

## **Seminar Supply Chain Management / Operations Research**

### Themenschwerpunkt:

### **Logistik 4.0 – Smart Logistics**

Wintersemester 2020/21

### Dozenten

Prof. Dr. Heinrich Kuhn und Prof. Dr. Pirmin Fontaine sowie  
Markus Frank, Tobias Potoczki, Alexander Rave, Stefan Voigt

## **Inhaltsverzeichnis**

1	Informationen zum Seminar.....	2
1.1	Ausrichtung und Thema des Hauptseminars.....	2
1.2	Organisation.....	3
1.3	Terminplan.....	3
1.4	Hinweise zum Ablauf des Seminars.....	4
1.5	Hinweise zur Gestaltung der schriftlichen Arbeiten und der Seminarvorträge.....	5
1.6	Bewertung.....	6
2	Themenstellungen „Logistik 4.0 (Smart Logistics)“ – SCM.....	7
2.1	Entscheidungsprobleme der Logistik 4.0 entlang der Wertschöpfungskette.....	7
2.2	Innovative Konzepte der Smart Logistics – SCM.....	8
2.3	Künstliche Intelligenz in der Logistik – SCM&OR.....	9
2.4	Innovative Konzepte in der Ware-zu-Mann-Kommissionierung – SCM & OR.....	10
2.5	Innovative Logistikkonzepte bei der Auslieferung im Online-Lebensmittelhandel – SCM & OR.....	11
2.6	Bestandsallokation in Omni-Channel-Systemen – SCM & OR.....	12
2.7	Innovative Konzepte der Filialbelieferung in urbanen Gebieten – SCM & OR.....	13
2.8	Vehicle Routing with Multiple Time Windows – SCM & OR.....	14
2.9	Von Truck Platooning zur Autonomen Flotte – SCM & OR.....	15
2.10	Auslieferung von Paketen mit Lastenfahrrad und Bodendrohne – SCM & OR.....	16
2.11	Tourenplanung mit Bodendrohnen unter der Berücksichtigung von Zeitfenstern - OR.....	17
2.12	Cargo Sous Terrain: Gütertransport unter der Erde – SCM & OR.....	18

# 1 Informationen zum Seminar

## 1.1 Ausrichtung und Thema des Hauptseminars

Die sog. vierte industrielle Revolution („Industrie 4.0“) bringt nicht nur einen grundsätzlichen Wandel für Wirtschaft und Gesellschaft mit sich, sondern führt auch zu tiefgreifenden Änderungen in den Prozessen der Logistik. Die Logistik hat sich von der reinen Diensterbringung, d.h., die richtige Ware zur richtigen Zeit an den richtigen Ort zu bringen, zu einem wesentlichen Treiber des digitalen und gesellschaftlichen Wandels entwickelt. Themen wie das Internet der Dinge, Big Data oder das autonome Fahren und Fliegen sind heute untrennbar mit der Logistik verbunden. In diesem Zusammenhang beschäftigt sich die Logistik nicht nur mit Anwendungsfragen, sondern zunehmend auch mit der Entwicklung grundlegender Methoden, Algorithmen und Technologien (BVL, 2017; Roth/Popp 2020).

Die Logistikkonzeption 4.0 fokussiert dabei – wie bereits die Idee „Industrie 4.0“ – auf die folgenden grundsätzlichen Prinzipien:

- Digitalisierung,
- Dezentralisierung und Vernetzung,
- Selbststeuerung und -organisation.

Neben diesen grundlegenden Prinzipien spielen einige Technologien und Innovationen, physischer als auch virtueller Natur, eine entscheidende Rolle für die Weiterentwicklung der Logistik in Richtung „Logistik 4.0“. Dies sind unter anderem:

- Künstliche Intelligenz, Blockchain-Technologie, Simulation
- RFID-Technologie, 3D-Druck, Roboter, Fahrerlose Transportsystem (FTS), Flug- und Bodendrohnen

Aufgabe der Teilnehmer des Hauptseminars ist es, zum einen die Prinzipien und Technologien darzustellen, zum anderen die entstehenden Planungsprobleme entlang der Wertschöpfungskette Beschaffung, Produktion, Distribution, Vertrieb und Kundenkontaktpunkt zu identifizieren, aktuell diskutierte Analysefragen und Entscheidungsprobleme darzustellen und ggf. (OR-Seminar) zu implementieren.

Im Haupt-Seminar werden in diesem Umfeld spezifische Themen formuliert, die von den Studierenden zu bearbeiten sind. Ziel der einzelnen Arbeiten ist es, einen oder zwei grundsätzliche Beiträge zur jeweiligen Themenstellung vorzustellen und deren Modellannahmen zu erläutern, ggf. Modell- und Lösungsansatz zu implementieren und an Fallbeispielen numerische Ergebnisse zu diskutieren.

### *Allgemeine Literaturhinweise*

Bundesvereinigung Logistik, Logistik als Wissenschaft – zentrale Forschungsfragen in Zeiten der vierten industriellen Revolution, 2017.

Bundesvereinigung Logistik, Digitalisierung in der Logistik, 2017.

Roth Florian und Julian Popp, Logistik 4.0 – Intelligent, Integriert, Autonom, Whitepaper MHP Consulting, Juni 2020

[https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic\\_DE.pdf](https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic_DE.pdf)

Zugriff: 27.07.2020

## 1.2 Organisation

**SCM- und/oder OR-Seminar:** Studierenden steht es frei, nur eine Seminararbeit zu verfassen oder aber beide Seminare, d.h. das SCM- und das OR-Seminar zu belegen und eine kombinierte Arbeit zu verfassen.

### **Seminar zum Supply Chain Management (5 ECTS)**

Im Seminar zum SCM werden Entscheidungsprobleme oder Empirische Studien behandelt, wie sie typischerweise im Supply Chain Management auftreten. Ziel der Seminararbeit ist es, einen bzw. mehrere wissenschaftliche Beiträge vorzustellen und zu diskutieren. Der Fokus liegt dabei auf der fachlichen Darstellung der Problemstellung und der kritischen Auseinandersetzung mit den gewählten Annahmen und/oder den Ergebnissen empirischer Studien.

### **Seminar Operations Research (5 ECTS)**

Das Seminar Operations Research ermöglicht den Studierenden entweder an der zuvor dargelegten Problemstellung weiter zu arbeiten oder aber sich mit Methoden des Operations Research zu beschäftigen. Die Implementierung der Methoden steht hierbei im Vordergrund und ist obligatorisch.

**Hinweis zu kombinierten Seminararbeiten:** Bei kombinierten Seminaren (SCM und OR, 10 ECTS) ist eine **separate** Prüfungsanmeldung für jedes der beiden Seminare erforderlich!

**Weitere allgemeine Hinweise:** Die Materialien für das Seminar werden auf der Ilias-Seite unseres Lehrstuhls (unter „elearn.ku.de“) in den dort angelegten Kursen „Seminar zum SCM und OR“ im Ordner des aktuellen Semesters zur Verfügung gestellt. Bitte beachten Sie die Richtlinien und Hinweise zur Abfassung von wissenschaftlichen Arbeiten des Lehrstuhls. Diese Richtlinien werden ebenfalls in Ilias zur Verfügung gestellt. Ebenso wird eine LaTeX-Vorlage für die Arbeit online verfügbar gemacht. Teilnehmer sind eingeladen, wenn auch nicht verpflichtet, ihre Arbeiten in LaTeX zu schreiben. Für diejenigen, die das Arbeiten mit LaTeX erlernen möchten, seien die Kurse des Rechenzentrums empfohlen.

## 1.3 Terminplan

Bitte bedenken Sie die hier angegebenen Termine schon bei der Entscheidung für das Seminar, da Terminverlegungen nicht möglich sind.

### **Vergabemodus**

- **Unverbindliche Anmeldung** und Interessensbekundung an den jeweiligen Betreuer ab sofort.
- **Vorab-Infos per Zoom**  
**Donnerstag, 6. August 2020, 16:00 bis 17:00 Uhr**  
<https://kuei.zoom.us/j/93727902259?pwd=SXI4QTK5b0FXNGRsZGsyQlpQbGlnZz09>  
Meeting-ID: 937 2790 2259, Kenncode: 792801
- **Themenabsprache und Themenvergabe** durch den jeweiligen Betreuer per Mail und/oder Zoom ab 10 August 2020 (**FCFS-Verfahren**)

### Weitere organisatorische Angelegenheiten und Termine

- **LaTeX-Kurs** des Rechenzentrums der KU EI  
Dozent: Peter Zimmermann, Online per Zoom
  - Mi., 7.10.2020 - Kurzeinführung in LaTeX, 8.15-13.00 Uhr (Mittwoch)
  - Di./Mi. 16.-17.3.2021 - Textverarbeitung und Publikation wissenschaftlicher Texte mit LaTeX, 8.15-12.00 und 13.30-17.00 UhrAnmeldung jeweils über KU.Campus  
Weitere Infos siehe hier: [www.ku.de/rechenzentrum/it-services/lehre-und-lernen/kurse/](http://www.ku.de/rechenzentrum/it-services/lehre-und-lernen/kurse/)
- **Gliederungspräsentation:**  
Mo., 12. Oktober 2020, 16:00-18:00 Uhr via Zoom.  
Meeting-Daten werden nach Anmeldung auf KU Campus in ILIAS bekanntgegeben
- **Abgabe der Vorversion:**  
Mo., 2. November 2020, bis 10:00 Uhr im Sekretariat NB 220 oder per Mail an Betreuer
- **Abgabe der Ausarbeitung:**  
Mo., 09. Dezember 2019, bis 10:00 Uhr im Sekretariat NB 220 oder per Mail an Betreuer und uploaden der Zusammenfassung in ILIAS
- **Endpräsentation:**  
Di., 15. Dezember 2020, 14:00 - 18:00 Uhr, NB 201 oder per Zoom

Die Seminararbeit sollte bereits während der Semesterferien verfasst werden.

## 1.4 Hinweise zum Ablauf des Seminars

**Gliederungsbesprechung:** Zu Beginn des Semesters findet eine gemeinsame Gliederungsbesprechung in der Gesamtgruppe statt. Die Gliederung und der Arbeitsplan für das weitere Vorgehen sind zuvor mit dem jeweiligen Betreuer abzustimmen. Hierzu unterbreiten die Seminarteilnehmer einen Vorschlag, der dann gemeinsam diskutiert werden kann. Für die Präsentation in der Gruppe ist eine reine Vortragszeit von etwa **5 Minuten** je Thema vorgesehen.

**Vorversion:** Die Vorversion ist der erste, ausformulierte Teil der Seminararbeit und beinhaltet die folgenden Teile: Gliederung, Einleitung mit Problemstellung, Zielsetzung und Gang der Seminararbeit sowie eine detaillierte Darstellung der Kerninhalte. Die Vorversion hat bereits den Ansprüchen einer wissenschaftlichen Arbeit zu genügen. Die Vorversion wird von dem Betreuer innerhalb von einer Woche korrigiert an den/die Bearbeiter/Bearbeiterin zurückgegeben.

**Umfang: ca. 6 Seiten**

**Schriftliches Referat:** Die Seminararbeit basiert auf der Vorversion und enthält die eigentliche Ausarbeitung zur Themenstellung.

**Umfang: 15 Seiten ± 2 Seiten**

**Zusammenfassung:** Es ist eine Zusammenfassung der Arbeit zu erstellen und allen Teilnehmern/ Teilnehmerinnen zur Verfügung zu stellen.

**Umfang: 1-2 Seiten**

**Endpräsentation:** Die Endpräsentation basiert inhaltlich auf der gesamten oder ggf. lediglich einem Teil der schriftlichen Seminararbeit. Im Zuge der Präsentation soll in das Thema eingeführt, die grundsätzliche Planungsproblem erläutert und ggf. ein ausgewähltes Planungsmodell vertiefend erklärt wer-

den. Die Gesamtgruppe soll ein grundsätzliches Verständnis der betrachteten Problemstellung erhalten. Ein besonderes Gewicht ist auf Probleme und offene Fragen im Themengebiet zu legen, so dass darüber gemeinschaftlich mit der Gesamtgruppe diskutiert werden kann.

**Dauer: 15 min. Präsentation + 15 min. Diskussion**

**Besonderheiten beim kombinierten Seminar:** Werden beide Seminare belegt erhöht sich der Umfang des schriftlichen Referats auf **25 Seiten ± 3 Seiten**. Neben der Abschlusspräsentation wird **außerdem eine Zusammenfassung in Form eines Posters** verlangt. Auf die schriftliche Zusammenfassung kann verzichtet werden. Der Lehrstuhl wird eine Vorlage zur Erstellung des Posters bereitstellen.

## 1.5 Hinweise zur Gestaltung der schriftlichen Arbeiten und der Seminarvorträge

### Vorträge

- Für alle Vorträge wird ein Notebook zur Verfügung stehen, welches die gängigen Formate wie PDF und Powerpoint unterstützt. Die Vorträge werden am besten entweder auf einem USB-Stick mitgebracht oder vorab an den Betreuer gesandt.
- Überlegen Sie sich gründlich, welche Teile Ihrer Seminararbeit Sie im Seminar vortragen möchten (weniger ist manchmal mehr). Stimmen Sie Ihren Vortrag auf die Zuhörer ab. Überlegen Sie sich auch, wo es Überschneidungen zu den Themen Ihrer Kommilitonen gibt und berücksichtigen Sie dies.
- Die angegebenen Vortragszeiten sind als absolute Obergrenze zu sehen und sollten vielleicht nicht ausgenutzt werden. Es wird empfohlen, die Vorträge zu üben und dabei die Zeit zu messen. Der Vortrag im Seminar dauert erfahrungsgemäß länger, da es immer wieder zu kurzen Zwischenfragen kommt. Zwar werden die Vorträge nicht streng nach Erreichen der Zeitgrenze abgebrochen, jedoch gehört zu einem guten Vortrag auch eine realistische Zeitplanung.
- Halten Sie den Vortrag komplett auf Deutsch, bitte nicht (teilweise) auf Englisch.
- Vermeiden Sie bei Computerpräsentationen „großartige“ Effekte und übertriebenes Einzeleinblenden von Textteilen. Es soll ein wissenschaftlicher Vortrag und keine Verkaufspräsentation werden.
- Beschränken Sie sich auf die unbedingt notwendige Anzahl an Folien (keine „Folienschlacht“). Überfrachten Sie Ihre Folien nicht mit zu viel Text und zu vielen Inhalten.
- Folienausdrucke sind nicht notwendig.
- Je Vortrag ist im direkten Anschluss Zeit für Fragen und Diskussion vorgesehen. Hierbei ist die aktive Beteiligung aller Seminarteilnehmer erwünscht (Zusammenfassungen vorher durchlesen!). Bereiten Sie ggf. zusätzliche Folien für die Beantwortung erwarteter Fragen vor.

### Abfassung der schriftlichen Arbeiten

- Beachten Sie bitte die Hinweise „Anleitung zum Anfertigen von wissenschaftlichen Arbeiten“ des Lehrstuhls (Download in Ilias).
- Die Benutzung von LaTeX wird dringend empfohlen. Der anfängliche Mehraufwand zahlt sich bei späteren Arbeiten aus. LaTeX erleichtert es, formal korrekte und ansprechend gestaltete wissenschaftliche Arbeiten zu verfassen. Weiterhin gibt es viele Berichte von umfangreicheren

Arbeiten (Diplomarbeiten, Masterarbeiten, ...), bei denen es in der Endphase zu überraschenden technischen Problemen mit Microsoft Word kam. Das Rechenzentrum bietet zur LaTeX-Texterstellung regelmäßig Kurse in Ingolstadt und Eichstätt an.

- Die Seitenbegrenzungen dienen dazu, einen Anhaltspunkt für den gewünschten Umfang der Arbeit zu bieten. Man sollte hiervon nur abweichen, wenn dies durch die Art der Arbeit nicht zu verhindern ist (z.B. bei umfangreichen Tabellen oder Quelltextauszügen).

## 1.6 Bewertung

- Jeder/jede Teilnehmer/Teilnehmerin bearbeitet ein Thema aus der Liste der angekündigten Themen. Um einen Seminarschein (5 ECTS für ein Seminar bzw. 10 ECTS für das kombinierte Seminar) zu erwerben, sind die folgenden zusammenhängenden Leistungen zu erbringen:
  - Abfassung eines Referats inkl. der Vorversion (15 Seiten  $\pm$  2 Seiten bzw. 25 Seiten  $\pm$  3 Seiten), Notenanteil: 50%
  - Halten zweier Vorträge und Diskussionsleitung, Notenanteil: 40%
  - Darüber hinaus wird die mündliche Mitarbeit und Diskussionsbereitschaft während des gesamten Seminars und im Anschluss an die Vorträge bewertet (Notenanteil: 10%).
  - Im Fall eines kombinierten Seminars (10 ECTS) ist im Anschluss an das Seminar ein Poster (DIN A1) zu erstellen, das die wesentlichen Inhalte und Ergebnisse der Seminararbeit anschaulich und bildreich dokumentiert.

Die schriftliche Arbeit und die Vorträge müssen unabhängig voneinander mindestens mit ausreichend bewertet worden sein, um einen Seminarschein zu erhalten.

## 2 Themenstellungen „Logistik 4.0 (Smart Logistics)“ – SCM

### 2.1 Entscheidungsprobleme der Logistik 4.0 entlang der Wertschöpfungskette

#### **Thema**

Aufgabe der Seminararbeit ist es, in das Themengebiet „Logistik 4.0 (Smart Logistics)“ einzuführen. Die Inhalte, die mit den Begriff Logistik 4.0 (Smart Logistics) verbunden werden sollten beschrieben und an praktischen Beispielen erläutert werden. In diesem Zusammenhang sollten die Prinzipien und Technologien dargestellt werden und die in diesem Zusammenhang entstehenden Planungs- und Entscheidungsprobleme entlang der Wertschöpfungskette Beschaffung, Produktion, Distribution, Vertrieb und Kundenkontaktpunkt benannt werden. Finales Ziel der Arbeit wäre, die Entwicklung einer Planungsmatrix, die die entstehenden Planungsprobleme zeitlich und funktional ordnet.

#### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Definition und Abgrenzung Logistik 4.0 (Smart Logistics)
- Darstellung der aktuelleren Entwicklung, innovativer Konzepte und neuer technischer Lösungen.
- Klassifizierung der unterschiedlichen Konzepte und Innovationen.
- Einordnung der Konzepte und technische Lösungen entlang der Wertschöpfungskette.
- Beschreibung von grundsätzlichen Planungs- und Entscheidungsproblemen, die entlang der Wertschöpfungskette entstehen.
- Entwicklung einer Planungsmatrix „Logistik 4.0 (Smart Logistics)“

#### **Einstiegsliteratur**

Bundesvereinigung Logistik, Logistik als Wissenschaft – zentrale Forschungsfragen in Zeiten der vierten industriellen Revolution, 2017.

file:///C:/Users/wwa162/AppData/Local/Temp/BVL17\_Positionspapier\_Logistik\_4.0.pdf

Bundesvereinigung Logistik, Digitalisierung in der Logistik, 2017.

Roth Florian und Julian Popp, Logistik 4.0 – Intelligent, Integriert, Autonom, Whitepaper MHP Consulting, Juni 2020,

[https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic\\_DE.pdf](https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic_DE.pdf),

Zugriff: 27.07.2020

Stadtler, H., Kilger, C., Meyr, H. (Hrsg.), Supply Chain Management and Advanced Planning, 6. Aufl., Berlin (Springer) 2015

Vogel-Heuser B., T. Bauernhansl, M. ten Hompel, Handbuch Industrie 4.0 Bd.3, Springer-Verlag GmbH, 2017.

#### **Voraussetzungen**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

**Betreuer:** Heinrich Kuhn <heinrich.kuhn@ku.de>

## 2.2 Innovative Konzepte der Smart Logistics – SCM

Ziel der Arbeit ist es, bereits in der Praxis befindliche oder erprobte innovative Ideen der Logistik 4.0 (Smart Logistics) strukturiert aufzubereiten, zu analysieren und anschließend zu bewerten. In diesem Zusammenhang ist es möglich, sich auf eine bestimmte Branche (Handel, Automotive Konsumgüterindustrie etc.) zu konzentrieren. Es sollten exemplarische Beispiele innovativer Ideen herangezogen werden und dieser analysiert und beschrieben werden.

**Hinweis:** Diese Seminararbeit kann an mehrere Personen vergeben werden, wobei sich die einzelnen Personen auf unterschiedliche Branchen konzentrieren.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Definition und Abgrenzung Logistik 4.0 (Smart Logistics)
- Eigenständige Recherche von innovativen Konzepten der Logistik 4.0 (Smart Logistics) in einer ausgewählten Industrie- oder Handelsbranche
- Darstellung der möglichen Zielsetzungen und Abschätzung des zukünftigen Verbreitungsgrads in der jeweiligen Industriebranche.
- Strukturierte Aufbereitung der Konzepte und kritische Würdigung des jeweiligen Outcomes

### **Einstiegsliteratur**

Bundesvereinigung Logistik, Logistik als Wissenschaft – zentrale Forschungsfragen in Zeiten der vierten industriellen Revolution, 2017.

file:///C:/Users/wwa162/AppData/Local/Temp/BVL17\_Positionspapier\_Logistik\_4.0.pdf

Bundesvereinigung Logistik, Digitalisierung in der Logistik, 2017.

Glock C., Eric Grosse, Warehousing 4.0. Technische Lösungen und Managementkonzepte für die Lagerlogistik der Zukunft, B+G Wissenschaftsverlag, 2017.

Roth Florian und Julian Popp, Logistik 4.0 – Intelligent, Integriert, Autonom, Whitepaper MHP Consulting, Juni 2020,

[https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic\\_DE.pdf](https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic_DE.pdf),

Zugriff: 27.07.2020

Vogel-Heuser B., T. Bauernhansl, M. ten Hompel, Handbuch Industrie 4.0 Bd.3, Springer-Verlag GmbH, 2017.

### **Voraussetzungen**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

**Betreuer:** Heinrich Kuhn <heinrich.kuhn@ku.de>

## 2.3 Künstliche Intelligenz in der Logistik – SCM&OR

Ziel der Arbeit ist es an einem konkreten Beispiel aus der Logistik die Verwendung von Methoden aus der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens darzustellen und diese ggf. zu implementieren.

Hinweis: Diese Seminararbeit kann an mehrere Personen vergeben werden, wobei sich die einzelnen Personen auf unterschiedliche Anwendungsfelder konzentrieren.

### **Relevante Punkte**

- Darstellung möglicher Anwendungsgebiete in der Logistik.
- Ggf. Implementierung eines Beispiels in einer geeigneten Programmiersprache (beispielsweise Erkennung von Ziffern anhand des MNIST Datensatz in Python).
- Darstellung der Limitationen von künstlicher Intelligenz.

### **Einstiegsliteratur**

Wittpahl, V. Künstliche Intelligenz, Springer Berlin Heidelberg, 2019.

Akerkar, R. Artificial Intelligence for Business, Springer International Publishing, 2019.

Rashid, T. Neuronale Netze selbst programmieren, Dpunkt.Verlag GmbH, 2017.

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Grundkenntnisse in Logistik, ab 2. Master-Semester
- Python-Kenntnisse und/oder Programmierkenntnisse für OR-Teil

**Betreuer:** Stefan Voigt <stefan.voigt@ku.de>

## 2.4 Innovative Konzepte in der Ware-zu-Mann-Kommissionierung – SCM & OR

### **Thema**

In der Literatur werden drei grundsätzliche Varianten von Kommissioniersystemen unterschieden: (1) Mann-zu-Ware-, (2) Ware-zu-Mann- und (3) voll-automatisierte Systeme. Neuere technologische Entwicklungen führen zu einer zunehmenden Verbreitung von Ware-zu-Mann-Systemen, die bei vielen Online-Händlern, z.B. Amazon und in der Automobilindustrie genutzt werden. Ziel der Seminar-Arbeit ist es, diese Kommissioniersysteme zu beschreiben und die hierbei entstehenden besonderen Planungs- und Steuerungsprobleme zu dokumentieren und ggf. zu implementieren und zu analysieren.

**Hinweis:** Diese Seminararbeit kann an mehrere Personen vergeben werden, wobei sich die einzelnen Personen auf unterschiedliche Branchen (z.B. Online-Handel oder Automobil) konzentrieren.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Beschreibung des Grundproblems der Ware-zu-Mann- Kommissionierung
- Beschreibung und Analyse der Vorgehensweise eines spezifischen Steuerungsproblems

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Implementierung eines Optimierungsmodelles und/oder Lösungsansatzes in OPL/Java/Python/C++/...
- Alternativ wären auch die Entwicklung und Implementierung eines Simulationsmodells möglich.
- Numerische Analyse und Auswertung der jeweiligen Modelle

### **Einstiegsliteratur**

- Boysen, N.; Briskorn, D.; Emde, S., 2017. Parts-to-picker based order processing in a rack-moving mobile robots environment. *European Journal of Operational Research* 262, 550-562.
- De Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K.J., 2007. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research* 182, 481–501.
- Marchet, G., Melacini, M., Perotti, S., 2015. Investigating order picking system adoption: A case-study-based approach. *International Journal of Logistics Research and Applications* 18, 82–98.
- Schubert, D., 2020. Integrated Order Picking and Vehicle Routing Operations - Literature Review and Further Research Opportunities, Published on SSRN, ID 3631748.

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Grundkenntnisse in Logistik, ab 2. Master-Semester
- OPL/Gurobi-Kenntnisse und/oder Simulationskenntnisse für OR-Teil

**Betreuer:** Heinrich Kuhn <heinrich.kuhn@ku.de>

## 2.5 Innovative Logistikkonzepte bei der Auslieferung im Online-Lebensmittelhandel – SCM & OR

### **Thema**

Der zunehmende Online-Lebensmittelhandel führt zu neuen Herausforderungen im Zuge der Auslieferung der bestellten Waren an die Kunden. Zur Abwicklung der letzten Meile werden sowohl effiziente und gleichzeitig umweltfreundliche Transportlösungen gesucht. Aufgabe der Seminararbeit ist es, neue Logistikkonzepte zur Bewältigung dieser Herausforderungen zu beschreiben, zu analysieren und ggf. ein Entscheidungsmodell zu formulieren, zu implementieren und zu lösen.

Eine Möglichkeit der Erfüllung der Online-Bestellungen im Lebensmitteleinzelhandel kann über Pick-up-Stationen (kühlbare Lebensmittelboxen) erfolgen, an denen entweder die Kunden direkt ihre Bestellung abholen oder die als Micro-Hubs zur weiteren Verteilung durch Kurierfahrer dienen. Aufgabe der Seminar-Arbeit ist es, die Problemstellung generisch zu beschreiben und ein in der Literatur vorgeschlagenes Modell darzustellen und qualitativ zu analysieren (SCM-Teil). Im OR-Teil wäre das Modell und ggf. das Lösungsverfahren zu implementieren und numerisch zu analysieren.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Beschreibung des Grundproblems der Auslieferung von Lebensmittel im Online-Handel
- Beschreibung und Analyse der Vorgehensweise und des Modells von Leyerer et al. (2020)

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Implementierung des Modelles und Lösungsansatzes von Leyerer et al. (2020) in OPL/Java/Python/C++/...
- Numerische Analyse und Auswertung des Modelles und Lösungsansatzes von Leyerer et al.

### **Einstiegsliteratur**

Leyerer, M, Sonneberg, M.O., Heumann M., and M. H. Breitner, Shortening the Last Mile in Urban Areas: Optimizing a Smart Logistics Concept for E-Grocery Operations, in Smart Cities 3(3), Juni 2020 pp. 585-603, DOI: 10.3390/smartcities3030031

Hübner, A., Kuhn, H. and J. Wollenburg, Last mile fulfilment and distribution in omni-channel grocery retailing: A strategic planning framework, in: International Journal of Retailing and Distribution Management, 44 (3), S.1-21, 2016, DOI: 10.1108/IJRDM-11-2014-0154

Wollenburg, J., A. Hübner, H. Kuhn and A. Trautrim, From Bricks-and-Mortar to Bricks-and-Clicks – Logistics Networks in Omni-Channel Grocery Retailing, accepted in International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol. 48 Issue: 4, 2018, pp.415-438, DOI: 10.1108/IJPDLM-10-2016-0290

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Grundkenntnisse in Logistik, ab 2. Master-Semester
- OPL/Gurobi-Kenntnisse und/oder Programmierkenntnisse für OR-Teil

**Betreuer:** Heinrich Kuhn <heinrich.kuhn@ku.de>

## 2.6 Bestandsallokation in Omni-Channel-Systemen – SCM & OR

### **Thema**

Das Bestandsmanagement ist eines der Top-Handlungsfelder von Multi-Channel-Händlern und ein wichtiger Erfolgsfaktor für Omni-Channel-Händler. Die Güte der Warenverfügbarkeit ist in hohem Maße davon abhängig, wie zieladäquat die Bestände auf die Filialen und Online-Auslieferungsläger zugeordnet werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, das Bestandsmanagement eines Omni-Channel-Händlers mit dem Markow-Modell von Chiang und Monahan zu analysieren und deren Ansatz für den Anwendungsfall eines Modehändlers weiterzuentwickeln. Hierbei soll ein praxistaugliches Markow-Analyse- und Entscheidungsmodell für die Allokationsentscheidung der Bestände zu Filiale und Zentrallager entwickelt und implementiert werden.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Beschreibung des Grundproblems des Bestandsmanagements und der Bestandsallokation im Omni-Channel-Handel
- Beschreibung der Vorgehensweise und des Modells von Chiang und Monahan

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Weiterentwicklung des Ansatzes zur Analyse und Lösung eines Praxisfalls
- Implementierung des Ansatzes in Java/Python/C++/...

### **Einstiegsliteratur**

Kuhn, H., Hübner, A., Holzapfel, A. (2013) Logistik im Multi-Channel-Handel, Forschungsbericht der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt.

Hübner, A., Holzapfel, A., Kuhn H. (2016) Distribution Systems in Omni-Channel Retailing, Business Research, Volume 9, Issue 2, pp 255–296.

Chiang, W.-y. K., Monahan, G. E. (2005) Managing inventories in a two-echelon dual-channel supply chain. European Journal of Operational Research 162 (2), 325–341.

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Erfolgreiche Teilnahme am Kurs Stochastische Modelle
- ggf. fortgeschrittene Programmier-Kenntnisse

**Betreuer:** Heinrich Kuhn <heinrich.kuhn@ku.de>

## 2.7 Innovative Konzepte der Filialbelieferung in urbanen Gebieten – SCM & OR

### **Thema**

Untersuchungsgegenstand der Seminararbeit sind die Besonderheiten der Filialbelieferungsplanung in Städten. Einzelhandelsunternehmen mit Filialnetzwerk betreiben i.d.R. selbst Fahrzeugflotten für die Belieferung und versuchen, diese optimal einzusetzen. Diese Problematik wird häufig als Vehicle Routing Problem modelliert. Sollen Filialen in (Groß-)Städten versorgt werden, steht die Tourenplanung aber vor vielfältigen Herausforderungen. Denn durch die Gegebenheiten in urbanen Gebieten ergeben sich eine Vielzahl von möglichen und nötigen Modifikationen im Vergleich zur klassischen Tourenplanung, sowohl was zusätzliche Restriktionen angeht, als auch veränderte Zielfunktionen.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Veranschaulichung der Filialbelieferungsproblematik
- Identifikation und Darstellung der besonderen Herausforderungen der Auslieferungsplanung in Städten
- Vorstellung des VRPs und nötiger Modifikationen des VRPs, aus identifizierten Herausforderungen abgeleitet
- Eigenständige Literaturrecherche bislang erfolgter Forschung in diesem Bereich

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Auswahl und ausführliche Beschreibung einer einzelnen VRP-Erweiterung in diesem Kontext
- Tests mit Instanzen von relevanten Stadtfilialen einer Einzelhandelskette
- Implementierung des Modells in CPLEX/Gurobi oder Lösen mit Hilfe einer Heuristik, implementiert in Java/Python/C++/...
- Numerische Experimente

### **Einstiegsliteratur**

Cattaruzza, D., Absi, N., Feillet, D., González-Feliu, J. (2017) "Vehicle routing problems for City logistics", EURO Journal on Transportation and Logistics, Vol. 6, Issue: 1, pp 51-79.

Einschlägige Positionspapiere des HDE, abzurufen unter [einzelhandel.de](http://einzelhandel.de)

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Grundkenntnisse in Produktion und Logistik, ab 2. Master-Semester
- Erfolgreiche Teilnahme am Kurs Logistik und/oder OR
- Interesse an Programmierung

**Betreuer:** Markus Frank <Markus.Frank@ku.de>

## 2.8 Vehicle Routing with Multiple Time Windows – SCM & OR

### **Thema**

Das “Vehicle Routing Problem with multiple Time Windows” (VRPMTW) wurde zuerst allgemein von Favaretto et al. (2007) eingeführt und besteht aus einer simplen Erweiterung des VRPTWs: Anstatt einem Zeitfenster zu dem jeder Kunde angefahren werden muss, sind je Kunde nun mehrere harte Zeitfenster möglich. Anwendungsmöglichkeiten des Modells finden sich insbesondere auch im Omni-Channel-(Lebensmittel-)Einzelhandel, wie die Case Study von Amorim et al. (2012) zeigt. Hier liefert ein Lebensmittelhändler auch selbst aus, an sehr unterschiedliche Kunden wie Grundschulen, Gefängnisse oder Banken die mehrere verschiedene mögliche Zeitfenster besitzen.

Im Rahmen der-Seminararbeit(en) sollen Literatur und die Modellformulierung des VRPMTW erläutert werden sowie ein heuristisches Lösungsverfahren implementiert und mit Hilfe von Benchmark-Instanzen analysiert werden.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Formulierung und Erläuterung des VRPMTW
- Überblick über bestehende Forschung und bekannte Lösungsverfahren für das VRPMTW

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Eigene Implementierung eines heuristischen Lösungsverfahrens
- Tests mit Benchmarks aus der Literatur

### **Einstiegsliteratur**

Amorim, P., Parragh, S. N., Sperandio, F., Almada-Lobo, B. (2012), A rich vehicle routing problem dealing with perishable food: a case study, in TOP 22, pp. 489–508

Favaretto, D., Moretti, E., Pellegrini, P. (2007), Ant colony system for VRP with multiple time windows and multiple visits, in Journal of Interdisciplinary Mathematics, 10(2), pp. 263–284

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Grundkenntnisse in Produktion und Logistik, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Erfolgreiche Teilnahme am Kurs Logistik und/oder OR
- Interesse an Programmierung

**Betreuer:** Markus Frank <Markus.Frank@ku.de>

## 2.9 Von Truck Platooning zur Autonomen Flotte – SCM & OR

### **Thema**

Der Warentransport steigt weltweit weiter an und viele Unternehmen suchen nach Möglichkeiten der Effizienzsteigerung. Platooning und autonomes fahren werden dabei immer wieder als Möglichkeit angesehen.

In der SCM-Seminar-Arbeit sollen die Möglichkeiten der beiden Technologien untersucht werden und dabei speziell die Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Im OR Teil können verschiedene Fragestellungen mit Hilfe von Algorithmen gelöst werden. Nach Absprache besteht die Möglichkeit dies heuristisch oder exakt (OPL Model) zu tun.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Recherche beider Last-Mile Konzepte
- Darstellung und Gegenüberstellung beider Auslieferungskonzepte

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Implementierung und Analyse zweier Auslieferungsmethoden inklusive der Wahl geeigneter Prämissen
- Durchführung von Fallstudien

### **Einstiegsliteratur**

Roth Florian und Julian Popp, Logistik 4.0 – Intelligent, Integriert, Autonom, Whitepaper MHP Consulting, Juni 2020,  
[https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic\\_DE.pdf](https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic_DE.pdf) , Zugriff: 29.07.2020

Albiński, Szymon, Teodor Gabriel Crainic, und Stefan Minner, The Day-before Truck Platooning Planning Problem and the Value of Autonomous Driving. CIRRELT, 2020.

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Grundkenntnisse in Logistik, ab 2. Master-Semester
- OPL/Gurobi-Kenntnisse oder Programmierkenntnisse (Java,Python,...)

**Betreuer:** Prof. Dr. Pirmin Fontaine <pirmin.fontaine@ku.de>

## 2.10 Auslieferung von Paketen mit Lastenfahrrad und Bodendrohne – SCM & OR

### **Thema**

Durch den wachsenden Online-Handel steigt im urbanen Raum der Güterverkehr. Das daraus resultierende steigende Verkehrsaufkommen führt zu Staus, Lärm und Umweltverschmutzung. Um diesen Faktoren entgegenzuwirken, sind neue innovative Auslieferungskonzepte im urbanen Raum erforderlich. Für die Logistikdienstleister ist es notwendig, dass die Auslieferungskonzepte zu Kostenvorteilen führen, damit sie angehalten sind, neue Auslieferungskonzepte in der Praxis umzusetzen. Die Bodendrohne und das Lastenfahrrad stellen zwei dieser Konzepte dar.

In der SCM-Seminar-Arbeit sollen zahlreiche Auslieferungsmethoden mit Bodendrohnen und Lastenfahrrädern dargestellt werden. Zudem sollen Vor- und Nachteile recherchiert, diskutiert und analysiert werden. Zusätzlich soll gegenübergestellt werden, wann die Bodendrohne und wann das Lastenfahrrad zum Einsatz kommen kann. Stehen diese in direkter Konkurrenz zueinander?

Im Implementierungsteil (OR Teil) kann mithilfe der Implementierung von mathematischen Modellen in einen optimalen Solver festgestellt werden, welche der beiden Auslieferungsmethoden kostenoptimaler im Vergleich sind.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Recherche beider Last-Mile Konzepte
- Darstellung und Gegenüberstellung beider Auslieferungskonzepte

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Implementierung und Analyse zweier Auslieferungsmethoden inklusive der Wahl geeigneter Prämissen
- Durchführung von Fallstudien

### **Einstiegsliteratur**

Sheth, Manali & Butrina, Polina & Goodchild, Anne & McCormack, Edward. (2019). Measuring delivery route cost trade-offs between electric-assist cargo bicycles and delivery trucks in dense urban areas. *European Transport Research Review*. 11. 10.1186/s12544-019-0349-5.

Kunze, Oliver: Replicators, Ground Drones and Crowd Logistics A Vision of Urban Logistics in the Year 2030. *Transportation Research Procedia* 19 (2016), 12, S. 286\_299

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Grundkenntnisse in Logistik, ab 2. Master-Semester
- OPL/Gurobi-Kenntnisse

**Betreuer:** Alexander Rave <ARave@ku.de>

## 2.11 Tourenplanung mit Bodendrohnen unter der Berücksichtigung von Zeitfenstern - OR

### **Thema**

Der zunehmende Onlinehandel führt in urbanen Gebieten zu einem stark anwachsenden Güterverkehr pro Haushalt. Dies hat für Paketdienstleister einen erhöhten Aufwand in der Last-Mile Delivery zur Folge. Das Hinzuziehen von Bodendrohnen in der Auslieferung kann für Kosten- und Zeitvorteilen führen. Um ein Paket mit Bodendrohnen zum Kunden zu transportieren, ist jedoch erforderlich, dass der Kunde auch zuhause ist. Fehlgeschlagene Lieferungen durch die Abwesenheit des Kunden verursachen somit hohen logistischen Aufwand. Dieser Aufwand kann durch Angabe eines Zeitfensters für die Lieferung vermieden werden. Die Problematik der Tourenplanung mit Zeitfenstern kann mathematisch durch ein VRPTW („Vehicle Routing Problem with multiple Time Windows“) dargestellt werden.

Im Rahmen der Seminararbeit soll für eine Auslieferungsmethode mit Bodendrohnen ein mathematisches Modell unter Berücksichtigung von Zeitfenstern erstellt und anschließend in OPL oder Gurobi implementiert und analysiert werden.

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Formulierung und Erläuterung einer Tourenplanung mit Drohnen unter der Berücksichtigung von Zeitfenstern
- Eigenständige Implementierung des mathematischen Modells in CPLEX/Gurobi
- Durchführung einer kleinen Fallstudie

### **Einstiegsliteratur**

Nasser A. El-Sherbeny, Vehicle routing with time windows: An overview of exact, heuristic and metaheuristic methods, Journal of King Saud University - Science, Volume 22, Issue 3, 2010, Pages 123-131.

Otto, A., Agatz, N., Campbell, J., Golden, B., and Pesch, E. (2018). Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs), or drones: A survey. Networks, 72, 411–458

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Erfolgreiche Teilnahme am OR, OS oder OPL Kurs
- Grundkenntnisse in Logistik, ab 2. Master-Semester

**Betreuer:** Alexander Rave <ARave@ku.de>

## 2.12 Cargo Sous Terrain: Gütertransport unter der Erde – SCM & OR

### **Thema**

Wie in mehreren Themen bereits erwähnt, steigt die Nachfrage im Online-Handel und führt zu steigendem Güterverkehr in Städten. Verschiedene innovative Konzepte werden aktuell entwickelt um effizient Waren in die Stadt zu liefern. Ein neues, aber noch nicht getestetes Modell ist der Transport von Waren in Tunnelsystemen unter der Erde.

In der SCM-Seminar-Arbeit soll das Konzept der Cargo Sous Terrain analysiert und evaluiert werden. Dabei sollen die Chancen und Risiken des Systems analysiert und gegenübergestellt werden

Im OR Teil kann ein Modell zur Planung eines Netzwerks der Cargo Sous Terrain entwickelt und getestet werden. Nach Absprache besteht die Möglichkeit dies heuristisch oder exakt (OPL Modell) zu tun.

### **Relevante Punkte (Seminar SCM)**

- Recherche beider Last-Mile Konzepte
- Darstellung und Gegenüberstellung beider Auslieferungskonzepte

### **Relevante Punkte (Seminar OR)**

- Implementierung und Analyse zweier Auslieferungsmethoden inklusive der Wahl geeigneter Prämissen
- Durchführung von Fallstudien

### **Einstiegsliteratur**

Roth Florian und Julian Popp, Logistik 4.0 – Intelligent, Integriert, Autonom, Whitepaper MHP Consulting, Juni 2020,  
[https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic\\_DE.pdf](https://www.mhp.com/fileadmin/www.mhp.com/assets/pdf/MHPWhitepaper-Logistic_DE.pdf) , Zugriff: 29.07.2020

Cargo Sous Terrain: <https://www.innofrator.com/cargo-sous-terrain-will-guetertransport-unter-die-erde-verlegen/> , Zugriff: 29.07.2020

### **Voraussetzungen für SCM-Seminar**

- Keine besonderen Vorkenntnisse, ab 2. Master-Semester

### **Voraussetzungen für OR-Seminar**

- Grundkenntnisse in Logistik, ab 2. Master-Semester
- OPL/Gurobi-Kenntnisse oder Programmierkenntnisse (Java,Python,...)

**Betreuer:** Prof. Dr. Pirmin Fontaine <pirmin.fontaine@ku.de>