi-channel (MC) shopping is revolutionizing retail operations. For traditional retailers, the growing importance of online sales means creating new supply chain models. This requires a solid understanding of the operations processes. Current literature on MC management focuses on customer perspectives, but only touches on the operational aspects. The primary goal of this study is therefore to give a comprehensive overview of the operations structures of MC retailing, identify the operations systems in use and analyze their planning interdependencies.

We identify network design, inventory management, warehouse operations and capacity management as the areas of MC operations planning. Their planning interdependencies are investigated. We analyze the different MC networks and the associated inventory management approaches as well as the various design concepts in warehouse operations. The efficiency of integrating warehouse operations is the core lever for integrated MC operations. While inventory pooling favors integrated networks, channel-specific operational challenges are a reason to simplify structures and operate separate networks. Specific operational design options (e.g., in picking and scheduling) are identified to optimally complement the network design selected. Company examples also give an idea of how to efficiently design the coordination of on- and offline logistics. Retailers can gain important insights into how to further develop their systems.

We used an explorative approach to identify structures and processes in a relatively new research area. We questioned 43 executives from 33 different European-based leading companies in MC retailing in semi-structured, face-to-face interviews. This paper describes the results of what is currently the largest study on MC operations.

Published in: Operations Management Research, Vol. 8, No. 3, pp. 84–100

Distribution systems in omni-channel retailing

Alexander Hübner, Andreas Holzapfel, Heinrich Kuhn

Abstract The growing importance of online sales means that traditional bricks-and-mortar retailers need to create new distribution systems to serve customers through multiple channels. Building an effective and efficient omni-channel (OC) distribution system, however, leads to multiple challenges. The questions arise for example, from where online orders should be fulfilled, how delivery and return processes can be organized, and which context-specific OC distribution systems exist. Answering these questions retail research and practice require an overall view of the distribution concepts for direct-to-customer and store deliveries in OC retailing, including the associated return processes. This overall picture is still missing in the literature. We conducted an exploratory study to close this observable gap in the literature. This exploratory study is based on semi-structured interviews with major OC retailers in German-speaking countries, and was complemented by market data research and discussions with further experts in the field of OC retailing. Based on the results of the study, the forward distribution system in OC retailing is characterized by the sources (supplier distribution center, retailer distribution center, store) and destinations (home, store) which describe the options for store delivery, home delivery, and store pickup. Return processes are likewise characterized by the sources (store, home) and destinations (store, distribution center, return center). This framework forms the foundation for analyzing contextual criteria, identifying when the different conceptual designs are applied, determining industry-specific characteristics, and illustrating ways to further advance OC retailing. The present paper therefore contributes to the literature in three main areas. (1) It identifies and systematizes the forward and backward concepts in OC retailing, (2) it reveals application and development areas for achieving excellence in OC fulfillment and logistics, and (3) shows the need for developing sector- and context-specific OC distribution systems.

Working paper under review

Referenzen

Fisher, M. L., Jaikumar, R., 1981. A generalized assignment heuristic for vehicle routing. *Networks* 11 (2), 109–124.

Holzapfel, A., 2015. The effects of store clustering on delivery pattern planning in grocery retailing. Working paper under review, Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt.

Holzapfel, A., Hübner, A., Kuhn, H., Sternbeck, M. G., 2016. Delivery pattern and transportation planning in grocery retailing. *European Journal of Operational Research* 252 (1), 54–68.

Hübner, A., Holzapfel, A., Kuhn, H., 2015. Operations management in multi-channel retailing: an exploratory study. *Operations Management Research* 8 (3), 84–100.

Hübner, A., Holzapfel, A., Kuhn, H., 2015. Distribution systems in omni-channel retailing. Working paper under review, Catholic University of Eichstätt-Ingolstadt.

Sternbeck, M. G., Kuhn, H., 2014. An integrative approach to determine store delivery patterns in grocery retailing. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 70 (1), 205–224.