

LEHRSTUHL FÜR UNTERNEHMENSLOGISTIK

# JAHRESBERICHT 2018/19



**LFO** <sup>18</sup>/<sub>19</sub>

|   |           |
|---|-----------|
| Vorwort   | 5         |
| Leitbild  | 6         |
| Das Dortmunder Management-Modell  | 9         |
| <b>Digitalisierung der Lehre</b>  | <b>10</b> |
| Internationalisierung   | 12        |
| Lehrkooperation mit dem CDHK an der Tongji Universität, Shanghai (China)                | 12        |
| Kooperation mit der Stellenbosch University (Südafrika)                                 | 13        |
| <b>Digitalisierung der Supply Chain</b>   | <b>14</b> |
| DFG Projektakademie „Nachhaltigkeit in globalen Wertschöpfungsketten“                   | 16        |
| PERFECT- Europäische akademische Bildung im Einkauf                                     | 18        |
| Fallstudie „Fresh Connection“   | 20        |
| <b>Blockchain als Enabler für transparente Supply Chains</b>                            | <b>22</b> |
| BlockNet – Interdisziplinäre Ausbildung für Blockchain Technologien                     | 24        |
| <b>Instandhaltungs- und Servicemanagement</b>   | <b>26</b> |
| Innovationslabor – Hybride Dienstleistungen in der Logistik                             | 28        |
| Transferprojekt - Entwicklung hybrider Geschäftsmodelle                                 | 30        |
| Runder Tisch Instandhaltung   | 30        |
| Instandhaltungsforum  | 31        |
| <b>Veränderung von Wertschöpfungsketten durch Additive Fertigung</b>                    | <b>34</b> |
| Kompetenzgruppe 3D-Druck  | 36        |
| I'TS DIGITIVE - Sicherer 3D-Druck in Dienstleistungsnetzwerken                          | 38        |
| MINIS für Studierende – Miniaturisierte Logistiksysteme 4.0                             |           |
| <b>Produktionsplanung, -simulation und -steuerung</b>                                   | <b>42</b> |
| Leistungszentrum Logistik und IT - Innovationsökosystem mit internationaler Strahlkraft | 44        |
| GRK 2193 - Anpassungsintelligenz von Fabriken   | 46        |
| 2nd International Colloquium 2018   | 47        |
| <b>Neue Arbeitswelten</b>   | <b>50</b> |
| Haptical – Das Internet der Dinge zum Anfassen  | 52        |
| CreaLOGtiv – Serious Game für die operative Logistik 4.0                                | 54        |
| Expertenworkshop – Wandel der Arbeitswelt durch Digitalisierung                         | 55        |
| <b>Graduate School of Logistics</b>   | <b>56</b> |
| Welcome to Fabulous Las Vegas   | 56        |
| Interdisziplinäre Summer School   | 57        |
| <b>Wir am LFO</b>   | <b>58</b> |
| <b>Ausblick</b>   | <b>62</b> |
| <b>Impressum</b>  | <b>63</b> |



## Vorwort

Verehrte Leserinnen und Leser,

auch die letzten Monate sind wieder vergangen wie im Fluge. Der Wissenschaftsstandort Dortmund hat sich sehr positiv weiterentwickelt und im Umfeld des Leistungszentrums für Logistik und IT ist ein im wahrsten Sinne des Wortes digitales Ökosystem entstanden, zu dessen Auf- und Ausbau auch unser Lehrstuhl für Unternehmenslogistik (LFO) mit vielen neuen Gesichtern einen wichtigen Beitrag leisten durfte.

Um die wachsende Anzahl der wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und die damit einhergehenden zunehmenden administrativen Aufgaben adäquat zu betreuen und zu bewältigen, haben wir uns im Jahr 2018 dazu entschieden, das Führungsteam zu vergrößern. Neben der Ober-Ingenieurin Natalia Straub und mir selbst, sind Dr.-Ing. Christoph Besenfelder, nach erfolgreicher Promotion, und Jun.-Prof. Dr.-Ing. Anne Meyer dazu gekommen. Dr.-Ing. Christoph Besenfelder ist gleichzeitig zu seinen Aufgaben am Lehrstuhl Forschungsmanager am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik. Außerdem leitet er das Leistungszentrum Logistik und IT, verknüpft die Forschungseinrichtungen in Dortmund in neuen gemeinsamen Forschungsthemen und -formaten und entwickelt damit das Innovationsökosystem am Standort weiter. Anne Meyer hat die Junior-Professur für Digitalisierung in Unternehmenslogistik und Supply Chain Management an der Fakultät Maschinenbau inne und ist administrativ an den LFO angegliedert. Über die Stellung eines Zusatzantrages bei der DFG wurde sie offiziell mit einer Promotionsstelle in das Graduiertenkolleg 2193 „Anpassungsintelligenz von Fabriken im dynamischen und komplexen Umfeld“ aufgenommen und bereichert das Konsortium mit ihrer Forschungsexpertise im Bereich Optimierung und Analytics. Für die Doktorandinnen und Doktoranden am LFO übernimmt sie die Co-Betreuung und wirkt intensiv an der Vorbereitung des Verlängerungsantrags für das Graduiertenkolleg mit. Ich möchte die Gelegenheit nutzen und mich an dieser Stelle einmal ganz herzlich für die Unterstützung der KollegInnen und die gute Zusammenarbeit in unserem Führungsteam bedanken.

Auf diese Art und Weise sind wir auch für die kommenden Herausforderungen und Aufgaben in den nächsten Monaten hervorragend und interdisziplinär aufgestellt. Hier möchte ich zum einen die Weiterentwicklung in der Lehre hervorheben. Nach hoffentlich erfolgreicher Reakkreditierung Mitte Mai unserer Fakultät Maschinenbau, die sich die stärkere Interaktion von Produktion und Logistik zum strategischen Ziel gesetzt hat, werden wir in den nächsten Semestern unsere Vorlesungsinhalte noch intensiver mit unseren aktuellen Forschungsfeldern synchronisieren und dabei modernste Lehr- und Lernmethoden zum Einsatz bringen, die auch für zukünftige Studierenden-Generationen hochspannend und -motivierend sein sollen.

Zum anderen wird der LFO auch in die Zukunft die theoriegeleitete Forschungsbasis für den Praxistransfer über den Bereich Unternehmenslogistik am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML liefern. Hier sei beispielhaft nur das Thema Blockchain-Technologie hervorgehoben, das wir in den nächsten Monaten in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML noch weiter ausbauen wollen.

Bitte erlauben Sie mir noch einen weiteren Hinweis in „eigener Sache“: falls Sie beim Durchblättern des Jahresberichts Fragen haben, dann zögern Sie nicht, auf uns zuzukommen. Wir beantworten Ihre Fragen sehr gerne. Auch sind wir immer über Hinweise und Anregungen dankbar, was wir in unserer vielfältigen Zusammenarbeit mit Ihnen noch verbessern können. Auf alle Fälle freuen wir uns auf einen spannenden weiteren Austausch mit Ihnen zu den LFO-Themen.

Nun wünsche ich Ihnen aber zunächst eine interessante und inspirierende Lektüre unseres LFO-Jahresberichts.

Mit besten Grüßen

Ihr Michael Henke

Dortmund, im August 2019

## Der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik (LFO) setzt die über 40-jährige Arbeit des Lehrstuhls für Fabrikorganisation an der Technischen Universität Dortmund konsequent fort und erweitert diese um Aspekte des übergreifenden Supply Chain Managements.

Der Lehrstuhl steht für grundlagenorientierte und angewandte Forschung sowie Lehre in Unternehmenslogistik und Supply Chain Management. Unternehmenslogistik und Supply Chain Management sprechen ähnliche und sich überschneidende Aufgaben in Produktion, Einkauf und Logistik an, sind jedoch nicht trennscharf voneinander abgrenzbar. Während Supply Chain Management die integrierte, übergreifende, kunden- und bedarfsorientierte Planung und Steuerung inner- und überbetrieblicher Logistik- und Produktionsnetzwerke in den Vordergrund rückt, fokussiert Unternehmenslogistik stärker die logistischen Aufgaben der technischen Betriebsführung auf Standortebene bis hin zu Fragen der Fabrikorganisation oder des Instandhaltungsmanagements. Der Blickwinkel beider Fachgebiete ist notwendig für die vollständige Durchdringung der logistischen Aktivitäten eines Unternehmens und seiner Wertschöpfungsnetzwerke im Sinne eines durchgängigen Managementansatzes der Unternehmensführung in Wertschöpfungsnetzwerken.

Diesem durchgängigen und ganzheitlichen Aufgabenverständnis folgen auch die Arbeitsfelder des Lehrstuhls: Supply Chain Management und Einkauf, Fabrikplanung- und -betrieb, Instandhaltungs- und Servicemanagement sowie Kompetenzmanagement und innovative Lernkonzepte. In der Lehre bieten wir unseren Studierenden diesbezüglich ein breites Angebot an Lehrveranstaltungen.

Ca. 100 erfolgreich abgeschlossene Bachelor- und Masterarbeiten jährlich, die zum größten Teil in direkter Zusammenarbeit mit Unternehmen entstanden sind, stehen für die praxisorientierte Ausrichtung unserer Lehre in den Studiengängen Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau.

Außerdem bestehen bewährte internationale Hochschulpartnerschaften wie z. B. zum Georgia Institute of Technology, zur Tongji University oder zur Stellenbosch University, die aktuell noch ausgebaut und erweitert werden.

Als Gründungslehrstuhl der Graduate School of Logistics, die mit ihrem Konzept

der rein drittmittelgeförderten Doktorandenausbildung, vornehmlich durch namhafte deutsche Unternehmen, eine bundesweit einzigartige Einrichtung darstellt, engagiert sich der LFO seit 2009 bei der wissenschaftlichen Betreuung der wirtschaftsgeförderten Doktoranden. In Zusammenarbeit mit Unternehmen wird hier die kooperative interdisziplinäre Forschung zu aktuellen Themenstellungen der Logistik gestärkt und der intensive Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis gefördert.

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Lehrstuhls eint das Interesse und die Leidenschaft an der permanenten Entwicklung und Weitergabe von neuem Wissen zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit in Logistik, Einkauf, Produktion und Instandhaltung. Gemeinsam mit den Forschungspartnern am Standort Dortmund wie dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML), den Instituten und Lehrstühlen im Bereich Produktion und Logistik der Fakultät Maschinenbau, aber auch einer Vielzahl weiterer interdisziplinärer Partner inner- und außerhalb der TU leistet der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik seinen Beitrag zur Logistikkforschung. Dabei sind die Offenheit für die Perspektiven anderer Disziplinen im Sinne der Interdisziplinarität, die konsequente Integration in die eigene Arbeit und die übergreifende Sicht auf die Logistik charakterisierend für die Arbeitsweise des LFO.

In der Forschung arbeitet das Lehrstuhlteam an innovativen Themen zur Weiterentwicklung der Methoden, Konzepte und Instrumente der Unternehmenslogistik und des Supply Chain Managements. Die komplementäre Verknüpfung von Technologie- und Managementthemen zur erfolgsorientierten Weiterentwicklung von Unternehmen in den Gestaltungsfeldern „Technologie“, „Organisation“, „IT“ und „Mensch“ steht dabei im Mittelpunkt. Hybride Geschäftsmodelle und die Plattformökonomie stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen. Die effiziente und effektive Gestaltung, Planung und Steuerung der zunehmend digitalisierten Prozesse und Systeme, mit einer integrierten Betrachtung aller Gestaltungsfelder, stehen im Fokus der aktuellen Forschungsaktivitäten.



Die Forschungsarbeit des Lehrstuhls für Unternehmenslogistik fokussiert die Managementimplikationen der logistischen Aufgaben für die Unternehmensführung und insbesondere die oben abgebildeten Schwerpunkte.

Wichtiges Ziel und Ergebnis dieser Forschungsarbeit ist die ökonomisch bewertete Nutzbarmachung neuer Technologien wie Distributed Ledger Technologien (bspw. Blockchain), künstliche Intelligenz (bspw. Maschinelles Lernen) und realisierbare Managementlösungen für die Praxis in Logistik, Einkauf, Produktion und Instandhaltung. Dies gilt für die Unternehmenslogistik und das Supply Chain Management im Allgemeinen und für die Digitalisierung (insbesondere „Industrie 4.0“) im Besonderen. In diesem Kontext ist in den letzten Jahren das Dortmunder Management-Modell entstanden, das sowohl die digitale Transformation in der Unternehmenslogistik und im Supply Chain Management strukturiert als auch den noch bestehenden Forschungsbedarf aufzeigt und eine integrierte, prozessorientierte Analyse der neuen Managementaufgaben ermöglicht. In der „Smart Factory“ als Kern der Industrie 4.0 kommt erneut die Verbindung zur bisherigen Lehrstuhlarbeit zum Ausdruck und findet ihre konsequente Fortführung in der Entwicklung von Selbststeuerungsverfahren und adaptiven Anpassungsprozessen zur Planung und Realisierung von anpassungsintelligenten Fabriken.

Für die Realisierung von Autonomisierung, Digitalisierung und Individualisierung als Grundprinzipien der Industrie 4.0 sind adaptive Wertschöpfungsnetzwerke basierend auf der Fabrik und ihren Systemen als elementare Einzelbestandteile der Supply Chain zu entwickeln, um Wandlungsfähigkeit und Resilienz entlang von Supply Chains zu fördern. Das am Lehrstuhl über lange Jahre entwickelte Verständnis der

Prozessorientierung ist für die Organisation und das Management wandlungsfähiger Wertschöpfungsnetzwerke eine wesentliche Grundlage.

Aktuell wird die Untersuchung von Potenzialen der Technologien der additiven Fertigung sowie der Augmented und Virtual Reality, die an verschiedensten Stellen in den Wertschöpfungsprozessen von Unternehmensnetzwerken eingesetzt werden können, fokussiert.

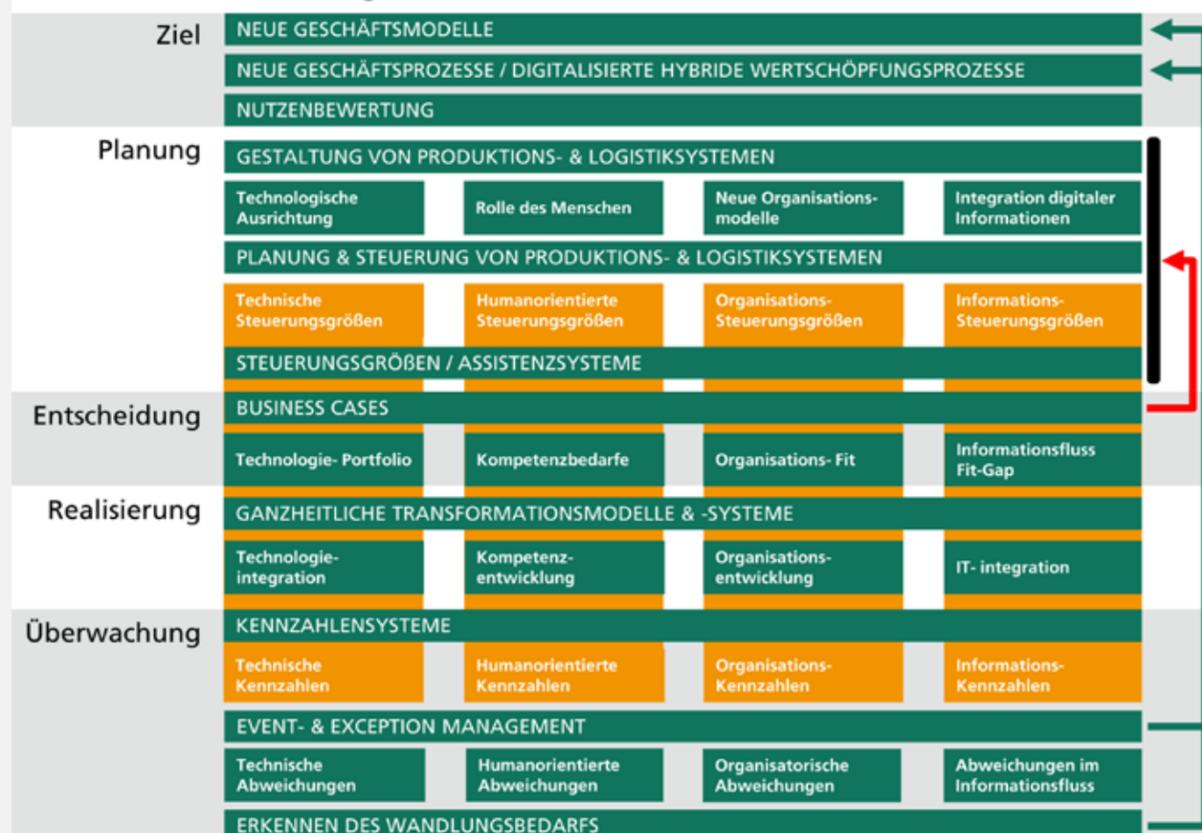
Zur erfolgreichen Integration neuer Technologien und Gestaltung der digitalen Transformation analysiert das Lehrstuhlteam auch die humanzentrierte Prozessgestaltung und die kompetenzorientierte Qualifikation mit neuen Ansätzen wie Gamifikation und Serious Games.

Für die bevorstehende umfassende Veränderung der Wertschöpfung müssen geeignete und neue Managementansätze zur Selbststeuerung und Selbstorganisation von Logistik, Einkauf, Produktion und Instandhaltung (weiter)entwickelt werden. Dies gilt für Großunternehmen, aber insbesondere auch für kleine und mittlere Unternehmen (KMU).

Diese Managementansätze werden in logistischen Assistenzsystemen sowie in Werkzeugen für die Entscheidungsunterstützung, Qualifikation und Befähigung der Anwender etabliert. Dies beinhaltet auch die Weiterentwicklung von steuerungsrelevanten Kennzahlen (KPIs). In diesem Bereich wird der Lehrstuhl die empirische Forschung verstärken und beispielsweise Benchmarking-Studien und Fallanalysen mit Praxispartnern durchführen.

## Das Dortmunder Management-Modell

### Dortmunder Management-Modell der Industrie 4.0



Die fortschreitende Digitalisierung in allen Lebensbereichen überträgt sich zunehmend auf die Industrie. Bestehende Ansätze, die den Wandel von Unternehmen unterstützen und strukturieren, beziehen sich meist nur auf Teilaspekte oder beziehen die neuen Herausforderungen der Digitalisierung nicht mit ein. Es wird ein neues Management benötigt, das die Herausforderungen strukturiert und konkrete Methoden für Unternehmen bereitstellt, um diese zu bewältigen.

Gerade in Unternehmenslogistik und Supply Chain Management werden die verschiedenen Unternehmensbereiche und -funktionen in ihrem Zusammenspiel integriert betrachtet und das auch über die Unternehmensgrenzen, in immer komplexeren Wertschöpfungsnetzwerken, hinaus. Daher wurde am Lehrstuhl für Unternehmenslogistik, gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, das Dortmunder Management Modell entworfen und ständig weiterentwickelt.

Das Dortmunder Management Modell beinhaltet drei Beschleunigungsfaktoren, die den notwendigen Wandel und die integrierte Betrachtungsweise charakterisieren. Migration beschreibt die schrittweise Einführung von neuen Technologien in das Unternehmen und die Nachrüstung bestehender Maschinen und Anlagen – für kein Unternehmen wird es möglich sein in einem Schritt seine Arbeitsmittel und Infrastruktur vollständig zu erneuern. Gleichzeitig ist die Geschwindigkeit der technologischen Entwicklung so hoch, das es nicht realistisch scheint ständig den neusten Stand der

Technik im Unternehmen zu haben. Transformation beschreibt die Grundsätzlichkeit des Wandels – die Geschäftsmodelle ganzer Branchen werden in Frage gestellt. Unternehmen müssen ihre Marktposition ständig hinterfragen und proaktiv neue Chancen erkennen und nutzen, um erfolgreich am Markt zu bestehen. Gleichzeitig darf der Wandel das Unternehmen nicht in ständige Unruhe versetzen. Es gilt den kontinuierlichen Wandel als Produktivzustand zu ermöglichen. Change Management beschreibt die unabdingbare Notwendigkeit die Belegschaft in den Digitalisierungsprozess zu integrieren, Qualifizierungsbedarfe zu erkennen und die digitalen Prozesse humanzentriert zu gestalten.

Die integrierte Sichtweise des Dortmunder Management Modells spiegelt sich in den vier Säulen ‚Technologie‘, ‚Mensch‘, ‚Organisation‘ und ‚Information‘ wieder, die gleichberechtigt betrachtet werden müssen. In der zweiten Dimension gliedert es den Wandlungsprozess in die Managementaufgaben ‚Ziel‘, ‚Planung‘, ‚Entscheidung‘, ‚Realisierung‘ und ‚Überwachung‘ – einen vollständigen Handlungsprozess. An den Schnittstellen dieser Aufgaben und Säulen ergeben sich die notwendigerweise zu betrachtenden Aufgaben der Digitalisierung von Unternehmen.

Damit strukturiert das Dortmunder Management Modell nicht nur die digitale Transformation in Unternehmenslogistik und Supply Chain Management, sondern zeigt auch den noch bestehenden Forschungsbedarf auf und ermöglicht eine integrierte, prozessorientierte Betrachtung des Managements der Industrie 4.0.

Die Lehrveranstaltungen des LFO sind fundamentaler Bestandteil der universitären Ausbildung von Logistikern, Wirtschaftsingenieuren und Maschinenbauern an der TU Dortmund. Bevor anstehende Veränderungen beschrieben werden, soll der Blick auf die zurückliegenden Semester gerichtet werden.

Wir möchten uns zunächst recht herzlich bei unseren Lehrbeauftragten Dr.-Ing. Friedrich-Wilhelm Schaefer, Dr. Volker Paetz und Dr. Frank Kühn für die wertvolle Zusammenarbeit bedanken.

In der Lehrveranstaltung „Supply Chain Simulation“ wurde das bewährte web-basierte Planspiel „Fresh Connection“ erfolgreich durchgeführt, in welchem die Studierenden in Kleingruppen als Manager für die Bereiche Vertrieb, Einkauf, Supply Chain und Operations eines Fruchtsaftherstellers mit real-life und real-time Problemen konfrontiert werden und Entscheidungen abstimmen müssen. Diese interaktive Gestaltung fördert das Verständnis der ganzheitlichen Problembetrachtung im Supply Chain Management und gibt den Studierenden die Möglichkeit in der Theorie erlernte Methoden auch an einem praxisnahen Beispiel anzuwenden. Ein weiteres, bereits etabliertes Beispiel einer Best-Practice Fallstudie am LFO liefert die Fallstudie „Fabrikplanung“. Hierbei bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen die Aufgabenstellung eine Fabrik anhand eines vorgegebenen Planungszyklus zu planen, sie übernehmen dabei die Rolle von Beratern und lernen Entscheidungen durch die Anwendung von erlernten Methoden zu treffen und zu begründen.



Die Mitarbeiter des Lehrstuhls bei der Erarbeitung neuer Lehrkonzepte

Im Rahmen der Reakkreditierung der Fakultät Maschinenbau wird das Angebot der Lehrveranstaltungen des LFO ab dem WS 19/20 umstrukturiert, überarbeitet und innovativ gestaltet. Zukünftig verantwortet und führt der LFO die Bachelor-Veranstaltungen „Grundlagen der Unternehmenslogistik und des Supply Chain Managements“ und „Applied Supply Chain Analytics“ sowie die Master-Veranstaltungen „Einkauf und Supply Management“, „Fabrikplanung und -betrieb“, „Instandhaltungs- und Service-



## Ansprechpartner:

Dennis Meyer  
 Tel. (0231) 755 - 5713  
 Fax (0231) 755 - 5772  
 E-Mail: meyer@lfo.tu-dortmund.de



management“ und „Unternehmenslogistik und Supply Chain Management“ durch. In der didaktischen Konzipierung der Lehrveranstaltungen wird der Einsatz von Fallstudien in Zusammenarbeit mit Industriepartnern entwickelt, indem reale Problemstellungen aus der Praxis didaktisch aufbereitet werden, um die Wissensvermittlung anwendungsorientiert zu gestalten.

Des Weiteren werden Ergebnisse aus aktuellen Forschungsprojekten wie beispielsweise der Massive open online Course (MOOC) des PERFECT-Projekts und digitale Medien zur Wissensvermittlung und -abfrage in der Lehre eingesetzt. Der klassische Frontalunterricht soll am LFO durch eine Interaktion von Lehrenden und Studierenden abgelöst werden, sodass Lehrinhalte besser behalten aber auch problemorientiert und im Gesamtzusammenhang erfasst werden.

Um die Studierenden vermehrt an Technologien, wie beispielsweise die Additive Fertigung heranzuführen, richtet der LFO derzeit einen neuen Laborraum u.a. mit verschiedenen 3D-Druckern ein. Hier können die Studierenden im Rahmen von Laboren oder bspw. Projektarbeiten neue Technologien direkt ausprobieren, Erfahrungen sammeln und auf logistische Fragestellungen anwenden.

Der LFO bietet den Studierenden eine Ausbildung auf höchstem universitären Niveau und ist dabei stets bestrebt neue Technologien einzusetzen sowie die Wissensvermittlung innovativ und effektiv zu gestalten.

## LEHRVERANSTALTUNGEN

(ab Wintersemester 2019)

**BACHELOR**

- Einführung in die Logistik
- Grundlagen der Unternehmenslogistik und des Supply Chain Managements
- Applied Supply Chain Analytics - From Data to Decisions
- IT-Systeme in der industriellen Produktion
- Logistikprojekt

**MASTER**

- Fabrikplanung und -betrieb
- Unternehmenslogistik und Supply Chain Management
- Einkauf und Supply Management
- Instandhaltungs- und Servicemanagement
- Logistiklabor
- Wirt.-Ing. Labor

\*Alle Auskünfte sind unter Vorbehalt der noch ausstehenden endgültigen Akkreditierung der Studiengänge zu verstehen. (Stand Juli 2019)

## Lehrkooperation mit Chinesisch-Deutschem Hochschulkolleg (CDHK) an der Tongji Universität Shanghai (China)

Im Jahr 2018 wurde die Lehrkooperation des LFO mit dem Chinesisch-Deutschen Hochschulkolleg (CDHK) an der Tongji Universität Shanghai (China) erfolgreich fortgesetzt. Das CDHK wurde im Jahr 1998 als Gemeinschaftseinrichtung des DAAD und der Tongji-Universität gegründet und ist seit vielen Jahren ein Vorzeigeprojekt im Wissenschaftsaustausch beider Länder. Im Jahr 2018 wurde das 20-jährige Bestehen des CDHK gefeiert, das unter dem Motto „Gemeinsam studieren, forschen, gestalten“ stand. Aktuell sind 361 chinesische und 141 deutsche Doppelmaster-Studierende von 27 deutschen Partner-Universitäten zu verzeichnen.

Seit 2011 partizipiert der LFO am Ausbildungsprogramm mit der Vorlesung „Prozessorientierte Planung von Logistiksystemen“, die die zentralen Aspekte der Planung und Steuerung des logistischen Auftragsabwicklungsprozesses fokussiert. Wie bereits vergangenes Jahr, bestand das Dozententeam aus Prof. Dr.-Ing. A. Kuhn, Dr.-Ing. T. Hegmanns und Dipl.-Logist. N. Straub.

Die Blockvorlesung wurde dieses Jahr von 48 Studierenden besucht. Ziel der Veranstaltung ist die praxisnahe Vermittlung der prozessorientierten Planung. Hierzu trug Dr.-Ing. Tobias Hegmanns als Vertreter der Praxis (thyssenkrupp Materials) bei, indem er die Vorlesung mit spannenden Praxis Einblicken in das Planungsprojekt eines neuen Lagerstandorts bei thyssenkrupp bereicherte. Vor allem die Interaktion zwischen Dozenten und Studierenden war dieses Jahr besonders intensiv. Die Studierenden nutzten die Chance zum Dialog und es kam zu einem regen Austausch.

Abgerundet wurde die Vortragsreihe durch zahlreiche Kooperationstermine und Unternehmensbesuche, die für einen gegenseitigen Austausch sorgten



Mitglieder der Lehrkooperation und spannende Einblicke in chinesische Unternehmen offenbarten.

Nach erfolgreicher Verstärkung der Zusammenarbeit in den letzten Jahren hat Prof. i.d.R. Dr.-Ing. Axel Kuhn im Jahr 2018 seine letzte Blockveranstaltung gehalten. Für die Initialisierung und den nachhaltigen Ausbau der Kooperation und seine Mitwirkung möchten wir uns recht herzlich bei Prof. i.d.R. Dr.-Ing. Axel Kuhn bedanken. Im kommenden Jahr wird Univ.-Prof. Dr. habil. Michael Henke die Kooperation mit dem CDHK der Tongji-Universität fortsetzen und das Ausbildungsprogramm mit seiner Expertise im Bereich Supply Chain Management und Einkauf bereichern.

LFO Vorlesung im CDHK 2018



## Kooperation mit der Stellenbosch University (Südafrika)

Der LFO engagiert sich für den Austausch von Studierenden mit zahlreichen Universitäten aus der ganzen Welt.

Seit über zehn Jahren besteht eine erfolgreiche Kooperation zur Anfertigung von Masterarbeiten zwischen dem Department of Industrial Engineering der Stellenbosch University in Südafrika und dem LFO. Im Rahmen dieser Kooperation können Studierende auch in diesem Jahr wieder Auslandserfahrungen sammeln und erhalten gleichzeitig die Möglichkeit, sprachliche Kompetenzen zu erweitern und ihre Masterarbeiten in Südafrika anzufertigen.

Die Zusammenarbeit mit der Stellenbosch University wird in diesem Jahr ausgebaut und weiter intensiviert.

Neben dem bereits erfolgreichen Austausch von Studierenden ist zum Beispiel geplant, einen Gastaufenthalt eines Wissenschaftlers von der Stellenbosch University an der TU Dortmund zu realisieren. Ergänzend sollen die jeweiligen Forschungsschwerpunkte genau abgestimmt werden, damit sich die bestehende Kooperation auch weiterhin nachhaltig entwickeln kann und somit ein noch intensiverer Austausch von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen sowie Studierenden aus beiden Ländern ermöglicht wird



Unternehmen agieren heutzutage in einem globalen und dynamischen Geschäftsumfeld, das von stetigem Wandel und Unsicherheit hinsichtlich der Kundenbedürfnisse, Beschaffungsrisiken und weltweit konkurrierenden Zuliefernetzwerken sowie sich ändernden Mitarbeiterkompetenzen geprägt ist.

In effizienten, globalen Wertschöpfungs-systemen, die hochindividuelle Waren in möglichst kurzer Zeit am jeweiligen Bedarfsort zur Verfügung stellen, nehmen eine Vielzahl von Unsicherheiten durch Störungen potentiell zu, wobei Puffer in Form von Beständen und Überkapazitäten aus Effizienzgründen Schritt für Schritt abgebaut werden. In solchen komplexen Systemen wird die menschliche Entscheidungsfindung schwieriger. In diesem Zusammenhang beschäftigt sich der LFO technologisch sowie kompetenzorientiert, mittels KI-basierten Methoden, mit der Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystem im Supply Chain Management.

Im Rahmen des Supply Chain Management stellen die globale Beschaffungsmärkte und die Ausweitung von Supply-Chain Netzwerken immer höhere Anforderungen an die Beschaffungsprozesse. Kaum ein Produkt wird heutzutage aus Erzeugnissen nur eines Landes gefertigt. Dies zieht einen immer größeren Verwaltungs- und Koordinationsaufwand und vor allem steigende Risiken mit sich, welche durch digitale Unterstützungen von IT-Systemen handhabbar gemacht werden. Dazu gehören neben der Daten- und Informationsverwaltung der Netzwerkpartner auch die Optimierung von Beschaffungsvorgängen. Ebenso werden sich in Zukunft auch die Aufgaben der Mitarbeiter auf vielen Aggregationsstufen der Supply Chain stark wandeln. Das Projekt PERFECT des LFO entwickelte auf Basis der veränderten Kompetenzanforderungen vor allem im Bereich des Einkaufs ein innovatives Lehrcurriculum, um Studierende frühzeitig auf die Prozessveränderungen vorzubereiten.

Geschäftliche Kooperationen beruhen auf Vertrauen und Verträgen. Dies gilt für Kunden- und Lieferantenbeziehungen sowie für Entwicklungspartnerschaften und Einkaufsgemeinschaften. Gerade im Rahmen der dynamischen Unternehmensumwelt werden immer schnellere und effizientere Abstimmungs- und Abwicklungsprozesse, unter Wahrung der Transparenz benötigt. Dabei stellt das Kooperations- und Kollaborationsmanagement entlang der Supply Chain eine essenzielle Säule des Supply Chain Managements dar.

Auch das Thema Nachhaltigkeit bekommt im Zusammenhang mit globalen Beschaffungsmärkten eine immer elementarere Gewichtung. Denn immer mehr Unternehmen integrieren die Nachhaltigkeit als zentralen Baustein für zukünftige Geschäftsentscheidungen in ihr Portfolio. Die Ressourceneffizienz von Produkten ist zum Verkaufsargument auf den stark kundengetriebenen Märkten geworden. Der zukünftige Engpass von Ressourcen, wie bspw. Seltene Erden, zwingt viele Unternehmen ihre Beschaffungsprozesse vor diesem Hintergrund zu hinterfragen. Um das Thema forschungsseitig zu behandeln und zusammen mit Fachhochschulen neue Erkenntnisse im Bereich von innovativen Nachhaltigkeitskonzepten zu gewinnen, hat der LFO unter der Schirmherrschaft der DFG die Projektakademie „Nachhaltigkeit in globalen Wertschöpfungsketten“ ins Leben gerufen.



## Ansprechpartner:

Denis Daus

Tel. (0231) 755 - 5786

Fax (0231) 755 - 5772

E-Mail: [daus@lfo.tu-dortmund.de](mailto:daus@lfo.tu-dortmund.de)



# DFG-Projektakademie „Nachhaltigkeit in globalen Wertschöpfungsketten“

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat eine Projektakademie zum Thema „Nachhaltigkeit in globalen Wertschöpfungsketten“ gestartet und fördert diese über einen Zeitraum von zwei Jahren. Ziel dieser Projektakademie ist es, Professorinnen und Professoren in einem frühen Stadium ihrer Karrieren den Einstieg in die Durchführung von Forschungsvorhaben zu ermöglichen. Die Teilnehmenden erhalten z. B. Einblicke in die Antragsformalitäten und Durchführung von Forschungsprojekten.

Univ.-Prof. Dr. habil. Michael Henke, Lehrstuhlinhaber und Institutsleiter am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, koordiniert und leitet die Projektakademie in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr.-Ing. Holger Kohl, Leiter des Fachgebiets „Nachhaltige Unternehmensentwicklung“ der TU Berlin.

Teilnahmeberechtigt sind ProfessorInnen an Fachhochschulen, die innerhalb der letzten sechs Jahre erstmals auf eine Professur berufen wurden. Um den wissenschaftlichen Dialog zu ermöglichen, sind die Projektakademien thematisch ausgerichtet.

Im April 2018 startete die Projektakademie mit einem zweitägigen Auftaktworkshop. Die ProfessorInnen konnten ihre Projektideen vorstellen sowie fundierte Einsichten in das Management von Forschungsvorhaben und die DFG-Förderungen gewinnen. Das Treffen war geprägt von einem inspirierenden Austausch über Projekte und Kooperationsmöglichkeiten sowie vielfältigen Ideen, wie unsere Welt unter Nachhaltigkeitsaspekten verbessert werden kann.



Treffen der DFG-Projektakademie am Fraunhofer IML

Hier konnte der LFO durch seine langjährige Erfahrung in verschiedenen Forschungsvorhaben inhaltlich, aber auch was administrative Abwicklung betrifft, unterstützen. In diesem Zusammenhang danken wir Frau Dr. rer. pol. Heike Wulfert, Beraterin beim Referat Forschungsförderung an der TU Dortmund, für die Unterstützung und ihren Vortrag über Strategien für eine erfolgreiche DFG Antragstellung sowie ihre Erfahrungen mit dem Format „Projektakademie“.

Beim zweiten Workshop im Oktober 2018, der ebenfalls in Dortmund stattfand, erhielten die Teilnehmenden hilfreiche Informationen zur Antragstellung. Prof. Dr.-Ing. Dirk Rüter von der Hochschule Ruhr West, der bereits erfolgreich einen DFG-Antrag platzieren konnte, hat in diesem Zusammenhang seine Erfahrungen geteilt und auf wichtige Aspekte bei der Antragstellung sowie Begutachtung der Anträge hingewiesen. Weiterhin gab Frau Dr. Christiane Joerk einen Überblick über die Ausrichtung und Organisation der DFG. Dies verschaffte Klarheit über die Begutachtungs- und

Entscheidungsprozesse sowie kritische Aspekte bei der Antragstellung.

Der dritte Workshop fand im April 2019 in Berlin statt. Bei diesem Treffen wurden bereits kooperative und interdisziplinäre Forschungsthemen vorgestellt, die sich durch den regen Austausch im Rahmen der Projektakademie ergeben haben.

Im weiteren Verlauf der Projektakademie sollen die Antragsideen in den jeweiligen Forschungsvorhaben weiterentwickelt und in einem regen Austausch gemeinsam diskutiert werden, sodass anschließend einzelne Antragsentwürfe erarbeitet und bei der DFG zur Förderung eingereicht werden können. Die einzelnen Forschungsthemen werden zusätzlich in einem gemeinsamen Sammelband ausgearbeitet. Die Veröffentlichung ist zum Ende der Projektakademie (April 2020) geplant.

In dieser Projektakademie fokussiert das Gesamthema „Nachhaltigkeit in globalen Wertschöpfungsketten“ insgesamt drei grobe Unterarbeitsthemen:

01

Aspekte



Ethische Aspekte des Nachhaltigkeitskonzeptes

02

Vergleichbarkeit



Parameter, Aktivitäten und Kennzahlen für eine Vergleichbarkeit in Produktions- und Lieferketten

03

Maßnahmen



Maßnahmen und Best Practices zur Verbesserung und Verbreitung der Nachhaltigkeitsleistung mit Fokus auf Digitalisierung

Durch individuelle Forschungsvorhaben der insgesamt 14 teilnehmenden ProfessorInnen aus verschiedenen Fachbereichen und Fachhochschulen in Deutschland erfolgt eine stärkere thematische Eingrenzung. Demnach werden die folgenden Forschungsthemen bei den Projekttreffen vorgestellt, kritisch beleuchtet und gemeinsam diskutiert:

1. Start-ups as Providers and Initiators of Sustainability Attributes in Future Global Value Chains
2. Ways into the Sustainable International Bioeconomy: Effects of national political framework conditions on the international trade of renewable resources and products
3. Global value chain sustainability governance: implications for management research and practice
4. Success factors of Sustainable Supply Chain Management Sector Initiatives
5. Research and development on 3D printed concrete towers for wind turbines
6. Sustainable Buyer behavior in Value Chains: Determinants and Marketing Implications
7. Sustainable Tactical Planning in International Transport Networks Sustainability Controlling in Integrated Value Chains
8. Measuring diversity among competing supply value chains
9. Relational and algebraic models of sustainable value chains
10. Relationale und algebraische Modelle von nachhaltigen Wertschöpfungsketten
11. Building sustainable supply chains through stakeholder inclusivity: A network-level analysis An Institutional Framework of Urban Logistics: Policy Options and the Role of the Government
12. (How) Can research in the field of sustainability become more forward-looking and future-shaping?

Projektlaufzeit: 25.04.2018-24.04.2020

Fördergeber: 

Förderkennzeichen: HE 7177/1-1

Webseite: [url.tu-dortmund.de/dfg](http://url.tu-dortmund.de/dfg)

# PERFECT- Europäische akademische Bildung im Einkauf

Das Projekt „Purchasing Education and Research for European Competence Transfer“ (PERFECT) wurde am 31.08.2018 offiziell abgeschlossen und durch den DAAD mit 95 von 100 möglichen Punkten als exzellent bewertet.



PERFECT Learning Activity an der Staffordshire University

In dem dreijährigen, durch das Erasmus+ Förderprogramm „Strategic Partnerships for Higher Education“ geförderte Projekt, wurde ein Lehrcurriculum für den Bereich Einkauf und Supply Management entwickelt, das Studierende besser auf die Herausforderungen der digitalen Transformation im Einkauf vorbereiten soll.

Der Anstieg des Einkaufsvolumens relativ zum Umsatz, die Automatisierung operativer Einkaufstätigkeiten, neue Fertigungs- und Digitalisierungstechnologien sowie die wachsende Bedeutung anspruchsvoller strategischer Rollen erhöhen die Bedeutung des unternehmerischen Einkaufs. Der Einkauf ist zudem stark von der Digitalisierung betroffen und muss Datenanalysten, Innovationsscouts und horizontale sowie vertikale Vernetzer im globalen Unternehmensumfeld bereitstellen. Jedoch werden in bestehenden Hochschulcurricula und Weiterbildungsprogrammen die aktuellen Anforderungen

bislang unzureichend berücksichtigt.

Im Rahmen von 46 Experteninterviews aus der Praxis wurden aktuelle und zukünftige Kompetenzanforderungen ermittelt. Mit Hilfe einer breit angelegten Umfrage unter Praktikern, mit über 500 Rückläufen, wurden die qualitativen Ergebnisse der durchgeführten Experteninterviews anschließend validiert und Kompetenzen nach Erfolgsrelevanz gewichtet. Die Ergebnisse dieser einzigartigen wissenschaftlichen Analyse sind maßgeblich im zentralen Projektergebnis - dem innovativen Bachelor- und Master-Curriculum - aufgegangen. Über das Curriculum hinaus wurden ein Purchasing Competence Assessment Tool zur Bewertung der eigenen Kompetenzen mit Feedbackfunktion sowie der Massive Open Online Course (MOOC) „Purchasing & Supply Management Fundamentals“ entwickelt und

als frei verfügbare online Ressourcen umgesetzt. Das Assessment Tool fragt umfassend im Projektverlauf ermittelte relevante Kompetenzen aus verschiedenen Kategorien ab und ermöglicht eine Einordnung der eigenen Kompetenzen. Der MOOC beinhaltet neben einer kurzen Einführung über das Projekt PERFECT neun Sequenzen zu den Grundlagen des unternehmerischen Einkaufs und wurde auf der Plattform oncampus entwickelt.

Die Projektergebnisse fließen in laufende Lehrveranstaltungen der Projektpartner ein und prägen komplette Neuentwicklungen von Studienprogrammen darüber hinaus auch an weiteren interessierten Hochschulen und Weiterbildungseinrichtungen. Neben der akademischen Ausbildung kann das PERFECT-Curriculum zur Überprüfung bzw. Weiterentwicklung der beruflichen Aus- und Weiterbildungsprogramme im Einkauf eingesetzt werden. Das Projekt bietet eine vielfältig adaptierbare Referenzvorgehensweise für die Entwicklung empirisch validierter Curricula, die praxisinduzierte Anforderungen fokussieren. Die methodische Herangehensweise ist als allgemeingültige Hilfestellung auf vergleichbare Problemstellungen und weitere Studiengänge und Weiterbildungen übertragbar.

Durch die Verbindung von Forschung, Lehre und unternehmerischer Praxis im Curriculum wird eine Vielzahl von Studierenden für die aktuellen beruflichen Anforderungen im Einkauf in Unternehmen unterschiedlichster Größe und Branche qualifiziert. Die Harmonisierung der Lehrinhalte und -methoden und die dadurch gestärkte Mobilität im Kontext des internationalen Studierendenaustauschs greift die Bedarfe des unternehmeri-



v.l.n.r.: Michael Henke, Natalia Straub, Klaus Steck, Laura Berger, Holger Schiele, Elina Karttunen, Heike Schulze, Tom Ward, Stephen Kelly

schen Einkaufs als strategische, interdisziplinäre und internationale Schnittstellenfunktion auf.

Das PERFECT-Projekt bestand aus einem internationalen Konsortium unter Leitung von Univ.-Prof. Dr. habil. Michael Henke (TU Dortmund) und Mitwirkung von Prof. Dr. Lydia Bals (Hochschule Mainz), Prof. Dr. Holger Schiele (University of Twente, Niederlande), Dr. Stephen Kelly (Staffordshire University, UK) und Prof. Dr. Jukka Hallikas (Lappeenranta University of Technology, Finnland).



## Veröffentlichungen:

Berger, L.; Henke, M. (2018): Digital Transformation in Procurement: The Need for Change Management. In: IPSERA 2018 Conference Proceedings, 2018.

Berger, L.; Kelly, S.; Stek, K.; Zunk, B.M. (2018): European Higher Education Landscape – Analysis of existing purchasing study programmes. In: IPSERA 2018 Conference Proceedings, 2018.

## Vorträge:

Berger, L.; Henke, M. (2018): Digital Transformation in Procurement: The Need for Change Management. In: IPSERA 2018 Conference: Purchasing and Supply Chain Management: Fostering Innovation. Athens/Greece, 25-28 March 2018.

Berger, L.; Kelly, S.; Stek, K.; Zunk, B.M. (2018): European Higher Education Landscape – Analysis of existing purchasing study programmes. In: IPSERA 2018 Conference: Purchasing and Supply Chain Management: Fostering Innovation. Athens/Greece, 25-28 March 2018.



Projektlaufzeit: 9/2015 - 8/2018

Förderkennzeichen:  
2015-1-DE01-KA203-002174  
Webseite: <http://project-perfect.eu>



# The Ultimate Value Chain Experience

## Fallstudie Fresh Connection

Die Veranstaltungen „Unternehmenslogistik und Supply Chain Management“ und „Supply Chain Simulation“ behandeln zum einen die Herausforderungen von unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsnetzen, deren Organisation, Modellierung, Aufgaben und Strategien sowie internationale Beziehungssysteme. Zum anderen werden die Grundlagen der Auftragsabwicklungsprozesse und der Auftragssimulation vermittelt. Im Rahmen von „Supply Chain Simulation“ wird dazu die webbasierte Geschäftssimulation „Fresh Connection“ genutzt.

Seit 2008 nahmen an dieser Geschäftssimulation mehr als 10.000 Studierende von über 100 Universitäten aus der gesamten Welt teil. Die Teilnehmenden werden dabei in Gruppen von vier Personen in strategische Entscheidungen des Managements eines Fruchtsaftproduzenten eingebunden und repräsentieren die Funktionen Verkauf, Einkauf, Supply Chain und Operations. Der Verkauf ist verantwortlich für das Service-Level-Agreement (SLA) mit den Kunden, leitet das Produkt- und Kundenportfolio und führt Nachfrage Forecasts durch. Die Einkaufsabteilung sucht die richtigen Lieferanten aus und handelt mit ihnen SLA-Verträge aus. Die Funktion der Operations-Abteilung besteht darin, über Kapazitäten in Lagerhäusern und Produktionsbereichen zu entscheiden und Investitionen in Abfüllanlagen und Mischern zu genehmigen. Außerdem kann die Abteilung Verbesserungsprojekte vorstellen. In der Supply Chain Abteilung werden Lagerbestände verwaltet, Produktionsintervalle festgelegt und Produktionszeiten berechnet.

Runde für Runde werden die Studierenden mit unterschiedlichen, realen Problemen konfrontiert, die es mit funktionsübergreifendem Verständnis und Zusammenarbeit zu bewältigen gilt, um das Unternehmen so schnell wie möglich wieder auf Kurs zu bringen. Jede Entscheidung, die eine Abteilung trifft, hat Konsequenzen, sodass ein Unternehmen nur erfolgreich sein kann, wenn alle Bereiche miteinander arbeiten. Das Ziel ist es, den besten Return on Investment ROI zu erzielen und gleichzeitig die Strategie des eigenen Teams umzusetzen. Die besten Teams des Jahres haben die Möglichkeit, an der jährlichen Global Student Challenge teilzunehmen, bei welcher auch ein LFO-Team bereits in 2017 einen sehr guten 4. Platz erreichen konnte.

Auch in diesem Jahr wurde das Simulationsspiel erneut angeboten und den Studierenden in diesem Zusammenhang ein spannender Wettkampf ermöglicht.

## Neuausrichtung LUE - Einkauf und Supply Management

Im Rahmen der Reakkreditierung der Studiengänge der Fakultät Maschinenbau wird ab dem Wintersemester 2019/20 erstmals die Lehrveranstaltung „Einkauf und Supply Management“ vom LFO angeboten.

Die Lehrveranstaltung richtet sich an Studierende der Master-Studiengänge Logistik, Wirtschaftsingenieurwesen und Maschinenbau. Die Lehrveranstaltung wird in Englisch durchgeführt und ermöglicht somit auch den fachlichen Austausch zwischen internationalen und Studierenden der TU Dortmund.

Inhaltlich wird die Lehrveranstaltung „Einkauf und Supply Management“ neu konzipiert. Nach einer Einführung in das Arbeits- und Forschungsfeld Einkauf werden u. a. die Prozesse, Aufgaben und Methoden des strategischen Einkaufs sowie die Rolle des Einkaufs im Unternehmen und Auswirkungen der Digitalisierung im

Einkauf erläutert. Darüber hinaus fließen Ergebnisse aktueller Forschungsprojekte in die Lehrveranstaltung ein. So wird beispielweise der in dem PERFECT-Projekt entwickelte „Massive Open Online Course“ (MOOC) genutzt, um die Studierenden im Selbststudium auf die Vorlesungen vorzubereiten. Der Einsatz der MOOC-Kurzvideos sowie Online Wissensabfragen sind Beispiele digitaler Elemente, die zum innovativen Charakter der Lehrveranstaltung beitragen.

Screenshot aus dem MOOC

The screenshot shows a video player interface for a MOOC. At the top, there are three logos for 'PERFECT' with the text 'Introduction & Organization', 'PSM Fundamentals - Basics', and 'Fundamentals - Advanced'. Below the logos is a navigation bar with 'Lesson 1', 'Lesson 2', and 'Lesson 3'. The video player shows a man in a suit speaking. The video title is 'PERFECT Sequence 1: Definition and Meaning of PSM'. The video content includes a slide titled 'PROCUREMENT' with two bullet points: '“ [...] procurement represents all the activities required in order to get the product from supplier to its final destination” (van Weele, 2010)' and '“ [...] procurement holds a broader meaning than purchasing, as it accounts for strategic as well as operational activities” (van Weele, 2010)'. The video player controls at the bottom show a progress bar at 1:55 / 12:33 and various icons for play, volume, and settings.

# Blockchain als Enabler für transparente Supply Chains

Die Blockchain-Technologie ist vor allem durch Ihre Verwendung im Zusammenhang mit Kryptowährungen wie dem Bitcoin bekannt geworden. Das digitale Bezahlssystem basiert auf dem radikalen Konzept, dass Banken und andere etablierte Zahlungsdienstleister nicht mehr zwingend notwendig sind, um Geldbeträge zu versenden.

Die Blockchain-Technologie, als eine Art der Distributed-Ledger-Technologien, bildet jedoch eine Vielzahl weiterer Anwendungsszenarien ab. Die Fähigkeit Transaktionen dezentral auf allen beteiligten Knotenpunkten des Netzwerkes abzuspeichern und diese somit unveränderbar zu dokumentieren, führt insbesondere in globalisierten Supply Chain Netzwerken zu mannigfaltigen Anwendungsszenarien.

Prominente Use Cases für den Einsatz der Blockchain in Supply Chain Netzwerken, bei denen unterschiedliche Partner Daten dokumentieren und austauschen wollen, sind beispielsweise die Authentifizierung von Luxusgütern. Durch eine blockchain-basierte Rückverfolgung von Diamanten, soll so zum Beispiel Blutdiamanten der Marktzugang verweigert werden. Die Blockchain-Technologie hat enormes Potential für die unternehmerische Praxis, weshalb in aktuellen Pilotprojekten unterschiedliche Anwendungsszenarien untersucht und hinsichtlich ihrer Auswirkungen für bestehende Businessprozesse analysiert und bewertet werden. Vielen Unternehmen fehlt jedoch bisher noch das Know-how betreffend dieser neuartigen Technologie, um geeignete Anwendungsfälle zu identifizieren und analysieren. Aus diesem Grund ist es umso wichtiger, dass bereits Studierende mit einem umfassenden und domänen-übergreifenden Wissen zu diesem Thema ausgestattet und von der Universität auf zukünftige Problemstellungen in diesem Bereich vorbereitet werden. Die ersten Vorlesungen zum Thema Blockchain-Technologie im Supply Chain Management sind daher bereits in das Lehrportfolio des LFO aufgenommen worden und auch forschungstechnisch wird das Thema fokussiert. Das Erasmus+ Projekt BlockNet (project-blocknet.eu) beispielsweise adressiert genau diesen Bedarf und entwickelt in europäischer Zusammenarbeit einen interdisziplinären Blockchain- Online-Kurs für Studierende.



## Ansprechpartner:

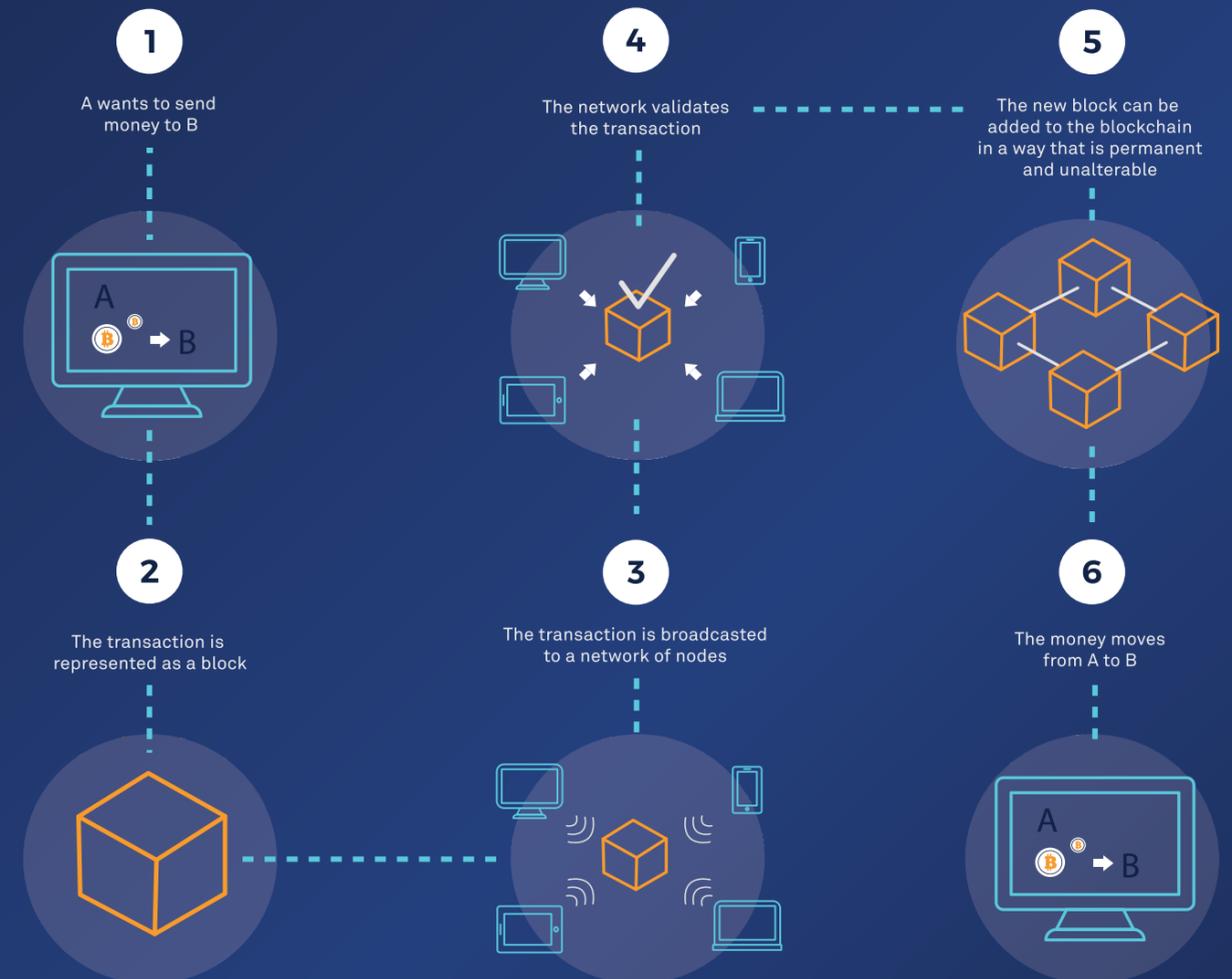
Tan Gürpınar

Tel. (0231) 755 - 6414

Fax (0231) 755 - 5772

E-Mail: [guerpinar@lfo.tu-dortmund.de](mailto:guerpinar@lfo.tu-dortmund.de)

## HOW BLOCKCHAIN WORKS



**Blockchain-basierte  
Finanztransaktionen - Nur eines  
der zahlreichen Anwendungsfelder**

# BlockNet – Interdisziplinäre Ausbildung für Blockchain Technologien

Der LFO entwickelt gemeinsam mit Konsortialpartnern der Universitäten Vilnius (Litauen), Kopenhagen (Dänemark) und Tartu (Estland) einen interdisziplinären Blockchain-Online-Course für Studierende, um sowohl technische Grundlagen zu vermitteln, als auch spezifische Module für die Anwendung der disruptiven Technologie in bestimmten Fachdomänen zu bieten.

Bislang gibt es keinen interdisziplinären Kurs, der Studierenden verschiedener Fachrichtungen Kenntnisse über die Blockchain-Technologie (BCT), deren Anwendungen und Auswirkungen auf das Geschäftsumfeld sowie umfassende Grundkenntnisse vermittelt. Aktuelle Blockchain-Projekte aus der Unternehmenspraxis zeigen, dass Mitarbeiter unterschiedlicher Bereiche und Fachhintergründe kooperieren und interdisziplinär zusammenarbeiten müssen, um neben der technischen Sichtweise auch sicherheitstechnische, betriebswirtschaftliche und rechtliche Aspekte zu berücksichtigen.

Das Projekt greift dabei die paradigmatischen Veränderungen in der Technologielandschaft auf, in der sich die BCT zu einer der vielversprechendsten Innovationen der letzten Jahre entwickelt hat. Feststellbar ist, dass es einen stark wachsenden Bedarf an Experten und Personal mit einem breiten Spektrum an Kompetenzen und Fähigkeiten im Bereich BCT gibt. Die wachsende Zahl von Blockchain-Projekten und die Erwartungen an die Technologie unterstreichen die Notwendigkeit eines umfassenden Verständnisses, wie sich diese neue Technologie auf bestehende Strukturen und Beziehungen im Geschäftsumfeld auswirkt und diese verbessert. Das Projekt wird die europäischen Studierenden auf den operativen Umgang mit der Technologie vorbereiten und ihnen helfen, die Kenntnisse und Fähigkeiten zu erwerben, die sie benötigen, um neue Marktchancen zu nutzen und auf Veränderungen in der Beschäftigungsentwicklung vorbereitet zu sein.



Das Kick-Off des Projektes fand im Oktober in Kaunas (Litauen) statt

Im Rahmen des Projektes wird zunächst eine Analyse durchgeführt, die die Blockchain-Kurse an Universitäten, Unternehmen und Bildungsprogrammen von Verbänden analysiert. Basierend auf den Ergebnissen der empirischen Erhebung werden die gewonnenen Erkenntnisse durch Use Cases mit Unternehmen empirisch validiert, um zum einen die besten Anwendungsfälle für den Einsatz von BCT zu identifizieren und zum anderen die erforderlichen Fähigkeiten und Kompetenzen für die Blockchain-Nutzung zu bestimmen. Aus der Kompetenzbewertung und der Analyse der Use Cases, wird ein didaktisches und organisatorisches Konzept entwickelt, das als Grundbaustein eines SNOCs (Small Network Online Course) fungiert. Im Anschluss daran wird das multimediale Lernmaterial erstellt und ausgewertet. Für die praktische Erprobung wird der

Kurs mit Studierenden der beteiligten Universitäten realisiert, durchgeführt und evaluiert.

Endergebnis dieses Projektes ist ein völlig neues, empirisch validiertes, interdisziplinäres Blockchain-Kompetenzmodell, das durch hochwertige Use Cases aus der Praxis unterfüttert wurde. Darüber hinaus werden didaktische und organisatorische Konzepte entwickelt, die die Umsetzung eines interdisziplinären Lernkonzeptes vorantreiben. Durch die ganzheitliche Betrachtung der Vermittlung der Blockchain-Technologie, gibt es verschiedene Anwendungsbereiche für den SNOC, bspw. im Bereich des Supply Chain Management, der Logistik, der Wirtschaft, der Finanzen sowie der

Informatik. Um die verschiedenen Anwendungen zu systematisieren und das transformative Potenzial zu identifizieren, wird das Projekt wissenschaftlich evaluiert. Das Projekt wird sich auch mit der Erforschung der Effektivität der Technologie befassen.

Analog dazu sollen auch die Kursteilnehmer auf eine interdisziplinäre Zusammenarbeit vorbereitet werden und im Rahmen eines SNOCs, neben der eigenen Fachdomäne, auch die Möglichkeit erhalten Inhalte fremder Disziplinen vermittelt zu bekommen. Der Kick-Off des Projektes fand im Oktober 2018 in Kaunas (Litauen) statt, hier konnte sich das Projektteam kennenlernen und das weitere Vorgehen im Projekt festlegen.

## Blockchain-Lehrveranstaltungen am LFO

Der LFO ist einer der ersten Lehrstühle der TU Dortmund, der Lehrveranstaltungen zum Einsatz der innovativen Blockchain-Technologie und dessen Anwendung im Supply Chain Management anbietet.

Der LFO bietet Blockchain-Lehrveranstaltungen an, um die Potentiale der Technologie im Supply Chain Management zu beleuchten. Die Blockchain-Technologie, welche ihren Aufschwung durch den Bitcoin erfuhr, wird bis heute noch auf ihre Einsatzgebiete im Bereich der Kryptowährungen reduziert. Da aber dessen Anwendung auf viele für die Unternehmenslogistik relevante Bereiche ausgeweitet werden kann, vermittelt der LFO sowohl in den Master-Veranstaltungen „Unternehmenslogistik und Supply Chain Management“ und „Einkauf und Supply Management“, als auch in der Ringvorlesung „IT-Systeme in der industriellen Produktion“, welche als Bachelor-Veranstaltung angeboten wird, Grundlagenwissen, aber auch sinnvolle Anwendungsbeispiele der

innovativen Technologie in Unternehmensnetzwerken. Hervorzuheben ist bei diesem Themengebiet die sehr gute Zusammenarbeit zwischen dem renommierten Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund und dem LFO. Insbesondere die Abteilungen „Einkauf und Finanzen“ des Instituts sowie der Bereich „Supply Chain Management“ des Lehrstuhls arbeiten intensiv an Forschungs- und Industrieprojekten zur Untersuchung der Technologie, sowie dessen Anwendung entlang der Supply Chain und bieten auch die innovativen Vorlesungsmodule zusammen an.

Bild: @Jörg Huhn, TU Dortmund



Projektlaufzeit: 9/2018 - 2/2021

Förderkennzeichen: KA203 – Strategic Partnerships for higher education“ der EU unter dem Project Code: 2018-1-LT01-KA203-047044

Webseite: <http://project-blocknet.eu>



## Industrielle Dienstleistungen und neue Geschäftsmodelle

Produzierende Unternehmen stehen angesichts globalisierter Märkte und einer steigenden Digitalisierung vor vielfältigen Herausforderungen. Die Prozesskomplexität nimmt zu, teilweise sind die Beschaffungsmärkte sehr sprunghaft und der Wunsch des Kunden nach individualisierten Produkten ist groß.

Durch die neu vernetzte Arbeitswelt wird es Unternehmen zunehmend ermöglicht hybride Wertschöpfungssysteme aufzubauen und gemeinsam mit unterschiedlichen Akteuren auf den Markt zu bringen. Diese neuartigen Leistungsbündel, bestehend aus der Verbindung von innovativen Produkten und Dienstleistungen, ermöglichen neuartige Geschäftsmodelle, welche die Potenziale der Digitalisierung aufgreifen, um den steigenden Kundenanforderungen zu begegnen. Die Unternehmen werden von reinen Produkthanbietern zu systematischen Lösungsanbietern. Im Transferprojekt mit dem Unternehmen Thielenhaus wurde untersucht wie genau diese neuen Geschäftsmodelle für das Unternehmen, welche einen hohen Servicegrad miteinander binden, gestaltet werden können.

Das Transferprojekt adressiert die Problematik, dass bereits heute gewaltige Datenmengen von Maschinen in modernen industriellen Intralogistik- und Produktionsanlagen erzeugt, aber kaum genutzt werden. Diese Daten bieten die Möglichkeit in der Instandhaltung eine erhöhte Klarheit über den Zustand von Maschinen, deren andauernden Wartungsbedarf und die Gründe von Störfällen zu bekommen. Somit können

Ausfälle und Störungen prädikativ ermittelt werden und bieten vor allem im Bereich der Instandsetzung große Optimierungspotenziale sowie für Anlagenhersteller die Grundlage für neue industrielle Dienstleistungen. Wie diese Dienstleistungen sowie entsprechende Geschäftsmodelle im Kontext der Instandhaltung entwickelt und umgesetzt werden können, wird den Studierenden am LFO nun durch die neu ausgerichtete Lehrveranstaltung Instandhaltungs- und Servicemanagement vermittelt.

Ein weiteres Projekt im Kontext industrieller Dienstleistungen und neuer Geschäftsmodell ist das Im Innovationslabor: Hybride Dienstleistungen in der Logistik. Hier entwickelt die TU Dortmund mit dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik, gemeinsam technologische Innovationen für eine Social Networked Industry, um vor allem die Mensch-Technik-Interaktion weiterzuentwickeln. Dabei liegt der Fokus des LFO auf der Untersuchung potenzieller Einsatzgebiete innovativer Assistenzsysteme in der Instandhaltung sowie der wirtschaftlichen Umsetzung im Rahmen industrieller Dienstleistungskonzepte.



### Ansprechpartner:

Alexander Michalik

Tel. +49 (231) 755 - 5776

Fax +49 (231) 755 - 5772

E-Mail [michalik@lfo.tu-dortmund.de](mailto:michalik@lfo.tu-dortmund.de)



### Ansprechpartner:

Max Austerjost

Tel. +49 (231) 755 - 5765

Fax +49 (231) 755 - 5772

E-Mail [austerjost@lfo.tu-dortmund.de](mailto:austerjost@lfo.tu-dortmund.de)



# Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik

**Wie wird verantwortliches und zielgerichtetes Handeln in der Interaktion zwischen Mensch und Maschine in Zukunft aussehen welche innovativen Dienstleistungen werden daraus entstehen? Diese und weitere Fragen behandelt das Forschungsprojekt „Innovationslabor Hybride Dienstleistungen in der Logistik“, in dessen Rahmen der LFO im Bereich Instandhaltung und hybride Geschäftsmodelle mitarbeitet.**

Das Projekt zielt auf die sozio-technische (Weiter-)Entwicklung fortgeschrittener Prozess- und Dienstleistungsinnovationen mit dem Fokus auf Mensch-Maschine-Interaktion und deren nachhaltige Integration in die deutsche Produktions- und Logistik-Arbeitswelt. Hierfür werden in einem eigens dafür aufgebauten Innovationslabor Ergebnisse anhand von konkreten Anwendungsfällen in den Bereichen Intralogistik, Produktion, Instandhaltung und Transportlogistik in die unternehmerische Praxis überführt. Die Ergebnisse bilden die Entwicklungsgrundlage für innovative hybride Geschäftsmodelle in Kooperation mit zahlreichen Unternehmen.

Der LFO untersucht in diesem Kontext die Auswirkungen von Digitalisierung und Vernetzung auf industrielle

Geschäftsmodelle. Daraus sollen neue Ansätze für den Umgang mit Informationen, den Einsatz innovativer Technologien und die hybride Geschäftsmodellentwicklung hervorgehen. Im Sinne eines sozio-technischen Systems werden die Potenziale der Digitalisierung mit Hilfe von Demonstratoren veranschaulicht, welche darauf ausgerichtet sind den Menschen auch in seinem zukünftigen Arbeitsumfeld zu unterstützen und Informationen bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen.

In diesem Zuge wurde in Kooperation mit der Augmentsys Deutschland GmbH, dem Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML sowie „Digital in NRW – Das Kompetenzzentrum für den Mittelstand“ die technologische Grundlage für Augmented Reality (AR) basierte Assistenzsysteme in der Instandhaltung

entwickelt. Zum anderen befindet sich aktuell ein weiterer mobiler Demonstrator für Predictive Maintenance, also der zustands- und prognoseorientierten Instandhaltung, in der Entwicklung. Das langfristige Ziel ist es die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologien aufzuzeigen und dadurch die Skepsis im industriellen Einsatz abzubauen.

Im Innovationslabor ist dafür die Demonstration am Beispiel eines Intralogistiksystems vorgesehen, dem Logistics Condition Monitoring Technologies-Laboratory (LoCoMo-TecLab). In Form von sogenannten „Serious Games“ können Interessierte die Technologien und den Mehrwert einer sozio-technischen Sichtweise selbst erleben: In einem spielerischen Umfeld wird ein Stör- bzw. Ausfallszenario simuliert, das mit Hilfe der AR-Anwendung zu beheben ist. Unabhängig vom Vorwissen der Partizipanten werden diese mittels AR dazu befähigt, selbstständig Instandhaltungsaufgaben zu lösen. Des Weiteren zeigt der Predictive Maintenance Demonstrator spielerisch auf, wie eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung im Kontext der Instandhaltung umgesetzt werden kann.

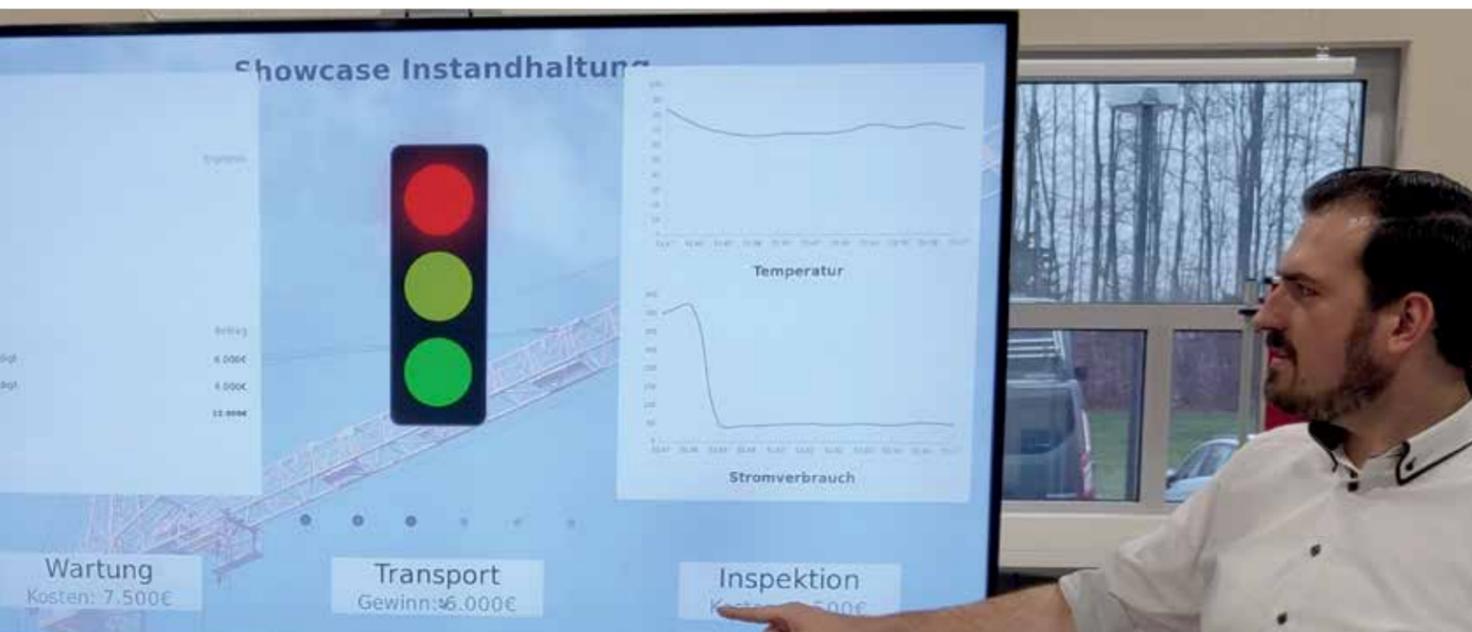
Im Rahmen des Kompetenzzentrums „Digital in NRW“ wurden Workshops durchgeführt, bei denen sich Interessierte im Virtual Reality Lab Supply Chain Management (VR LAB SCM) des Fraunhofer IML von den Potenzialen für die Instandhaltung selbst überzeugten.

Erstmals wurde die Neuentwicklung des Predictive Maintenance Demonstrators während des Zukunftskongresses 2018 in Dortmund erprobt. Die Erkenntnisse hieraus fließen unter anderem in die Weiterentwicklung und Integration der LoCoMo-TecLab Anlage.

Für Unternehmen bietet die Teilnahme an denen vom Innovationslabor ausgeschriebenen Transferprojekten eine attraktive Möglichkeit zur Kooperation. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen werden dabei unterstützt hybride Geschäftsmodelle zu entwickeln und diese erfolgreich am Markt zu platzieren. Der LFO entwickelte bspw. gemeinsam mit einem mittelständischen Anlagenehrsteller neue Konzepte zur Entwicklung hybrider Geschäftsmodelle. Die Erkenntnisse aus dieser sechsmonatigen Zusammenarbeit mündeten in einem praxistauglichen Leitfaden und bildeten die Grundlage für internationale Publikationen.

Neben dem LFO sind weitere Partner des Innovationslabors zu nennen: Das Fraunhofer IML in Dortmund und die Technische Universität Dortmund mit der Fakultät Maschinenbau sowie dem Forschungsgebiet Industrie- und Arbeitsforschung. Darüber hinaus sind zahlreiche Netzwerkpartner in die Forschungsarbeit eingebunden. Der LFO baut in den beschriebenen Initiativen seine Kompetenz in den Bereichen Instandhaltung und Hybride Geschäftsmodelle weiter aus und erweitert diesbezüglich sein Forschungs- und Lehrportfolio.

Alexander Michalik bei der Erläuterung von innovativen Technologien für industrielle Dienstleistungen



## Veröffentlichungen

Michalik, A.; Förster, F.; Besenfelder, C. (2018): Datenbasierte Geschäftsmodelle - Weshalb es dabei nicht um noch mehr Daten geht. In: 35. Deutscher Logistik-Kongress (17.-19.10.2018), Kongressband, Bundesvereinigung Logistik (BVL), S. 325-344

Michalik, A., Möller, F., Henke, M., Otto, B. (2018): Towards utilizing Customer Data for Business Model Innovation: The Case of a German Manufacturer. In: 10th CIRP IPS<sup>2</sup> Conference, Linköping, Schweden (29.-31.05.2018), S. 310-316

Michalik, A., Förster, F. (2018): Vom Hersteller zum Lösungsanbieter - Predictive Maintenance als Schlüssel für hybride Geschäftsmodelle. In: Jahrbuch Instandhaltungstage 2018, S. 140-143



Förderkennzeichen LiDo: 02P16Z201

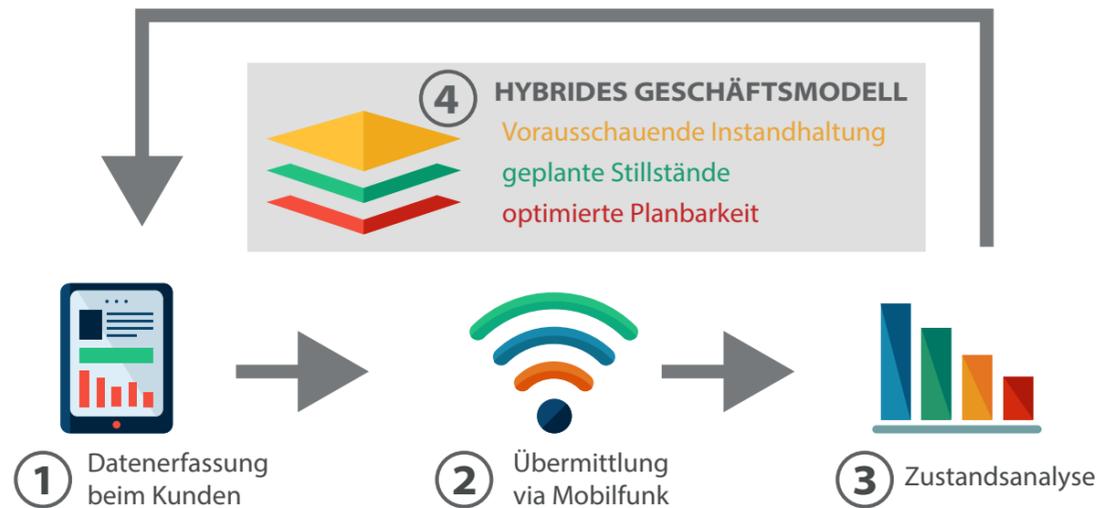
Laufzeit Lido: 01.07.2016 bis: 30.06.2019 (Verlängerung bis 31.12.2020)

Webseite: [www.innovationslabor-logistik.de](http://www.innovationslabor-logistik.de)



# Transferprojekt - Entwicklung hybrider Geschäftsmodelle

Maschinen- und Anlagenbauer sehen sich im Zuge der Globalisierung mit neuen Herausforderungen konfrontiert, die ein Umdenken vom klassischen Herstellerverständnis zum umfassenden Lösungsanbieter notwendig machen – Stichwort: prädiktive Instandhaltung.



Gemeinsam mit dem Fraunhofer IML haben Mitarbeiter des Arbeitsfelds IH&SM in einem Transferprojekt (Dauer: 6 Monate) auf der Basis eines Tools zur Auswertung von Maschinendaten ein hybrides Geschäftsmodell für den industriellen Service entwickelt. Anwendungspartner des Projekts war der Maschinen- und Anlagenbauer Thielenhaus Technologie aus Wuppertal.

Die entsprechenden Handlungsempfehlungen wurden zu einer Roadmap verknüpft, die aufzeigt wie gesteckte Ziele im Zusammenhang mit hybriden Dienstleistungen zu erreichen sind. Diese unternehmensspezifi-

schen Handlungsempfehlungen reichen weit über den Zeitraum des Transferprojekts hinaus. Der erste identifizierte Schritt der Standardisierung von relevanten Prozessen bei der Thielenhaus GmbH wurde als sinnvoll und wirtschaftlich bewertet. Das Unternehmen kann auch im Anschluss des Transferprojekts die erarbeiteten Werkzeuge und Handlungsempfehlungen nutzen, um innovative Dienstleistungen zu entwickeln. Das Vorhaben fand im Rahmen des Verbundprojekts Innovationslabor – Hybride Dienstleistungen in der Logistik statt.

## Runder Tisch Instandhaltung

Das Team des LFO-Arbeitsfelds IH&SM ist weiter aktiver Partner im Runden Tisch der Instandhaltung des Fraunhofer IML. Das Ziel des Runden Tisches der Instandhaltung ist die Zusammenführung von Instandhaltungsexperten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Fachverbänden, um gemeinsam die Entwicklung der Instandhaltung zu einer zukunftsfähigen Smart Maintenance voranzutreiben.

In regelmäßigen Abständen werden neueste technologische und wissenschaftliche Erkenntnisse vorgestellt und diskutiert sowie Anforderungen an die Smart Maintenance gemeinsam erarbeitet und erörtert. Dabei sorgt die interdisziplinäre Vereinigung von Unternehmensvertretern und Forschern für eine Betrachtung der Themen aus verschiedenen Blickwinkeln. Auf diese Weise entstehen anwendungs- und bedarfsorientierte Handlungsempfehlungen und Projekte für alle beteiligten Partner als Beitrag zur Befähigung der Smart Maintenance als ein entscheidender Baustein für den

zukünftigen Erfolg der Industrie. Ein erster zentraler Meilenstein des Runden Tisches der Instandhaltung war die Unterstützung bei der Erstellung und Veröffentlichung der acatech-Position „Smart Maintenance für Smart Factories“, um die Position der Instandhaltung gegenüber der Politik zu kommunizieren und ihre Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Deutschland aufzuzeigen. Für 2019 steht die Veröffentlichung einer acatech-Studie zum Thema „Smart Maintenance – Vom Status quo zur Zielvision“ auf der Agenda.

## InstandhaltungsForum 2019

Vom 22. bis zum 23. Mai 2019 fand das 18. InstandhaltungsForum des Lehrstuhls für Unternehmenslogistik und des Fraunhofer IML in Dortmund statt. 115 Teilnehmer folgten der Einladung von Prof. Michael Henke, um in spannenden Vorträgen die Zukunft der Instandhaltung aus unterschiedlichsten Blickwinkeln zu durchleuchten.

Der thematische Schwerpunkt „Fit for Smart Maintenance“ erwies sich als Thema nahe am Puls der Zeit: Die Smart Maintenance ist kein Zukunftsgedanke mehr, sondern ein ganz wesentlicher Treiber für die digitale Transformation vieler Unternehmen. Dieser Konsens wurde in 14 Vortragsessions mit insgesamt 39 Referenten bestätigt. Hochrangige Industrievetreter präsentierten Anwendungen und Beispiele aus Themenfeldern wie „Innovative Services“, „Blockchain“, „Predictive Analytics“ und „Additive Fertigung“ im Kontext der Instandhaltung. Zu diesen und weiteren Themen bildeten die Beiträge der anwesenden Wissenschaftler eine ideale Ergänzung. Besonderes Highlight war die Vorstellung erster Ergebnisse des von Prof. Henke geleiteten Verbundprojekts „Smart Maintenance – Der Weg vom Status quo zur Zielvision“. Das durch die Akademie der Technikwissenschaften geförderte Projekt gibt Aufschluss über den gegenwärtigen Reifegrad bisheriger Bemühungen eine intelligente Instandhaltung in der Praxis zu etablieren und skizziert das Zukunftsbild einer Smart Maintenance für die Praxis. In einer veranstaltungsbegleitenden Online-Umfrage bestätigten die Besucher des InFo 2019 die vorgestellten Ergebnisse. Weiteres Highlight waren die Keynote-Vorträge von Prof. ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML und Prof. Morik, Leiterin des Lehrstuhls für Künstliche Intelligenz der TU Dortmund. Sie machten eindrucksvoll deutlich, welche bedeutsame Rolle der Instandhaltung im Zuge einer biointelligenten

und von künstlicher Intelligenz geprägten Wertschöpfungs-Zukunft einnimmt.

Die umsetzungsorientierten und praxisnahen Beiträge des InFo 2019 wurden in einem Tagungsband veröffentlicht, welcher öffentlich zugänglich zum Download bereitsteht. Den Link zum Tagungsband sowie einige Impressionen finden Sie auf der Projekthomepage: [www.info2019.de](http://www.info2019.de)



Programmbuch Instandhaltungsforum 2019

Für ihre Unterstützung beim 18. InstandhaltungsForum bedanken wir uns recht herzlich bei der Gesellschaft der Freunde der Universität Dortmund e.V. und Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V. !

Besonderer Dank gilt weiter den Referenten, Autoren sowie zahlreichen Helfern vom Lehrstuhl für Unternehmenslogistik und dem Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik.

Bilder InFo 2019



Webseite: [www.imal.fraunhofer.de/de/abteilungen/b2/anlagenmanagement/auftritte/instandhaltungsforum2019.html](http://www.imal.fraunhofer.de/de/abteilungen/b2/anlagenmanagement/auftritte/instandhaltungsforum2019.html)

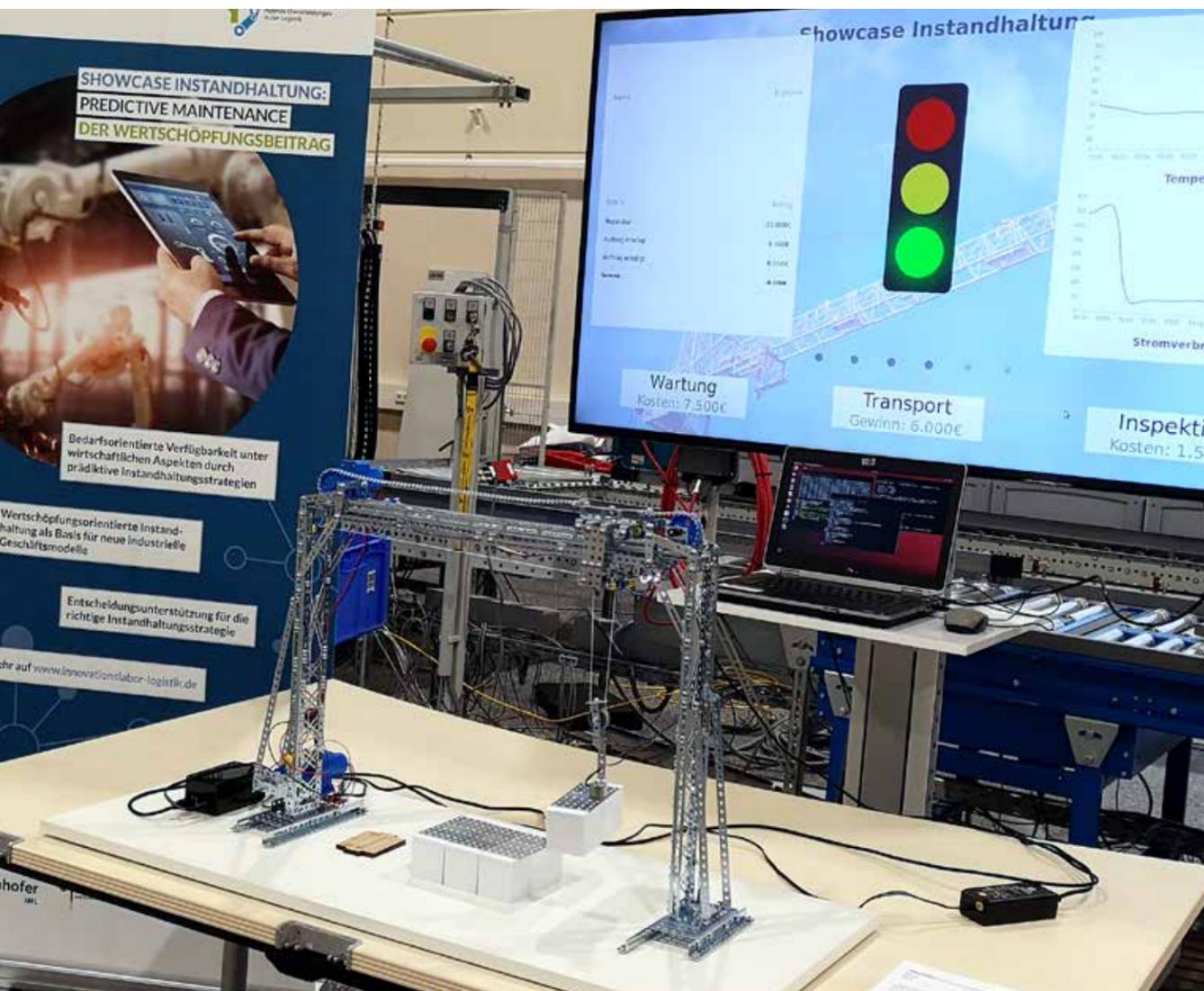
## Demonstrator prädiktive Instandhaltung

Die prädiktive Instandhaltung findet in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IML und dem LFO auch in einem neuen Demonstrator im Verbundprojekt „Innovationslabor – Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ einzug.

In einer spielerischen Umgebung wird der Mensch in die Rolle eines Instandhalters versetzt, welcher auf Basis von Zustandsdaten sowie prädiktiven Analyseverfahren wirtschaftlich sinnvolle Entscheidungen zu treffen hat. Die spielerische Umsetzung basiert auf einem Modell-Portalkran, der miniaturisierte Container befördert. Das erfolgreiche Transportieren eines Containers symbolisiert einen Produktionsauftrag. Der Spieler hat über ein Human-Webinterface die Möglichkeit, zwischen Handlungsalternativen zu wählen (u.a. Auftragsdurchführung, Instandhaltung, Inspektion), jedoch ohne Kenntnis über die momentane Ausfallwahrscheinlichkeit. Ziel ist es, sechs Aufträge unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit erfolgreich auszuführen. Der Instandhalter ist dabei gefordert abzuwägen, ob er einen weiteren Auftrag annimmt und

dabei den Totalausfall der Anlage riskiert, oder zuvor Wartungsarbeiten durchführen lässt. In einer zweiten Runde sind ebenfalls sechs Aufträge durchzuführen. Hier wird jedoch die Ausfallwahrscheinlichkeit und eine wirtschaftlichkeitsorientierte Empfehlung ausgesprochen, um eine Entscheidung zu unterstützen. Im Rahmen des Zukunftskongresses 2018 konnten die erwirtschafteten Beträge der jeweiligen Spielrunden mit und ohne Assistenzsystem gegenübergestellt werden. Erwartungsgemäß haben die Erträge der zweiten Runde diejenigen der ersten Runde um ein Vielfaches übertroffen. Eine derartige Ertragssteigerung rechtfertigt nun die Anschaffung eines Assistenzsystems und demonstriert die Wirtschaftlichkeit einer prädiktiven Instandhaltung.

*Demonstrator im Innovationslabor: Technologien für die prädiktive Instandhaltung selbst erleben*



## Neuausrichtung Instandhaltungs- und Servicemanagement

Im Zuge der Reakkreditierung der Fakultät Maschinenbau zum Wintersemester 2019/20 wird auch der Fachbereich Instandhaltungs- und Servicemanagement seine Lehrinhalte an die Herausforderungen der zunehmenden Digitalisierung anpassen.

Das vormalige Modul Instandhaltungsmanagement wird in diesem Zuge thematisch und inhaltlich überarbeitet und als Modul Instandhaltungs- und Servicemanagement fortgeführt. Fokussiert wird dadurch eine ganzheitliche Sichtweise der Verfügbarkeits- und Zuverlässigkeitsrelevanten Unternehmensaktivitäten. Im ersten Veranstaltungsteil (Instandhaltungsmanagement) werden die methodischen Grundlagen der Instandhaltung komplexer Produktions- und Logistiksysteme behandelt. Der zweite Veranstaltungsteil (Servicemanagement) behandelt ferner die methodischen Grundlagen zur Entwicklung und Organisation industrieller Dienstleistungen. Es werden Methoden von der Ideenfindung bis zur Realisierung von industriellen Dienstleistungen und industriellen Produkt-Service-Systemen, mit der Instandhaltung im Fokus, thematisiert.

Durch den Einsatz innovativer Methoden (u.a. angelehnt an den Flipped Classroom-Ansatz) werden die Studierenden in die Lage versetzt, ihren Lernprozess aktiv zu gestalten und zu reflektieren, gelernte Ansätze des Instandhaltungs- und Servicemanagements zu diskutieren sowie Methodenwissen beispielhaft

anwendungsorientiert zu vertiefen und anzuwenden. Zur weiteren Kompetenzentwicklung wird die begleitende Übung in Form einer Fallstudie durchgeführt. Theoretische Inhalte finden hier anhand konkreter Praxisbeispiele Anwendung und Studierende schulen durch die Beantwortung von praxisinduzierten Fragestellungen ihre Entscheidungskompetenz und Managementfähigkeiten. Übergeordnetes Ziel der Veranstaltung ist es, ein vertieftes Verständnis für die Funktionen und Prozesse des Instandhaltungs- und Servicemanagements zu schaffen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden im Zuge der Veranstaltung befähigt innerbetriebliche Instandhaltungsprojekte zu managen und die betriebliche Instandhaltungsplanung sowie –organisation selbstständig zu analysieren und zu gestalten. Gleichzeitig werden durch die Vermittlung von Wissen für die Entwicklung und das Management von technischen, systembegleitenden Services mit Instandhaltungs-Fokus sowie einer beispielhaften Anwendung des Erlernten im Rahmen der Fallstudien die Kompetenzen für das Zusammenspiel von Instandhaltungs- und Servicemanagements komplettiert.

## Preisverleihung Florian Denter

Der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW) hat am 23. Oktober 2018 im Rahmen der gat|wat 2018 in Berlin herausragende akademische Arbeiten in den Bereichen Gas und Wasser prämiert.

DVGW-Vizepräsident Jörg Höhler und -Vizepräsident Wasser, Dr. Dirk Waider, nahmen die Ehrung der Nachwuchskräfte vor. Eine der begehrten Auszeichnungen konnte Florian Denter in Empfang nehmen. Florian Denter verfasste seine Masterarbeit mit dem Titel „Systematik zur kostenorientierten Instandhaltung von Bioerdgasanlagen“ am Lehrstuhl für Unternehmenslogistik und wurde von Univ.- Prof. Dr. habil. Michael Henke und Maximilian Austerjost, M.Sc. betreut.

Die entwickelte Systematik zielt auf die Sicherstellung des Betriebs von Bioerdgasanlagen ab und lässt sich unabhängig von Anlagengröße und Betreiberstruktur anwenden. Die praktische Anwendung dieser Systematik ermöglicht eine kostenorientierte Instandhaltung, welche die Ausnutzung des Abnutzungsvorrates und das Risiko eines spontanen Ausfalls einer Einheit gegeneinander abwägt. Durch die konkreten Veränderungen der Instandhaltung werden Kosten gesenkt, was wiederum die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen steigert. Diese gesteigerte Wirtschaftlichkeit dient somit der

Umsetzung einer kosteneffizienten Energiewende. Die von Herrn Denter entwickelte Systematik wurde am Beispiel der E.ON Bioerdgas GmbH validiert.



*Florian Denter (rechts) bei der Überreichung des DVGW-Studienpreises in Berlin mit weiteren Preisträgern*

## Veränderung von Wertschöpfungsketten durch Additive Fertigung

Die immer weiterreichende Verbreitung von additiven Fertigungstechnologien in vielen Unternehmen beeinflusst auch die Ausgestaltung von Wertschöpfungsketten entlang von strategischen Supply Chains. Der LFO beschäftigt sich intensiv mit der Thematik und legt dabei ein besonderes Augenmerk auf die prozessuale Integration dieser neuen Fertigungstechnologie, in Unternehmen selber, aber auch in größeren Wertschöpfungsnetzwerken. Durch die Integration von additiver Fertigung verändern sich zum einen Prozesse rund um die Fertigungsumgebung in einem Unternehmen, aber auch Kompetenzen von Beschäftigten und organisatorische Veränderungen müssen berücksichtigt und für eine effiziente Technologieintegration im Vorfeld geplant werden. Denn es gibt viele Vorteile, welche durch die effiziente Ausgestaltung von Prozessen rund um die additive Fertigung erhebliche Wettbewerbsvorteile, vor allem für KMU, bieten.

Kleine Losgrößen, individuell anpassbarer Produkte mit der Möglichkeit hochkomplexe Strukturen wirtschaftlich zu fertigen klingt im ersten Moment wie eine Utopie aus ferner Zukunft. Allerdings vereint die Technologie der additiven Fertigung gerade diese und noch viele weitere Eigenschaften einer leistungsfähigen Produktionstechnologie. Wo subtraktive Verfahren durch Konstruktionsrestriktionen und teure Werkzeugwechsel in Schwierigkeiten geraten, lohnt sich oft die Überlegung auf die additive Fertigung umzusteigen. Der Vorteil dieser Technologie liegt nicht nur in dem Produktionsvorgang selber begründet, auch die Möglichkeit Bauteile durch das Versenden der Druckdatei an jedem beliebigen Bedarfsort zu replizieren eröffnet neue Geschäftsprozesse, was die Versorgung von Produktionsanlagen mit dringenden Ersatzteilen betrifft. Denn im Gegensatz zu subtraktiven Verfahren muss hier kein teures Werkzeug oder ein Kapital bindendes Ersatzteillager vorgehalten werden. Gerade im Netzwerk mit anderen Unternehmen entlang einer Supply Chain können die Vorteile der additiven Fertigung, durch Verteilung der 3D-Druck Kapazitäten, multipliziert werden.

Um diese Vorteile zusammen mit Unternehmen auszuschöpfen hat der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik verschiedenen Projekte initiiert und bindet die Ausbildung von Studierenden in dem Bereich der additiven Fertigung konsequent in seine Lehre mit ein.



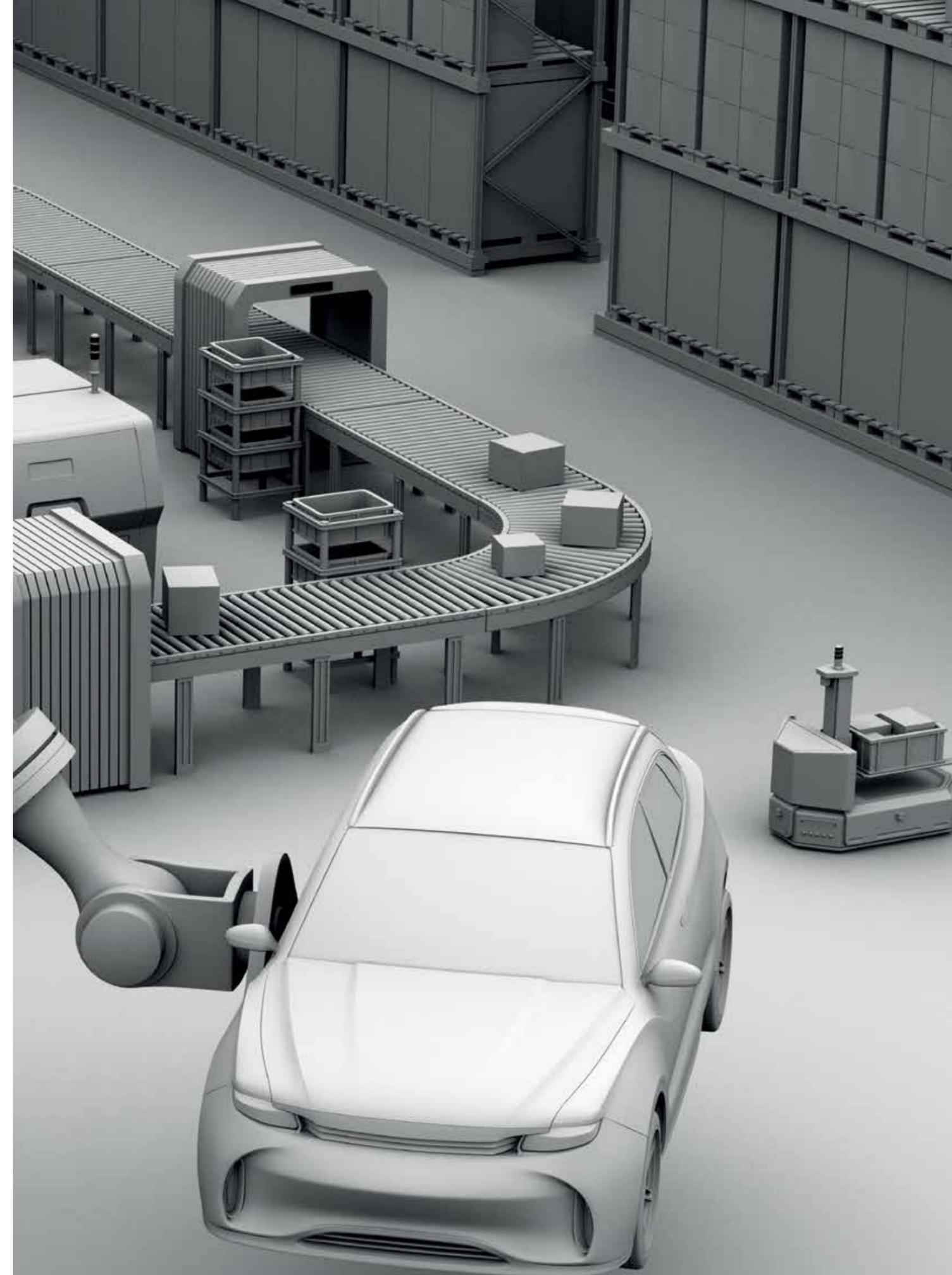
### Ansprechpartnerin:

Stephanie Niehues

Tel. (0231) 755 - 5706

Fax (0231) 755 - 5772

E-Mail: [niehues@lfo.tu-dortmund.de](mailto:niehues@lfo.tu-dortmund.de)



## Kompetenzgruppe 3D-Druck

Um das übergreifende Know-how im Bereich der Additiven Fertigung am Logistikstandort Dortmund zu bündeln, wurde 2018 die Kompetenzgruppe 3D-Druck ins Leben gerufen.

Die Kompetenzgruppe 3D-Druck besteht aus Beschäftigten des Fraunhofer IML und des LFO. Durch die abteilungsübergreifende Zusammenarbeit wird das Themenfeld um die Additive Fertigung strategisch vorangetrieben. Ebenso ist die Kompetenzgruppe in der Lage qualifizierte Forschungsanträge und neue Leistungsangebote zu generieren.

Für die Unternehmenslogistik mit ihren Betrachtungsebenen SupplyChain, Fabrik und System ergeben sich für den 3D-Druck eine Vielzahl von Anwendungsfelder, die durch die Kompetenzgruppe adressiert werden sollen. Zu den Forschungsschwerpunkten der Kompetenzgruppe gehören die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit Additiver Fertigungsszenarien, die produktionstechnische Planung und Steuerung der Additiven Fertigung sowie die organisatorische Integration der Technologie.

Das Management vieler Unternehmen entscheidet in einen 3D-Drucker zu investieren, um den „Trend“ Additive Fertigung nicht zu verpassen. Ohne eine gleichsamer Entwicklung der produktionsorganisatorischen und betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen für eine effiziente Additive Fertigung, verpuffen die Potenziale der Technologie. Dies hat zur Folge, dass die Anschaffung nur

wenig genutzt und als Fehlinvestition eingestuft wird. Als Folge wird das Thema 3D-Druck im Unternehmen mit Skepsis betrachtet. Um hier entgegen zu wirken und die Additive Fertigung erfolgreich in vorhandene Unternehmensstrukturen zu implementieren muss daher ein Implementierungsprozess (s. Abb. rechts) befolgt werden.

3D-Druck bietet gerade im Bereich der individualisierten Produkte, der Ersatzteilerfertigung oder bei der Fertigung von geringen Losgrößen auch für kleine und mittlere Unternehmen viele Vorteile. Um das Thema 3D-Druck zu einer Erfolgsgeschichte zu machen erforscht die Kompetenzgruppe 3D-Druck zusammen mit interessierten Unternehmen unter anderem verstärkt den kritischen Punkt der Implementierungsphase.



### Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Christoph Besenfelder  
Forschungsmanager

Tel. (0231) 755 - 5775  
Fax (0231) 755 - 5772

E-Mail: besenfelder@lfo.tu-dortmund.de

Die bisherigen Veröffentlichungen und Vorträge die im Rahmen der Kompetenzgruppe entstanden sind, sind nachfolgend aufgeführt:

### Veröffentlichungen

Besenfelder, C.; Niehues, S.; Pracht, H. (2019): 3D-Druck implementieren - Die Frage nach dem Was und nach dem Wo. IT & Production - 3D-Druck in der Supply Chain - eine Frage der Implementierung - Sonderteil Supply Chain Management (SCM) In Veröffentlichung: Zukunftsperspektiven der Additiven Fertigung - ZWF (2018) 9

Besenfelder, C.; Niehues, S.; Pracht, H. (2018): 3D-Druck ist keine Spielerei! In: Logistik Heute (06/18).

Besenfelder, C.; Niehues, S.; Wortmann, B.; Pracht, H. (2018): Integration additiver Fertigungstechnologien. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb: Vol. 113, No. 1-2, pp. 64-66.

### Vorträge

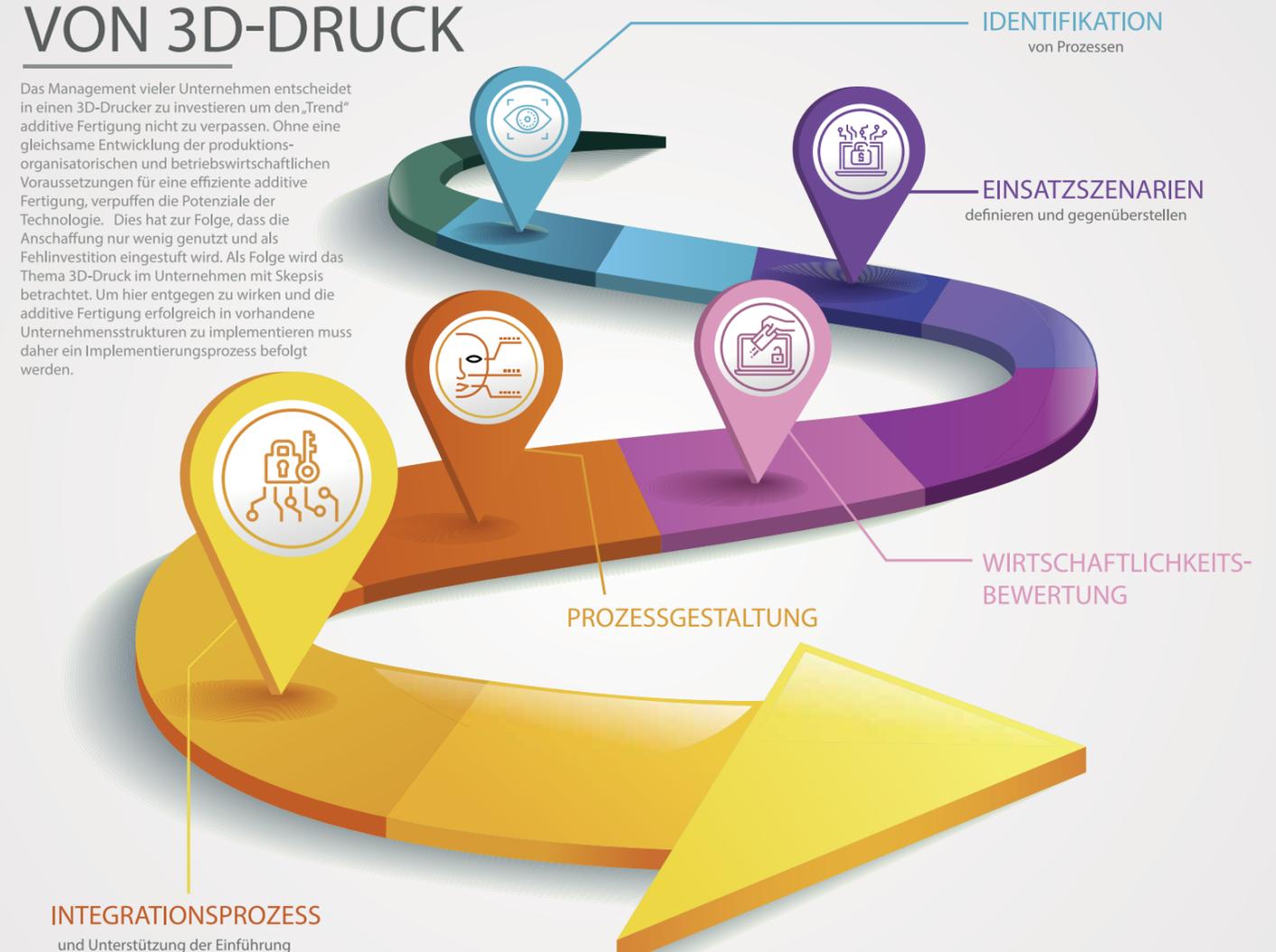
Besenfelder, C.: HOLM-Kaminabend zum Thema „Additive Fertigungsverfahren“ 13.06.2018

Austerjost, M.; Besenfelder, C. (2016): Wissensbasierte Instandhaltung durch Unternehmenskollaboration. Aachener Kolloquium für Instandhaltung, Diagnose und Anlagenüberwachung (AKIDA), 15.-16. November 2016, Aachen.

# Know-how bündeln

## IMPLEMENTIERUNG VON 3D-DRUCK

Das Management vieler Unternehmen entscheidet in einen 3D-Drucker zu investieren um den „Trend“ additive Fertigung nicht zu verpassen. Ohne eine gleichsamer Entwicklung der produktionsorganisatorischen und betriebswirtschaftlichen Voraussetzungen für eine effiziente additive Fertigung, verpuffen die Potenziale der Technologie. Dies hat zur Folge, dass die Anschaffung nur wenig genutzt und als Fehlinvestition eingestuft wird. Als Folge wird das Thema 3D-Druck im Unternehmen mit Skepsis betrachtet. Um hier entgegen zu wirken und die additive Fertigung erfolgreich in vorhandene Unternehmensstrukturen zu implementieren muss daher ein Implementierungsprozess befolgt werden.



# IT'S Digitiv – Sicherer 3D-Druck in Dienstleistungsnetzwerken

3D-Druck gilt als eine der Technologien die zur Umsetzung der Industrie 4.0 stark beitragen werden. Durch die Fertigung von individualisierten Produkten bei höchster Bauteilflexibilität entstehen völlig neue Wertschöpfungsmodelle und -möglichkeiten. Um das ganze Potential dieser Technologie auszuschöpfen, vor allem für KMU, ist die Nutzung von 3D-Druck-Dienstleistungsnetzwerken, in denen Dienstleister und Nachfrager zusammen agieren können, notwendig. Serviceprozesse wie die industrielle Instandsetzung können in solchen Netzwerken von der Beschaffung spezifischer additiv hergestellter Ersatzteile, sehr kurzen Abwicklungszeiten und einer Ortsunabhängigkeit der Produktion profitieren.



Voraussetzung für die Realisierung entsprechender Netzwerke ist ein funktionsfähiger und sicherer, kooperativer Auftragsabwicklungsprozess zwischen Kunden, 3D-Druckzentren, Instandhaltungsdienstleistern, Herstellern sowie Plattformbetreibern in einem offenen Servicenetz. Ein solcher Auftragsabwicklungsprozess ist bislang weder vollständig beschrieben noch existiert eine adäquate und vor allem sichere IT-Infrastruktur zur Absicherung von sensiblen Daten, die eine derartige Wertschöpfung im Serviceverbund erlaubt. Insbesondere auf Seiten von innovationstarken KMU bestehen hier viele Vorbehalte bezüglich Fragen der IT-Sicherheitstechnik und der Produktgewährleistung,

sowohl im Hinblick auf Datenschutz als auch auf Datensicherheit.

Im EFRE-Forschungsprojekt des LFOs „ITS DIGITIV – Sichere digitale Auftragsabwicklung für den produktiven Einsatz von 3D-Druck in Wertschöpfungsketten“ wird deshalb eine Plattform entwickelt, die eine sichere Austauschplattform von Daten und Diensten darstellt. Entscheidend für die Realisierung der Potenziale eines solchen Netzwerks ist in erster Linie ein sicherer und vertrauenswürdiger Auftragsabwicklungsprozess zwischen allen Partnern der Wertschöpfungskette. Auf Grundlage einer STRIDE-Analyse, welche mögliche Bedrohungen für das Plattform-Ökosystem identifiziert, wird im Projekt ein Schutzkonzept entwickelt und prototypisch umgesetzt.

Um den Schutz des geistigen Eigentums und vor allem der 3D-Druckdaten zu gewährleisten wird die Druck- und Instandsetzungsdienstleistung über die Plattform abgewickelt. Der ausgewählte Anbieter des 3D-Druckservices soll nicht in der Lage sein, über den Auftrag hinaus mehr Exemplare eines Ersatzteils zu erzeugen oder dies baulich zu verändern. Die Bauteildaten werden bereits verschlüsselt in einem virtuellen Lager der Plattform hinterlegt, sodass die Hürde eines Abgriffs der Daten möglichst hoch ist.

## Veröffentlichungen:

Austerjost, M.; Niehues, S.; Sturm, M.; Kiklhorn, D.; Witte, A.; Klima, D. (2019): Additive Fertigung in der Instandhaltungslogistik. In: Werkstoffe p. 25f.

Niehues, S.; Berger, L.; Henke, M. (2018): Additive Manufacturing in Supply Chains – The Future of Purchasing Processes. In: HICL Proceedings – Logistics 4.0 and Sustainable Supply Chain Management – Innovative Solutions for Logistics and Sustainable Supply Chain Management in the Context of Industry 4.0: p. 79

Niehues, S.; Austerjost, M.; Wortmann, B. (2018): Dezentrale Ersatzteilversorgung durch digitale Plattformen auf Basis additiver Fertigung. In: Jahrbuch Instandhaltungstage 2018: pp. 127-130.

Austerjost, M.; Besenfelder, C.; Niehues, S.; Wortmann, B. (2017): 3D-Druck-Serviceplattform in der Instandhaltung – Sichere digitale Auftragsabwicklung für den produktiven Einsatz von 3D-Druck in Wertschöpfungsketten. In: ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, Vol. 112, No. 11, pp. 745-747.

# BELFOR Herbstseminare München

Am 25.09 und 26.09 2018 war Stephanie Niehues zu Besuch in München bei den jährlich stattfindenden Herbstseminaren der BELFOR Deutschland GmbH.

Zusammen mit Marcus Schnell von der BELFOR DeHaDe GmbH, einem Maschineninstandhaltungsunternehmen, berichtete sie vom Forschungsprojekt IT'S DIGITIV welches gemeinsam mit anderen Partnern durchgeführt wird. In ihrem Vortrag konnte sie erörtern welche Ersatzteilszenarien für den 3D-Druck sinnvoll in Frage kommen und welche typischen Herausforderungen mit dem 3D-Druck von Bauteilen einhergehen. Aber auch welche Branchen und Industriezweige den 3D-Druck heute schon sinnvoll einsetzen und was andere Unternehmen davon adaptieren und lernen können.

Am zweiten Seminartag war der 3D-Drucker des Lehrstuhls vor Ort in Aktion zu sehen und Stephanie Niehues konnte neben einer Live Vorführung alle aufkommenden Fragen rund um das Thema 3D-Druck ausführlich beantworten.



Stephanie Niehues, Foto: Vor-Ort-Foto / Stephan Goerlich

Auf der höchsten Sicherheitsstufe dem sogenannten „Crypto-Print Prozess“ werden die Daten direkt an den 3D-Drucker des Netzwerkpartners gesendet, so wird vermieden, dass die Bauteildaten vor dem Druckprozess von Hand kopiert oder verändert werden. Durch das Auswählen verschiedener Sicherheitsstufen, angefangen vom standardisierten Basisschutz bis hin zum sichersten Verfahren, dem „Crypto-Print“, entscheiden die Plattformnutzer selbst wie sensibel ihre Daten behandelt werden sollen.

Neben der Plattform und dem 3D-Drucker kann auch das herzustellende Ersatzteil dazu beitragen Produktpiraterie zu verhindern. So wird die Plattform auch die Option einer physischen Kennzeichnung des Bauteils während des Druckprozesses ermöglichen. Beispielsweise kann während des Drucks ein QR-Code oder eine eindeutige Seriennummer auf das Bauteil aufgebracht

werden, dieses Identifikationsmerkmal wird über die Plattform in einer Blockchain abgespeichert. So kann im Nachgang das Bauteil, über sein Identifikationsmerkmal, eindeutig identifiziert werden und weitere Informationen, wie bspw. Hersteller oder Druckdatum abgerufen werden.

Mit diesem Forschungsvorhaben baut der LFO seine Kompetenz im Bereich des 3D-Drucks weiter aus und erweitert ebenso sein Forschungs- und Lehrportfolio in diesem Bereich. Das Projektkonsortium besteht aus den drei Forschungseinrichtungen Lehrstuhl für Unternehmenslogistik LFO der TU Dortmund, Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML sowie Lehrstuhl für Systemsicherheit der Ruhr- Universität Bochum. Die Praxispartner des Forschungsvorhabens sind die KHS GmbH, die Sturm GmbH, die BELFOR DeHaDe GmbH sowie die ControlExpert GmbH.



Projektlaufzeit: Mai 2017 – Mai 2020

Förderkennzeichen: EFRE-0800889

Webseite: [itsdigitiv.lfo.tu-dortmund.de/](http://itsdigitiv.lfo.tu-dortmund.de/)



EUROPÄISCHE UNION  
Investition in unsere Zukunft  
Europäischer Fonds  
für regionale Entwicklung

Ministerium für Wirtschaft, Energie,  
Industrie, Mittelstand und Handwerk  
des Landes Nordrhein-Westfalen



2014

EFRE.NRW  
Investitionen in Wachstum  
und Beschäftigung

## MINIS für Studierende – Miniaturisierte Logistiksysteme 4.0

Das Projekt „MINIS“ hat das Ziel ein miniaturisiertes Produktions- und Logistiksystem zu erschaffen, an dem reale Problemstellungen anfassbar gezeigt werden können. Das Kooperationsprojekt der Logistik-Einrichtungen: Lehrstuhl für Unternehmenslogistik (LFO), Institut für Transportlogistik, Lehrstuhl für industrielles Informationsmanagement und dem Fachgebiet IT in Produktion und Logistik der Technischen Universität Dortmund wird über Qualitätsverbesserungsmittel der Fakultät Maschinenbau finanziert.

Die immer komplexeren Aufgabenstellungen der Logistik sind meist abstrakt und reale Problemstellungen können in der Lehre nur durch Fallstudien und multimediale Präsentationen gezeigt werden. Der Ansatz ein vollständig funktionsfähiges Produktions- und Logistiksystem miniaturisiert zu erstellen, bietet das Potential die komplexen Zusammenhänge greifbar und haptisch abzubilden. Die Technologie des 3D-Drucks (Additive beziehungsweise Generative Fertigung) macht es möglich, dass die Studierenden selbst die Elemente des miniaturisierten Systems konzipieren, konstruieren und tatsächlich erstellen. In studentischen Arbeiten werden die einzelnen Bausteine des Gesamtsystems erarbeitet und stehen damit für den Einsatz und die Demonstration von konkreten theoretischen Zusammenhängen am realen System in anderen Lehrveranstaltungen zur Verfügung

Der LFO steht für grundlagenorientierte und angewandte Forschung sowie Lehre in Unternehmenslogistik und Supply Chain Management. Diese umfassende Sichtweise ist notwendig für die vollständige Durchdringung der logistischen Aktivitäten eines Unternehmens

und seiner Wertschöpfungsnetzwerke im Sinne eines durchgängigen Managementansatzes der Unternehmensführung. Aus diesem Anspruch ergeben sich auch die Schwerpunkte für das MINIS-Projekt.

Der LFO möchte in Wertschöpfungsnetzen verknüpfte Produktionssysteme anhand von miniaturisierten Komponenten abbilden und dabei die Material-, Informations- und Finanzflüsse betrachten. Die Gestaltung von Produktionssystemen (Fabrikplanung), die Steuerung von Produktionsabläufen (Produktionsmanagement), die Koordination der Wertschöpfung zwischen mehreren Standorten (Supply Chain Management und Einkauf) und die Smart Maintenance (Instandhaltungs- und Produktivitätsmanagement) stellen daher die Kernaspekte dar. So konnte bereits während eines Industrieprojektes eine neu geplante Fertigungslinie konstruiert und in einem miniaturisierten Format mittels additiver Fertigung generiert werden. Der Einbezug von Cyber-Physischen-Systemen (CPS) und der Industrie 4.0 in miniaturisierter Form, wird dazu genutzt neue Gestaltungs-, Planungs-, Steuerungsmethoden und -verfahren zu demonstrieren und zu erforschen.



Ergebnis einer Projektarbeit im Rahmen des MINIS Projektes

## PRODUKTIONSPLANUNG, -SIMULATION UND -STEUERUNG

Eine immer größere Produktvielfalt und die voranschreitende Vernetzung von Anlagen und Produkten miteinander führt zu einer immer komplexer werdenden Produktionsumgebung. Diese stark ansteigende Dynamik und Intensität von Umfeldveränderungen zwingt Unternehmen immer häufiger, ihre Fabrikssysteme schnell und effizient anzupassen.

Die hierbei entscheidenden Wettbewerbsfaktoren sind die Anpassungs- beziehungsweise Reaktionszeit sowie die Effizienz der Anpassungsmaßnahmen. Die Entwicklung steigender Flexibilisierungs- und Rekonfigurationspotenziale eingesetzter Arbeitmittel schafft neue Möglichkeiten der Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit. In anpassungsintelligenten Fabriken gilt es, diese aufkommenden Potentiale bei der Gestaltung von Auftragsabwicklungsprozessen gezielt zu nutzen, um den Kundenanforderungen an kurze Durchlaufzeiten und eine hohe Termintreue trotz volatilerer Bedingungen weiterhin erfüllen zu können.

Die Integration von Echtzeit-Rückmeldedaten des Shopfloors in Planungs- und Steuerungsprozesse spielt bei der Betrachtung anpassungsintelligenter Fabriken grundsätzlich eine wichtige Rolle. Simulative Modelle von Produktions- und Logistiksystemen müssen an die neuen Randbedingungen möglichst automatisiert angepasst werden und intelligente Softwarelösungen zur Unterstützung von Anpassungsprozessen bereitgestellt werden. Im Zuge des DFG-Graduierkollegs 2193 fokussiert der Fachbereich deshalb das Management von effizienten und teilautomatisierten Anpassungsprozessen in der Fabrikplanung und die Entwicklung von autonomen Steuerungssystemen für smarte Produktionssysteme. In Ergänzung dazu arbeitet das Leistungszentrum Logistik und IT an der Entwicklung virtueller und simulativer Modelle zur Wirtschaftlichkeits- und Reifegradbewertung von autonomen Systemen in der Logistik.



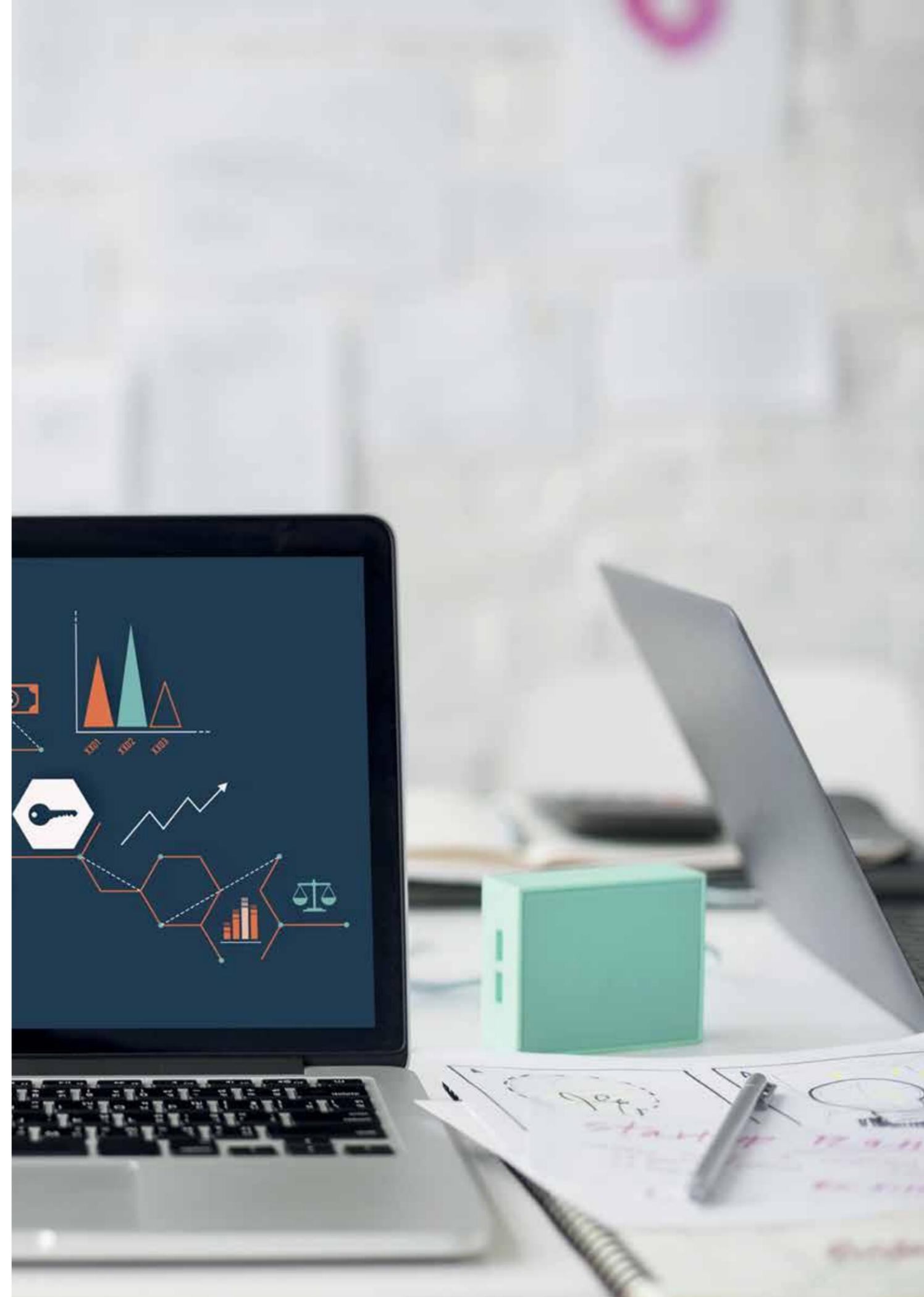
### Ansprechpartner:

Daniel Müller

Tel. +49 (231) 755 - 7326

Fax +49 (231) 755 - 5772

E-Mail [mueller@lfo.tu-dortmund.de](mailto:mueller@lfo.tu-dortmund.de)



# Leistungszentrum Logistik und IT

## Innovationsökosystem mit internationaler Strahlkraft

Der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik ist Teil des Leistungszentrums für Logistik und IT. Das Leistungszentrum ist eine Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft und wird mit Mitteln der Fraunhofer-Gesellschaft und des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert. Die Industrie unterstützt das Leistungszentrum durch die Beteiligung an einzelnen Forschungsprojekten. Ziel ist es, das am Standort Dortmund existierende Forschungs- und Entwicklungszentrum für Logistik und IT mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft zu einem weltweit führenden Innovationsökosystem auszubauen.



Das Leistungszentrum Logistik und IT hat sich zum Ziel gesetzt, die Logistik als zentrale Wissenschaft der industriellen Zukunft zu positionieren und die exzellente Logistikforschung an der Schnittstelle zwischen Logistik und IT zu stärken. Kaum ein Wissenschaftsstandort hat mehr für die Logistik getan als Dortmund: Hier wurde die Logistik als eigenständige Wissenschaftsdisziplin begründet, hier wurde das Thema Internet der Dinge für die Logistik maßgeblich erdacht und entwickelt. Dabei werden neue Innovationskorridore und Anknüpfungspunkte für Forschungs- und Innovationsprojekte mit der Industrie sowie für Netzwerke und Allianzen fokussiert. Der Wissenschaftsstandort Dortmund und die Logistikforschung erfahren durch die Aktivitäten des Leistungszentrums eine nachhaltige Unterstützung, indem der Forschungsstand der Logistik am Standort reflektiert wird, insbesondere unter Berücksichtigung des strukturellen und methodischen Wandels hinsichtlich der Logistik 4.0 sowie dem Verständnis von Logistik 4.0 als soziotechnisches System. Dabei sollen aktuelle Forschungsfelder und -fragen aufgezeigt und auf neue verwiesen werden. Die Graduate School of Logistics (S.56) als Exzellenzmerkmal des Leistungszentrums bietet ein einzigartiges Format für eine strukturierte, wirtschaftsnahe Doktorandenausbildung.

Der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik ist ein wesentlicher Bestandteil und Projektpartner des Leistungszentrums. Vor allem werden wissenschaftliche Fragestellungen der Perspektive Planung, Simulation und Steuerung mit dem Fokus auf virtuelle und simulative Modelle zur Wirtschaftlichkeits- und Reifegradbewertung autonomer Systeme in der Logistik beantwortet. In diesem Rahmen werden anhand von empirischen Falldaten die notwendigen Methoden und Werkzeuge zur Bestimmung der Einsatzvoraussetzung sowie zur Nutzen-

bewertung von autonomen cyberphysischen Systemen in der Bestandsplanung entwickelt.

Die Bestandsplanung als Querschnittsaufgabe über unterschiedliche Unternehmensbereiche hinweg ist einer Vielzahl an Unsicherheiten unterworfen, sodass aktuell diverse Herausforderungen gelöst werden müssen, um eine effiziente Bestandsplanung zu gewährleisten. Die volatile Unternehmensumgebung stellt besondere Anforderungen an die Bestandsplanung hinsichtlich der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit. Durch Bedarfsunsicherheiten kommt es im Mittel zu Bestandserhöhungen sowie -schwankungen innerhalb und zwischen Unternehmen. Ebenso können durch hohe Schwankungen der Wiederbeschaffungszeiten Engpässe und mangelnde Materialverfügbarkeit entstehen. In diesem Zusammenhang werden Methoden und Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung entwickelt, welche die Planbarkeit in den volatilen Unternehmensumgebungen ermöglichen. Im Speziellen werden Werkzeuge zur Mustererkennung in Schwankungen der Wiederbeschaffungszeiten, Unsicherheiten in Art, Menge und Zeitpunkt der Nachfrage entwickelt. Anhand dieses Fallbeispiels wird eine Nutzenbewertung einer teilautonomen Bestandsplanung hinsichtlich Reifegrad- und Wirtschaftlichkeitsbewertung durchgeführt, sodass sich Zielfelder in Abhängigkeit des jeweiligen Reifegrades ableiten und wirtschaftliche bewerten lassen.

Im Rahmen des Bestandsmanagements sowie im Bereich der Reifegrad- und Nutzenbewertung von autonomen Systemen in der Logistik bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten der Zusammenarbeit an: Im Zuge der Assoziierung identifizieren wir gemeinsame



### Ansprechpartner:

Matthias Brüggelolte  
Tel. (0231) 755 - 5712  
Fax (0231) 755 - 5772  
E-Mail: brueggenolte@lfo.tu-dortmund.de



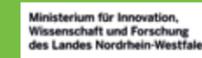
Aktionsfelder in der Bestandsplanung und fördern den Austausch zwischen den jeweiligen Akteuren durch gemeinsame (Forschungs-) Arbeiten und Veranstaltungen. Darüber hinaus sind wir fortlaufend bestrebt neue Forschungsvorhaben zu gestalten, dabei ist die Partizipation durch industrielle Anwendungsfälle erwünscht. Auch betreuen wir gerne gemeinsam mit Ihnen Projekt-, Bachelor- und Masterarbeit im Kontext der Bedarfs- und Bestandsplanung. Ebenso bieten wir unterschiedliche Lehrveranstaltungen im Bereich der

Unternehmenslogistik an, daher freuen wir uns praxisnahe Gastvorträge in unseren Lehrveranstaltungen zu integrieren.

Das Leistungszentrum Logistik und IT fördert den multilateralen Transfer innerhalb des Ökosystems entlang der gesamten Innovationskette und katalysiert die Verwertung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in der industriellen Praxis.

Projektlaufzeit: 10/2016 - 12/2020

Fördergeber:



Fraunhofer IML

Webseite: [www.leistungszentrum-logistik-it.de](http://www.leistungszentrum-logistik-it.de)

# GRK 2193 - Anpassungsintelligenz von Fabriken

Das DFG-Graduiertenkolleg 2193 „Anpassungsintelligenz von Fabriken im dynamischen und komplexen Umfeld“ ist ein Promotionsprogramm im Themenfeld der interdisziplinären Fabrikplanung. Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Programm zielt darauf ab durch eine gezielte interdisziplinäre Ausbildung von Doktorand/-innen im Bereich der ganzheitlichen Fabrikplanungsplanung mittelfristig eine Verbesserung der kollaborativen Zusammenarbeit in der Praxis zu erreichen.

Das Graduiertenkolleg umfasst aktuell 19 Doktorand/-innen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen an insgesamt zehn wissenschaftlichen Einrichtungen der TU Dortmund, angesiedelt an den fünf Fakultäten Informatik, Maschinenbau, Wirtschaftswissenschaften, Architektur und Bauingenieurwesen sowie Elektrotechnik und Informationstechnik. Daneben sind das RIF e.V. Institut für Forschung und Transfer, das Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML sowie Industriedoktoranden mehrerer Industriepartner in das GRK eingebunden. Neben der Möglichkeit ihre Dissertation im Bereich der Anpassungsplanung von Fabrikssystemen zu erarbeiten, können die Doktorand/-innen durch ein speziell auf das GRK zugeschnittenes Qualifizierungsprogramm ihre fachlichen und methodischen Kompetenzen gezielt ausbauen. Zudem steht dem GRK eine virtuelle Modellfabrik als Lern- und Forschungsumgebung zur Verfügung.

Das Kolleg setzt gezielt auf einen permanenten Forschungsaustausch der Kollegiaten über Fachgrenzen hinweg. Die kooperationsfördernden Strukturen der Graduiertenkollegs sind hierbei als Befähiger zur Erreichung der wissenschaftlichen Ziele zu verstehen und zu nutzen. So werden unter anderem internationale Forschungskolloquien organisiert um einen differenzierteren und fachlich vertieften Austausch mit Vertretern aus Forschung und Praxis zu erzielen.

Durch die Bearbeitung neuartiger Forschungsfragen im interdisziplinären Umfeld von Fabrikplanungsprozessen werden sämtliche Phasen des Anpassungsprozesses, von der Einflussanalyse bis Umsetzungsphase adressiert. Diese Fragestellungen zeichnen sich durch stark interdisziplinär geprägte Problemstellungen und sukzessiven Aufbau untereinander aus. Die Dissertationsprojekte des GRK sollen in ihrer Summe alle Phasen des Anpassungsprozesses methodisch wie werkzeug-

technisch abdecken. Ein zentrales Forschungsziel besteht zudem darin Methoden und Werkzeuge intelligent und dynamisch im Rahmen eines interdisziplinären Workflows bereitzustellen. Thematisch gliedern sich die Inhalte der Dissertationen in die drei Forschungsgruppen Management von Anpassungsprozessen, Smart Efficient Production Systems und Virtualisierung. Die zugrundeliegenden Basiskonzepte erstrecken sich von der prozessorientierten Fabrikplanung, Technologie- und Logistikplanung über Mitarbeiterqualifizierung, Kostenrechnung und Controlling bis hin zu Energieeffizienzanalysen, Software-Engineering und Virtual Reality.

Nach dem großen Erfolg der ersten Förderphase und dem Abschluss der Promotion einiger Kollegiaten, wird das GRK zum April 2019 neue Mitglieder willkommen heißen. Mit der Neubesetzung von elf Promotionsstellen werden unter anderem die zukunftsrelevanten Themen Machine Learning und Data Analytics stärker in den Fokus gerückt. Im Zuge einiger Promotionen der ersten Förderphase wurde das große Potenzial der datengestützten Anpassungsintelligenz von Fabriken verstärkt bei Industriepartnern deutlich und soll nun weiter beleuchtet und in konkrete Anwendungen überführt werden. Rückmeldedaten aus der Produktion bieten hier das Potenzial ganzheitlich und vorteilhaft zu unterstützen. Die fachübergreifenden Forschungen zur kontextbezogene Nutzung von Rückmeldedaten aus Produktions- und Logistikprozessen versprechen somit einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Anpassungsintelligenz von Fabrikssystemen zu leisten.

# Forschungskompodium veröffentlicht

Das GRK 2193 hat das erste Forschungskompodium „Anpassungsintelligenz von Fabriken im dynamischen Umfeld“ veröffentlicht. Das Kompodium fasst die Forschungsergebnisse der ersten 1,5 Jahre im GRK zusammen und stellt dessen Vision und die Forschungsstrukturen vor. Der Bericht umfasst im ersten Teil die detaillierte Vorstellung der Vision und Struktur, aber auch des stark interdisziplinären Qualifizierungskonzepts im GRK 2193 vor. Die Vorstellung der zurückliegenden Forschungsaktivitäten und -ergebnisse sowie die Vorstellung der Promotionsthemen der insgesamt 20 Doktorandinnen und Doktoranden erfolgt entlang der drei Forschungsbereiche des GRK 2193: Anpassungsmanagement, Smart Production und Virtualisierung.



<http://hdl.handle.net/2003/37013>

# 2nd International Colloquium 2018

Am 29. und 30. November 2018 fand das zweite internationale Kolloquium Adaption Intelligence of Factories am Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund statt.

Während der zweitägigen Veranstaltung des Graduiertenkollegs 2193 diskutierten die Mitglieder des Kollegs mit international renommierten Fachexperten aus Wissenschaft und Praxis aktuelle Forschungsthemen und Entwicklungen innerhalb des interdisziplinären Umfelds der Fabrikplanung.

Das Kolloquium gliederte sich in die drei Themenkomplexe Virtualization, Smart Production und dem am LFO ansässigen Themenbereich Management of Adaption Processes. Zu jedem der drei Bereiche wur-

den Gastvorträge gehalten, bevor die Doktoranden des Graduiertenkollegs im Anschluss ihre gemeinsamen und individuellen Forschungsarbeiten vorstellten. Während dieses neu eingeführten Diskussionsformats entstanden anregende Gespräche über die Weiterentwicklung und die praktischen Anwendungsbereiche der Forschungsprojekte, sodass die Kollegiaten individuelles Feedback zu ihren Promotionsprojekten aus Forschung und Praxis einsammeln konnten.

# Veröffentlichungen:

weitere Veröffentlichungen finden Sie auf der Homepage: [www.grk2193.tu-dortmund.de/publikationen/](http://www.grk2193.tu-dortmund.de/publikationen/)

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Müller, D.; Blank, H. (2018): Systematik zur Planung wandlungsfähiger Fahrerloser Transportsysteme (FTS) für die frei verkettete Montage. In: Industrie 4.0 Management 34 (6), S. 30–34.                          | natory logic. Proceedings of 8th International Symposium On Lever-aging Applications of Formal Methods, verification and Validation. Ed. by Tiziana Margaria and Bernhard Steffen. Zypern, November 04–09 2018 | rence on Industrial and Business Engineering (ICIBE). ACM Press, S. 211–220. Foerster, F.; Mueller, D.; Scholz, D.; Michalik, A.; Kiebler, L. (2019): Integration of condition based maintenance orders into the decision-making of autonomous control methods. In: Procedia CIRP 81, S. 216–221. DOI: 10.1016/j.procir.2019.03.038. | Cyber-Physical Production Systems. In: Margaria, T.; Steffen, B. (Eds.): Proceedings of the 8th International Symposium on Leveraging Applications of Formal Methods, Verification and Validation. Distributed Systems. (ISoLA 2018), Lecture Notes in Computer Science, Bd. 11246, Springer International Publishing, S. 411–428. |
| Winkels, J.; Graefenstein, J.; Schäfer, T.; Scholz, D.; Rehof, J.; Henke, M. (2018): Automatic composition of rough solution possibilities in the target planning of factory planning projects by means of combi- | Müller, D.; Mieth, C.; Henke, M. (2018): Quantification of sequencing flexibility based on precedence graphs for autonomous control methods. In: Proc. of the 4th International Confe-                         | Müller, D.; Schumacher, C.; Zeidler, F. (2018): Intelligent Adaption Process in  |  |



Projektlaufzeit: 4/2016 - 9/2020  
Fördergeber:  Deutsche Forschungsgemeinschaft  
Webseite: [www.grk2193.tu-dortmund.de](http://www.grk2193.tu-dortmund.de)

## Best Presentation Award

Daniel Müller, Mitglied des Graduiertenkollegs des LFO und die assoziierte Industriedoktorandin Carina Mieth (Fa. Trumpf Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG) wurden auf der in diesem Jahr in Macau stattfindenden 4th International Conference on Industrial and Business Engineering (ICIBE) gemeinsam, für ihren herausragenden Vortrag, mit dem Best Presentation Award in der Session Logistics and Decision Management ausgezeichnet.

Die dem Vortrag zu Grunde liegende und gemeinsam mit Univ.-Prof. Dr. habil. Michael Henke erarbeitete Veröffentlichung stellt die weltweit erste Kennzahl zur Quantifizierung von Arbeitsplanflexibilität vor, die für den Einsatz in echtzeitfähigen Produktionssteuerungen geeignet ist.

Im Anschluss nutzten beide die Gelegenheit für einen Forschungsaustausch mit der in Taicang ansässigen Auslandsgesellschaft TRUMPF China Co. Ltd. Die Zusammenkunft mit dem weltweit agierenden Hersteller von Werkzeugmaschinen diente einer praxisnahen Diskussion beider Dissertationsthemen und einem vertiefenden Einblick in den gesamten Auftragsabwicklungsprozess sowie die aktuellen Digitalisierungserfolge und -bestrebungen des Unternehmens im Sinne der Industrie 4.0 mit besonderem Fokus auf Produktion und die regionalen Anforderungen an die Maschinen.



Carina Mieth und Daniel Müller  
Werksbesuch Trumpf, Shanghai

## Dagstuhl 2018

Das jährlich auf Schloss Dagstuhl im Saarland stattfindende Netzwerktreffen der Graduiertenkollegs mit dem Themenschwerpunkt Informatik wurde in 2018 vom Dortmunder GRK 2193 in Zusammenarbeit mit dem GRK 2167 der Universität Duisburg-Essen organisiert und moderiert.

Schloss Dagstuhl ist eine anerkannte und beliebte Adresse für hochkarätige Seminare, Vorträge, Konferenzen und Workshops im Themenfeld der Informatik und darüber hinaus. In angenehmer Atmosphäre konnten sich Doktoranden von 10 verschiedenen GRKs zusammen mit deren Sprechern und Koordinatoren fachlich austauschen, sowie gemeinsam in kleineren gemischten Gruppen an Workshops teilnehmen, um neue Methoden unter anderem im Bereich des Data Minings kennenzulernen. Jeder Sprecher stellte das eigene GRK und den Themenschwerpunkt mit den zugehörigen Forschungsprojekten vor, welche die jeweiligen Doktoranden weiter vertieften. So konnten mögliche Schnittstellen zu den Graduiertenkollegs schnell identifiziert und neue Vernetzungen zwischen den GRKs und konkret den Doktoranden hergestellt werden. Der Austausch wurde durch begleitende Postersessions der anwesenden Doktoranden noch weiter vorangetrieben. Dadurch konnten einzelne konkrete Dissertationsthemen direkt und im Detail diskutiert werden, was durch die lockere Atmosphäre zusätzlich gefördert wurde. Wir freuen uns auf einen erneuten Austausch im Jahr 2019 mit bereits bekannten aber auch neu hinzukommenden Kollegen.



Teilnehmer des Dagstuhl Seminars

## Neuausrichtung Fabrikplanung & -betrieb

Im Zuge der Reakkreditierung des Lehrplans der Fakultät Maschinenbau zum Wintersemester 2019 wird auch der Fachbereich Produktionsmanagement und Fabrikplanung die Lehre des LFO umstellen.

Der LFO wird zukünftig die neukonzeptionierte Veranstaltung Fabrikplanung und -betrieb anbieten. Den Studierenden soll so ein umfassendes Verständnis sowohl für die Fabrikplanung als für das Management des Fabrikbetriebes vermittelt werden. Zusätzlich wird eine praktische Umsetzung der erlernten Inhalte in Rahmen eines Fabrikplanungsprojekts angeboten. So soll nicht nur die Theorie verinnerlicht werden, sondern den Studierenden zusätzlich ein umfassendes Portfolio an Methodenwissen nähergebracht.

Die in Vorlesungsslots nach dem Flipped-Classroom-Prinzip organisierten, vermittelten und diskutierten Themen werden, abgestimmt auf die jeweiligen Lehrinhalte, im Anschluss durch eine konkrete Anwendung in Form von Übungen und Aufgaben weiter vertieft. Während der gesamten Vorlesungszeit

begleitet die Studierenden dabei eine Fallstudie die sukzessive in Gruppen bearbeitet wird. Jede Gruppe erhält ein Szenario, das sie parallel zur theoretischen Grundlagenvermittlung und den vertiefenden Übungen zur weiter verinnerlichenden Anwendung bearbeiten.

So kann den Studierenden auf eine innovative Weise, in Kombination von theoretischen Lehrinhalten aus Fabrikplanung und PPS, sowie der anwendungsbezogenen Methodenvermittlung im Zusammenspiel mit der Fallstudie ein ganzheitliches Verständnis und Handwerkszeug im Bereich Fabrikplanung- und betrieb vermittelt werden.

## Cave Besichtigung

Im Zuge der Zusammenarbeit durch das Graduiertenkolleg haben Studierende der Vorlesungsveranstaltung Fabrikplanung des Lehrstuhls für Unternehmenslogistik (LFO) gemeinsam mit dem Lehrverantwortlichen das Cave Automatic Virtual Environment System (CAVE-System) des RIF Institut für Forschung und Transfer e.V. besichtigt.



GRK Cave-Besichtigung am RIF

Unter einem CAVE-System wird ein Raum zur Projektion einer dreidimensionalen Illusionswelt der virtuellen Realität verstanden. Dabei erhielten die Studierenden eindrucksvolle Einblicke in innovative Simulationstechniken und deren Potential, die Planung und den Betrieb von produktionslogistischen Systemen zu unterstützen. Weiterhin wurde ein virtueller Rundgang auf der internationalen Weltraumstation (ISS) durchgeführt, bei dem die Studierenden die Interaktion mit dem Modell erleben konnten, indem sie die Navigation übernommen und sich daraufhin eigenständig in den Räumlichkeiten bewegt haben.

**Neue Arbeitswelten, das klingt für viele nach neuen Herausforderungen und dem Vormarsch der Automatisierung, weniger nach mehr Freiheiten und Verwirklichungsräumen für die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, es schwebt wie ein Damoklesschwert über dem Begriff, welcher doch eigentlich den Fortschritt und die Veränderungen von zukünftigen Arbeitsprozessen zum Inhalt hat.**

Denn die menschenleere Fabrik, welche sich viele bei dem Gedanken an die Arbeit der Zukunft vorstellen, wird in keinem Zukunftsszenario Wirklichkeit werden. Vielmehr wird es die Kooperation von Mensch und Maschine, die sinnvolle Verbindung von menschlicher Problemlöse- und Situationskompetenz mit der Rechenkapazität und der Manpower von innovativen Assistenzsystemen. Während stupide Standardprozesse automatisiert werden können, wird der Mitarbeitende Gestalter, Optimierer und Dirigent der zukünftigen Wertschöpfungsprozesse.

Doch gerade in der Logistikbranche, in der die Beschäftigungsquote von geringqualifizierten Mitarbeitern verhältnismäßig hoch ist, haben viele Mitarbeiter das Gefühl vom digitalen Wandel abgehängt zu werden. Um diesem Trend entgegenzuwirken und die Mitarbeiter mit den richtigen Kompetenzen für zukünftige Arbeitssysteme auszustatten liegt ein Forschungsschwerpunkt des LFO auf der Ermittlung von Kompetenzbedarfen und der Kompetenzentwicklung für Arbeitssystemen der Industrie 4.0. Zum Einsatz kommen dabei innovative Lernkonzepte wie Gamification, welches im Forschungsprojekt Crealogtiv zum Einsatz kommt, in dem eine spielbasierte Lernumgebung für die Logistik entwickelt wird.

Um das InternetofThings anfassbar und begreifbar zu machen wurde das Projekt haptical, Gewinner des Hochschulwettbewerbs 2018, am LFO ins Leben gerufen. Mit Hilfe eines haptischen Demonstrators wird der Informationsfluss zwischen smarten Objekten und IT-Systemen grafisch anschaulich dargestellt und so greifbarer. Sonst unsichtbare Informationsflüsse werden für den Anwender sichtbar und Benutzer werden zur Gestaltung und Realisierung eigener IoT-Lösungen angeregt.



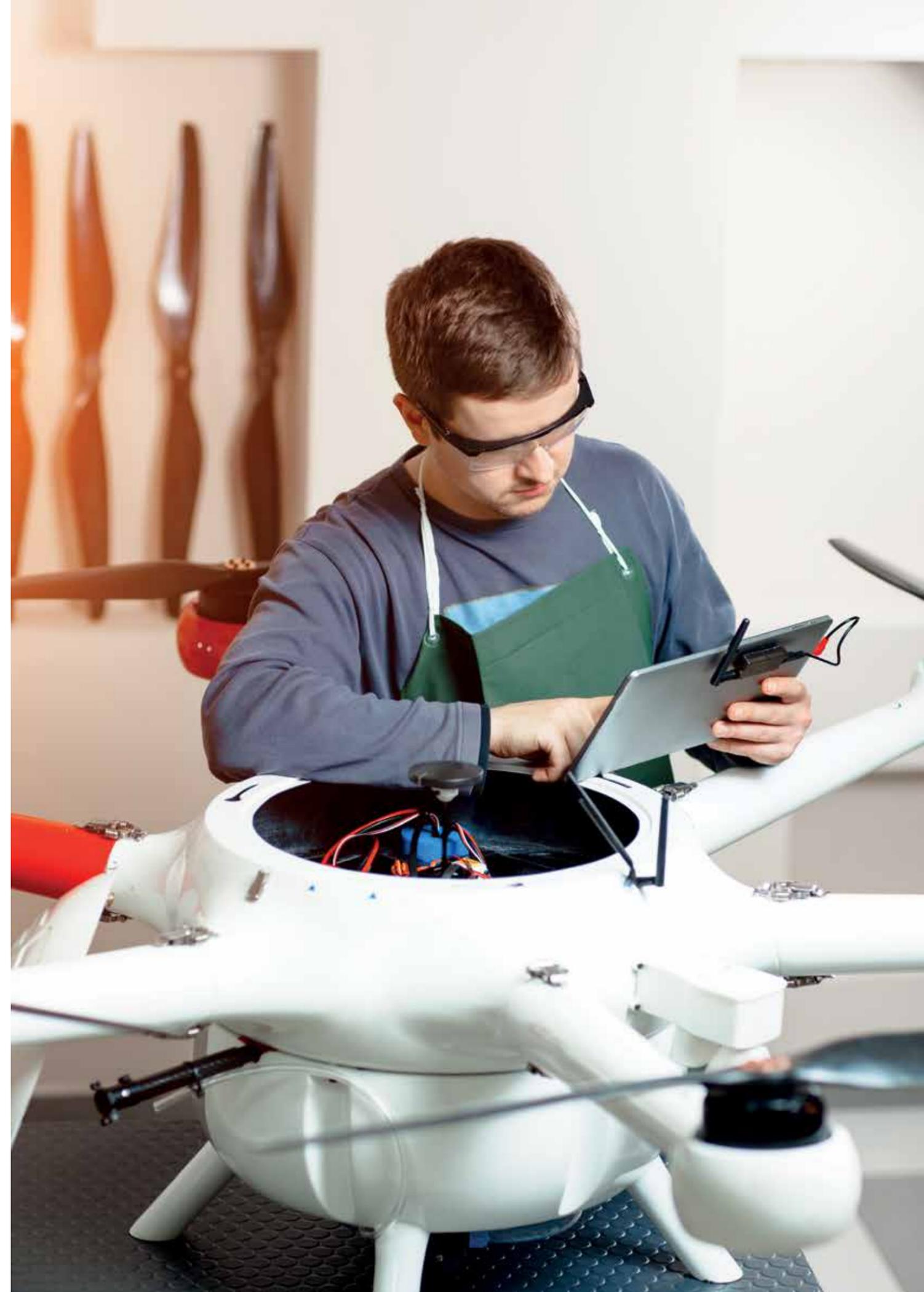
## Ansprechpartnerin:

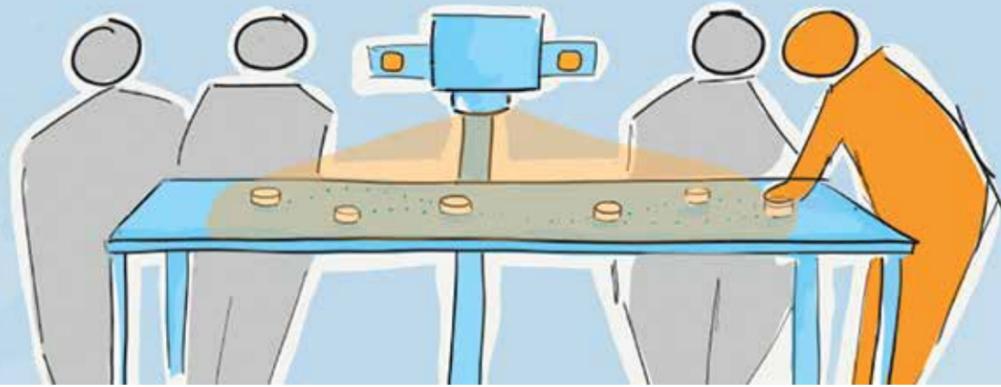
Sandra Kaczmarek

Telefon: (0231) 755 - 6171

Fax: (0231) 755 - 5772

Mail: [kaczmarek@lfo.tu-dortmund.de](mailto:kaczmarek@lfo.tu-dortmund.de)





## Haptical – Das Internet der Dinge zum Anfassen

Der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik (LFO) der TU Dortmund hat mit dem Projekt haptical eines der Gewinnerteams für den Hochschulwettbewerb Wissenschaftsjahr 2018 – Arbeitswelten der Zukunft gestellt. Die Idee des innovativen Projektes: Das Thema Internet der Dinge so präsentieren, dass es, für jedermann haptisch erfahrbar und damit gestaltbar wird.

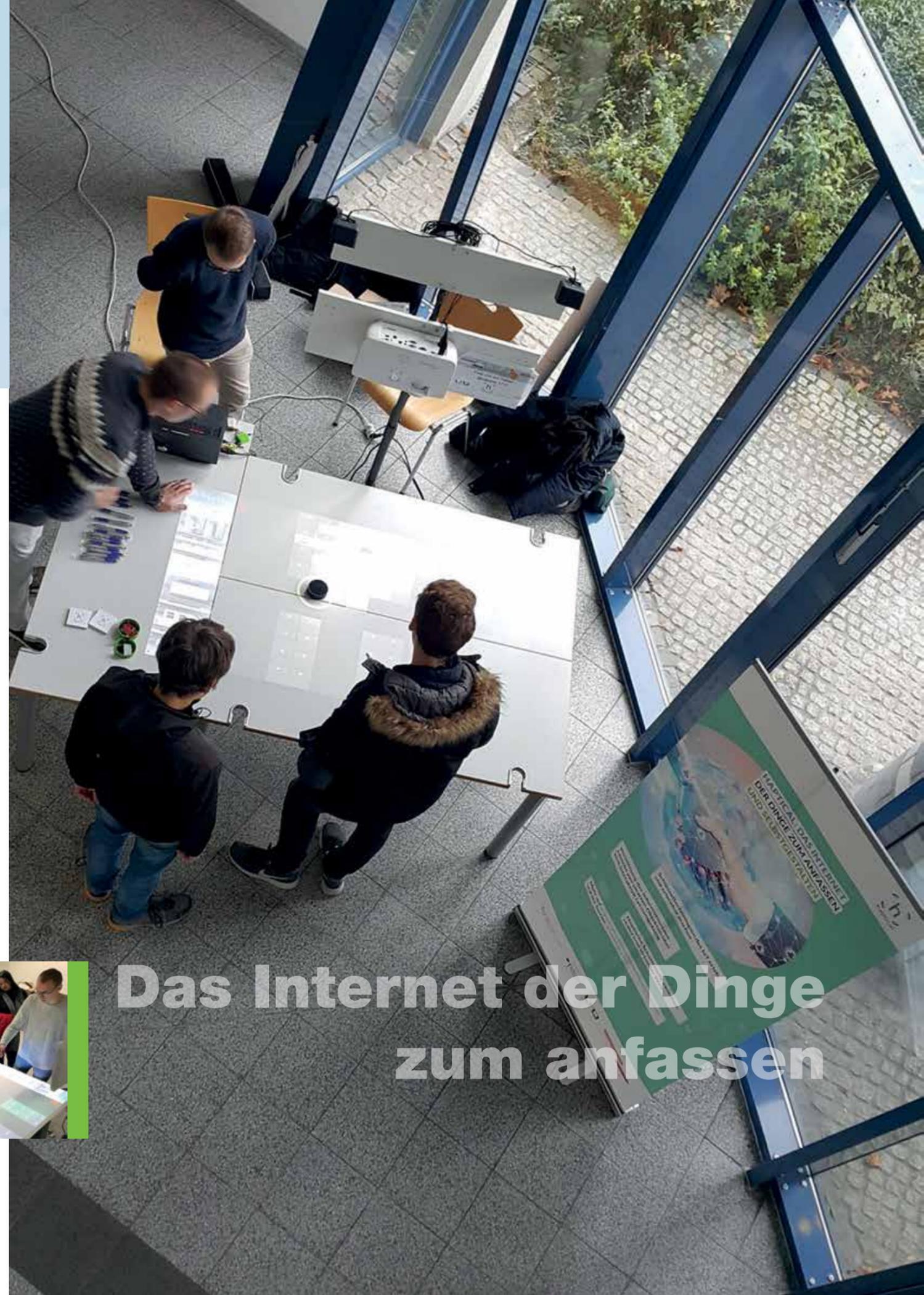
Das Projekt haptical sensibilisiert auf spielerische Art für das Thema IoT und baut durch eine transparente und verständliche Vermittlung des Themas Berührungsängste ab. Dafür wurde eine interaktive Lernumgebung erschaffen, bestehend aus 3D-gedruckten und mit Sensorik erweiterten smarten Objekten sowie deren projizierter Umgebung inklusive Informationsflüssen: Eine Kombination aus physischer und virtueller Welt die eine indirekte Interaktion ermöglicht. Intelligente Assistenten, Roboter und künstliche Intelligenz durchdringen bereits heute viele Anwendungsfelder der Logistikbranche.

Trotz digitaler und automatisierter Innovationen, steht der Mensch weiterhin im Mittelpunkt jedes Unternehmens und erfährt einen Wandel des Anforderungsprofils

sowie seiner Rolle. Informationsflüsse und Kommunikation finden verborgen vor dem menschlichen Auge statt und erschweren die aktive Teilnahme und das Verständnis für IoT-Entwicklungen. Haptical soll den Anwendern beispielsweise in Übungsgruppen oder Workshops dazu anregen Lösungen für die Realisierung des IoT selbst zu verstehen und zu gestalten.

Ergebnisse und Projektfortschritt werden über diverse Social-Media-Kanäle dokumentiert und auf öffentlichen Veranstaltungen präsentiert.

Die weitere Verwertung der Projektergebnisse findet im Rahmen einer Integration in das Forschungs- und Lehrportfolio des LFO statt.



Projektlaufzeit: April 2018 – Mai 2019

Förderkennzeichen: Abcde/FG0123

Webseite: [www.haptical.de](http://www.haptical.de)

Twitter: [#haptical\\_LFO](https://twitter.com/haptical_LFO)



Oben, rechts: haptical auf dem Tag der offenen Tür der TU Dortmund

# Das Internet der Dinge zum anfassen

## CreaLOGtiv – Serious Game für die operative Logistik 4.0

Mit dem Forschungsprojekt CreaLOGtiv nutzt der LFO kreativwirtschaftliche Ansätze der Spielentwicklungsindustrie zur Bewältigung der, durch Industrie 4.0 gestellten Herausforderungen an die Kompetenzentwicklung in der Logistikbranche. Ziel ist es ein Serious Game zu entwickeln, das die operative Belegschaft proaktiv auf ihre neuen logistischen Aufgaben vorbereitet.

In dem von der Leitmarktagentur.NRW unter Einsatz von Mitteln aus dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung (EFRE) 2014-2020, „Investitionen in Wachstum und Beschäftigung“, geförderten Verbundprojekt arbeitet der LFO Hand in Hand mit der ARUBA Studios GmbH, einem regionalen Mittelständler aus der Spielentwicklungsindustrie.

Inhaltlich stand das Projekt im Jahr 2018 insbesondere im Zeichen der Anforderungserhebung aus Sicht der zukünftigen Nutzer des Spiels sowie der Erarbeitung des Spielkonzepts und seiner technischen Realisierung.

In zwei großangelegten Workshops mit operativen Logistikmitarbeitern bei den assoziierten Praxispartnern, der AUDI AG und MAHLE Aftermarket GmbH, wurden die Anforderungen der späteren Nutzer an das Design des zu entwickelnden Serious Games erhoben. Um die Motivatoren der Zielgruppen zu ergründen kam in den Workshops ein Kartenspiel, das „Motivational Design Card Deck“, zum Einsatz und die Teilnehmenden hatten die Möglichkeit in Gruppen eine eigene Lern-

spielumgebung nach ihren Wünschen zu gestalten. Von besonderer Bedeutung für die Nutzer sind beispielsweise die Personalisierungsmöglichkeiten von Avataren sowie der Spielumgebung als solche, Transparenz der eigenen Handlung über direktes Feedback und kleinschrittige Fortschrittsanzeigen sowie verschiedene integrierte Schwierigkeitsstufen und die Möglichkeit der Weiterentwicklung des Spielcharakters.

Diese Anforderungen der Zielgruppe sind unmittelbar in die Ausgestaltung des Spielkonzepts eingeflossen und werden derzeit vom Spielentwickler ARUBA Studios GmbH sowohl als PC-Version als auch als Virtual Reality-Game programmiert.

Die praktischen und wissenschaftlichen Erfahrungen und Zwischenergebnisse aus dem Projekt waren auch 2018 in der Community gefragt und wurden in unterschiedlichen Formaten bei verschiedenen Veranstaltungen präsentiert und diskutiert.

### Vorträge:

Kaczmarek, S. (2018): VR-Games für die Logistikbranche. In: gamescom congress. Köln, 22.08.2018.

Kaczmarek, S.; Petrovica, S. (2018): Promotion

of Learning Motivation through Individualization of Learner-Game Interaction. In: IEEE annual Conference on Computational Intelligence and Games. Maastricht (Netherlands). 14.-17. August 2018.

### Veröffentlichungen:

Kaczmarek, S.; Petrovica, S. (2018): Promotion of Learning Motivation through Individualization of Learner-Game Interaction. In: IEEE annual Conference on Computational Intelligence and Games Proceedings, 2018.

Kaczmarek, S., Michalik, A., Austerjost, M., Besenfelder, C. (2018): Gamification - Wegbereiter für ein effizientes Management in der Industrie 4.0. - In: Jahrbuch Logistik 2018, S. 66-69

## Conference Series on Computational Intelligence and Games

Vom 14.-17. August 2018 fand in Maastricht die „Conference Series on Computational Intelligence and Games“ (CIG) statt, bei der führende Entwickler und Anwender aus Industrie und Forschung zusammenkamen, um sich über neuste Entwicklungen und Trends auf dem Gebiet der rechnergestützten Intelligenz und Spieleanwendungen auszutauschen. Ebenfalls mit dabei war das Projekt CreaLOGtiv, welches durch die Referentin Sandra Kaczmarek (TU Dortmund) in Zusammenarbeit mit Sintija Petrovica (Riga Technical University) vertreten wurde. Im Rahmen der „Special Session on Intelligent Games for Learning“ wurden die neuesten Projekterkenntnisse aus einer gemeinsamen Studie unter dem Titel „Promotion of Learning Motivation through Individualization of Learner-Game Interaction“ vorgestellt, welche die Motivation der Anwender bei der Nutzung und Gestaltung eines Serious Games.



IEEE Conference Series on Computational Intelligence and Games, Maastricht

## Expertenworkshop

### Wandel der Arbeitswelt durch Digitalisierung

Auch für das Ministerium Arbeit, Gesundheit und Soziales, sowie der Regionaldirektion der Bundesagentur für Arbeit NRW sind die gewonnenen Erkenntnisse im Kontext des CreaLOGtiv-Projektes insbesondere im Kontext des Wandels der Arbeitswelt im Zuge der Digitalisierung. Ziel der Veranstaltung war es konkrete Bilder und sinnvolle Lösungsstrategien für die jeweiligen Berufsfelder zu entwerfen, um die Risiken der Digitalisierung zu minimieren und die Chancen für die Beschäftigten in NRW zu ergreifen. Projektreferentin Sandra Kaczmarek konnte im Zuge dessen auf die bisherigen Ergebnisse des Projekts CreaLOGtiv eingehen und die Potenziale innovativer Lernmethoden und spielbasierter Konzepte zur Kompetenzentwicklung im Kontext der Digitalisierung und Industrie 4.0 vorstellen, die optimal zur Lösung der Problemstellung beitragen können.

Eindrücke von der Gamescom 2018, Köln



Die Teilnehmer des CreaLOGtiv-Expertenworkshops

## GamesCom

Auf dem „Gamescom Congress“ 2018, der Fachveranstaltung im Rahmen der weltweit größten Spielemesse „Gamescom“ war Sandra Kaczmarek als Referentin eingeladen. Sie präsentierte die zentralen Ergebnisse des CreaLOGtiv-Projektes über die Potentiale und Chancen von Serious Games mit VR-Anwendungen in der Logistikbranche im Kreis von Experten aus Forschung, Industrie und Politik. Durch das hohe Interesse der Öffentlichkeit und regem Besucheraufkommen an Experten und Journalisten auf dem Gamescom Congress, konnte die Diskussion über die Etablierung von Serious Gaming Anwendungen zur Kompetenzentwicklung in der Logistik im Rahmen der Digitalisierung weiter intensiviert werden.



Projektlaufzeit: Sept. 2016 – Aug. 2019

Förderkennzeichen: EFRE-0800487

Webseite: <http://crealogtiv.lfo.tu-dortmund.de>



Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen



2014

EFRE.NRW Investitionen in Wachstum und Beschäftigung

## Anwendungsnahe, anwendungsorientierte Forschung, Promotionsstipendien in Kooperation mit der deutschen Wirtschaft



Die Graduate School of Logistics (GSofLog) bietet eine rein drittmittelgeförderte Doktorandenausbildung. Dieses Modell ist bundesweit einzigartig. Es werden Stipendien vergeben, die es hervorragenden und besonders talentierten Absolventen ermöglichen, drei Jahre lang an ihrer Promotion zu arbeiten. Die Ausbildung ist strukturiert und praxisorientiert. Unternehmensvertreter, Wissenschaftler und Stipendiaten stehen im permanenten Austausch. Für besonders umfangreiche, vernetzte und interdisziplinäre Aufgaben werden Stipendienklassen eingerichtet. Forschung, Praxis und Ausbildung werden im Logistik Campus, den Räumlichkeiten der GSofLog, zusammengeführt.

Die GSofLog steht für die wirtschaftsorientierte Ausbildung zukünftiger Top-Manager in Logistik und Supply Chain Management. Hier wird Fach- und Führungskompetenz, strategische Weitsicht

und Innovationskraft vermittelt. Umfangreiche Fragestellungen der Forschung für eine globale Logistik werden in vernetzten Teams von Stipendiaten, orientiert an großen Aufgabenstellungen der Unternehmen erarbeitet. Nachwuchsforscher greifen hochaktuelle Fragestellungen der fördernden Unternehmen auf und führen sie im Rahmen ihrer anwendungsorientierten Forschung zu hochinnovativen, neuen Logistiklösungen

Im Rahmen der GSofLog werden die Stipendien rein über die Wirtschaft finanziert. Die Stipendienggeber finanzieren einen festen monatlichen Betrag für die Stipendiaten und bieten ein konkretes Forschungsthema mit Praxisbezug. Die angebotenen Universitäten und Forschungseinrichtungen bieten ein Betreuungsprogramm. Die Stipendiaten erarbeiten ihre Dissertation beim Sponsor vor Ort und in den Räumlichkeiten der Graduate School im LogistikCampus, Dortmund.

Für übergreifende oder komplexe Fragestellungen gibt es die Möglichkeit, eine Stipendienklasse zu fördern. Die jeweiligen Promotionsthemen bauen darin aufeinander auf und ergänzen sich.

## Welcome to Las Vegas

Internationale Konferenzen stehen für alle Stipendiaten auf dem Programm. Dominik Schmitt besuchte die Winter Simulation Conference (WSC), die führende Konferenz im Bereich Computer Simulation – in Vegas. Er verband den Vortrag auf der Konferenz mit einem Urlaub, besuchte Death Valley, den Joshua Tree Nationalpark und den Strip getreu dem Motto „What Happens in Vegas – Stays in Vegas!“.

Diese und weitere Erfahrungsberichte von Stipendiaten und Förderern finden Sie im Web: [www.gsoflog.lfo.tu-dortmund.de/category/erfahrungsberichte/](http://www.gsoflog.lfo.tu-dortmund.de/category/erfahrungsberichte/)



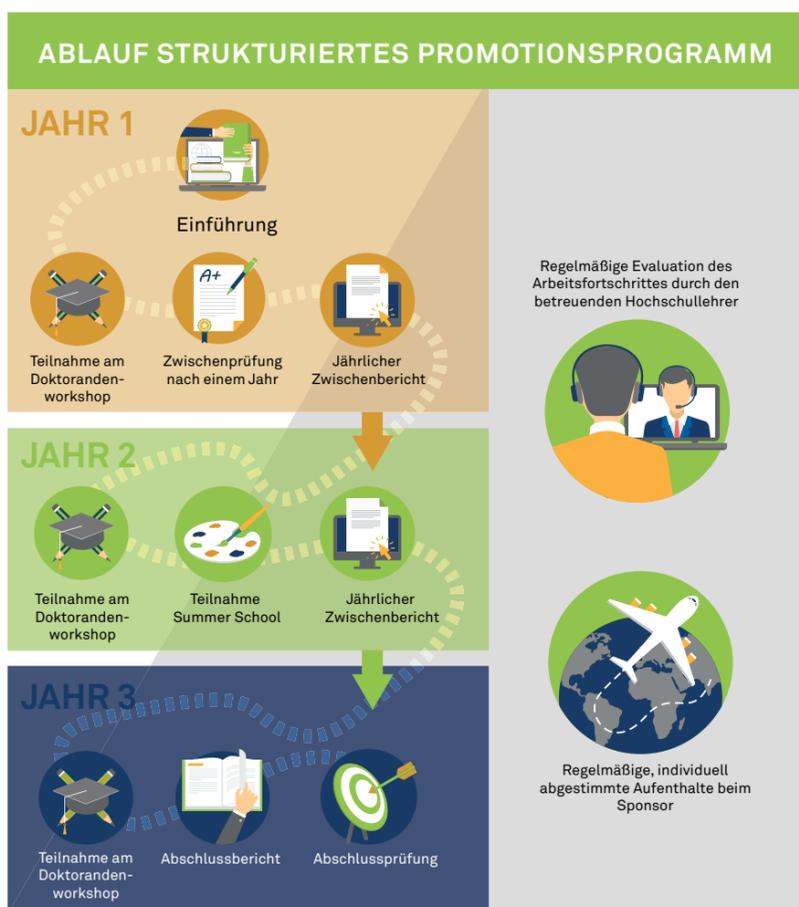
### Ansprechpartnerin:

Britta Scherer  
 Tel. (0231) 755 - 5713  
 Fax (0231) 755 - 5772  
 E-Mail: [scherer@lfo.tu-dortmund.de](mailto:scherer@lfo.tu-dortmund.de)

## Interdisziplinäre Summer School

Die PhD School of Logistics ist eine Summer School für Promovierende der Logistik und der angrenzenden Disziplinen. 2018 bot sie bereits zum dritten Mal eine Woche mit geballtem Wissen aus der Forschung. Methoden und Theorien werden von hochkarätigen, internationalen Gästen vorgestellt und anschließend in praktischen Workshops umgesetzt. Die GSofLog steht für den Transfer von Wissenschaft in Praxis, deshalb wird das Erlernte auch gleich erprobt – vor Ort im Unternehmen – in der Live Case Study. Hierbei arbeiten die Teilnehmer in interdisziplinären Teams an einer konkreten Fragestellung aus der Praxis und entwickeln binnen kurzer Zeit Lösungskonzepte, die noch in der Summer School Woche prämiert werden.

Mehr im Erfahrungsbericht von DB Schenker auf unserer Homepage: [www.gsoflog.lfo.tu-dortmund.de/category/erfahrungsberichte/](http://www.gsoflog.lfo.tu-dortmund.de/category/erfahrungsberichte/)



## EXPERTEN-TIPPS DER SUMMER SCHOOL 2018

- 1 Digitalization - Success depends on Management
- 2 Choose the method depending on your problem
- 3 All the technology is already there
- 4 No tool solves all problems
- 5 Domain specific (process) knowledge is vital
- 6 Data is a (strategic) resource
- 7 Put yourself in the customer's shoes
- 8 Use the overview to drill deeper at the right spot

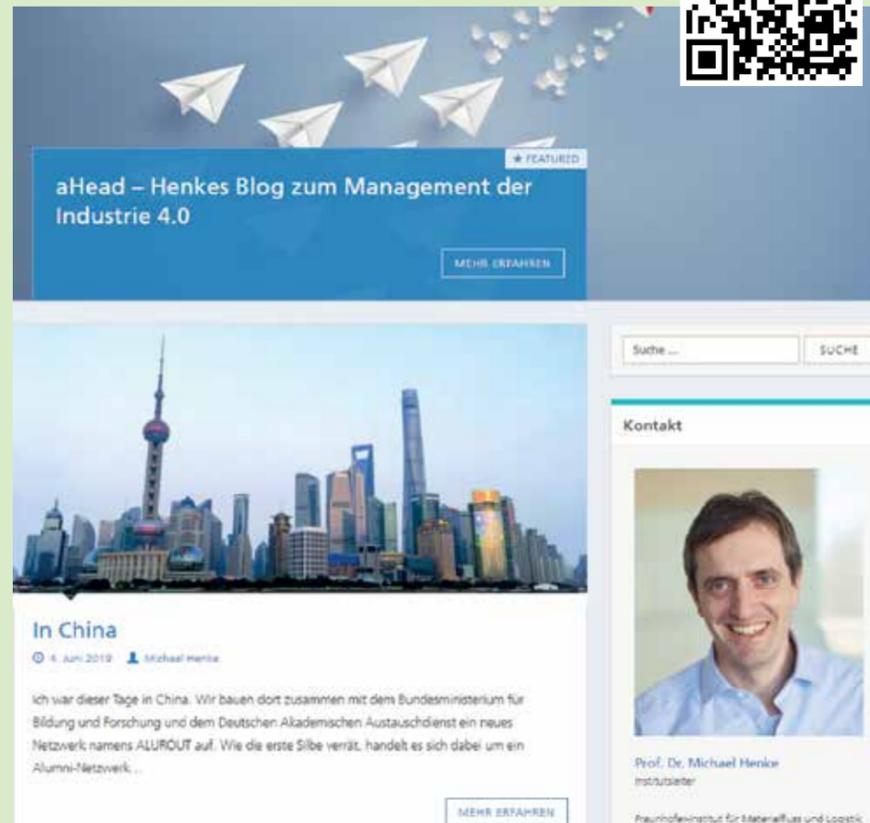
## HenkesBlog – der Blog zum Management der Industrie 4.0!

„...Mit diesem Blog müssen Sie nicht mehr warten, bis wir (wieder mal) bei Ihnen vorbeischauen. Sondern Sie können mir ganz persönlich, aktuell und spontan jene Frage(n) hereinmailen, die Ihnen gerade bei und im Umfeld von 4.0 unter den Nägeln brennt. Mein Team und ich freuen uns darauf.“

Denn wir glauben, nein, wir sehen das täglich: Wer diese große Aufgabe solo, im Alleinflug, allein mit Bordmitteln lösen möchte, stürzt leider nur allzu oft ab oder bremst sich unnötig selber aus, während andere an ihm oder ihr vorbeiziehen. Das ist schade. Unnötig. Vermeidbar. Industrie 4.0 und Management 4.0 sind keine Aufgaben, an denen Egozentriker reüssieren könnten. Und das ist dann auch schon das erste, was wir auf dem Weg zum Management 4.0 verändern können, wollen und sollten: Gemeinsam geht es besser! Coopetition schlägt Konkurrenz. Alle stemmen mehr als einer.

In diesem Sinne: Herzlich willkommen bei HenkesBlog – dem Blog zum Management zur Industrie 4.0! Damit es schneller voran geht.“

<https://henkesblog.iml.fraunhofer.de>



## Jun.-Prof. Dr.-Ing. Anne Meyer

hat zum 01. September 2018 die Juniorprofessur für „Digitalisierung in Unternehmenslogistik und Supply Chain Management“ an der Fakultät Maschinenbau der TU Dortmund angetreten.



Prof. Dr.-Ing. Anne Meyer

Dr.-Ing. Anne Meyer studierte technische VWL mit einem Schwerpunkt auf Verkehr und Logistik an der Universität Karlsruhe und der Universidad de Sevilla. Nach dem Studium arbeitete sie ein Jahr für einen internationalen Sportverband in der Schweiz, um dann wieder nach Karlsruhe und zu Ihren Studienschwerpunkten zurückzukehren: Seit 2008 war Sie in der Gruppe für Logistik und Supply Chain Optimierung am FZI Forschungszentrum Informatik tätig und leitete diese über sieben Jahre. In dieser Zeit promovierte Sie am Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme am Karlsruher Institut für Technologie.

Ein bisheriger Fokus Ihrer Forschungsarbeiten liegt auf der Planung und Steuerung von Supply Chain- und Transportnetzwerken. Neben Methoden aus den Bereichen der mathematischen Optimierung und des Constraint Programming beschäftigt Sie sich in diesem Zusammenhang auch mit Ansätzen zur echtzeitnahen Beschaffung und Analyse von steuerungsrelevanten Plan- und Durchführungsdaten. In enger Zusammenarbeit mit den Kollegen am LFO und den anderen Logistiklehrstühlen in Dortmund, fokussiert sie aktuell die Schnittstellen und Abhängigkeiten zwischen Produktions- und Supply Chain Steuerung.

Anwendungsfallübergreifend treibt Dr.-Ing. Anne Meyer die Fragestellung um, welche Daten, an welchen Stellen, mit welchen Modellen in logistischen Netzwerken zu guten Entscheidungen verarbeitet werden können.

## Dissertation Christoph Besenfelder

Wir gratulieren Christoph Besenfelder der am 23.11.2018 seine Promotion zum Dr.-Ing. am Lehrstuhl für Unternehmenslogistik erfolgreich abschließen konnte.

Das Thema seiner Dissertation lautet: „Beitrag zur quantifizierten Bewertung des Fertigungsstrukturwandels von Produktionssystemen“ und leistet dabei einen wichtigen Beitrag zur automatisierten Erstellung von simulierten Produktionssystemen. Als Korreferent begleitete Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis vom Institut für Fabrikanlagen und Logistik in Hannover das Promotionsverfahren.

Christoph Besenfelder bleibt dem Lehrstuhl für Unternehmenslogistik erhalten und übernimmt die Rolle des Forschungsmanagers, auch für den Bereich Unternehmenslogistik am Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML. Die Dissertation ist in der Reihe „Supply Chain Management“ von Doktorvater Univ.-Prof. Dr. habil. Michael Henke im Verlag Praxiswissen veröffentlicht worden.

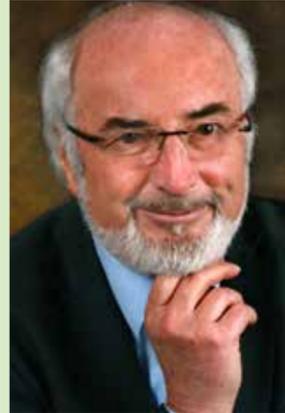
v.l.n.r.: Prof. Andreas Brümmer, Prof. Boris Otto, Prof. Peter Nyhuis, Christoph Besenfelder, Prof. Michael Henke



## Professoren



Univ.-Prof. Dr. habil.  
Michael Henke,  
Lehrstuhlinhaber,  
Sprecher der Graduate School  
of Logistics



Prof. Axel Kuhn  
im Ruhestand



Prof. Horst-Hennig Gerlach  
Emeritus



Dr.-Ing. Anne Meyer  
Juniorprofessorin

## Produktionsmanagement und Fabrikplanung



Nick Große



Julian Graefenstein



Daniel Müller



Jakob Pfrommer  
(ab 05.2019)

## Instandhaltungs- und Servicemanagement



Maximilian Austerjost



Alexander Michalik



Stephanie Niehues

# GEMEINSAM WACHSEN FIT FÜR DIE ZUKUNFT

## Graduate School of Logistics



Natalia Straub  
Oberingenieurin



Dr.- Ing. Christoph Besenfelder  
Forschungsmanager



Britta Scherer,  
Kordinatorin der Graduate  
School of Logistics

## Verwaltung



Simone Thewes  
Sekretärin, LFO

## Grafik, Web, IT



Dagmar Lepke  
Grafik, Web, IT



Uta Spörer  
Vertreterin im wissenschaftli-  
chen Personalrat

## Supply Chain Management und Einkauf



Matthias Brüggelolte



Denis Daus



Tan Gürpınar



Dennis Meyer  
Koordination der Lehre

## Kompetenzmanagement und innovative Lernkonzepte



Sandra Kaczmarek

Außerdem in 2018:

Laura Berger, Mustafa  
Güller, David Scholz.

Wir bedanken uns für die gute Zusammenar-  
beit und wünschen für den weiteren berufli-  
chen Werdegang alles Gute

Das Jahr 2019 bietet die besten Voraussetzungen die Forschungsthemen der Unternehmenslogistik und des Supply Chain Management weiterzuentwickeln. Das Wissenschaftsjahr 2019 startet mit dem übergeordneten Thema „Künstliche Intelligenz“.

Die Logistik und das Supply Chain Management bilden hervorragende Anwendungsfelder für die Methoden des Maschinellen Lernens und ähnlichen Verfahren. Viele Prozesse sind standardisiert und können bereits heute detailliert digital abgebildet werden – die Komplexität der Wertschöpfungsnetze nimmt allerdings immer weiter zu. Der Mensch benötigt intelligente Unterstützung durch Assistenzsysteme, passende Qualifizierungsmaßnahmen, Selbststeuerungsverfahren und autonome Systeme, um in

diesen komplexen Prozesslandschaften weiterhin als gleichberechtigter und informierter Akteur zu partizipieren. Der Reifegrad der Technologien ist erreicht mit dem auch in der Industrie bereits wirtschaftliche Anwendungen möglich werden. Der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik ist nicht nur die aktuellen Forschungsprojekte bereits aktiv in der Bearbeitung dieser Forschungsfelder – viele weitere Projekte sind bereits in Vorbereitung.

## AREA 42



Der Lehrstuhl freut sich einen neuen Laborraum im Maschinenbaugebäude beziehen zu können. Die AREA 42 getaufte experimentelle Umgebung bietet eine flexible Ausstattung für Lehre, Forschung und fachliche Diskussionen. In dem Laborraum finden die entwickelten Demonstratoren mit 3D Druckern, Robotern, Virtual Reality-Technologien und haptischen AR-Anwendungen Platz und

laden zum Ausprobieren ein. Gleichzeitig kann der Raum als Seminarraum genutzt werden und erweitert damit die Möglichkeiten direkt die neusten Technologien in der Lehre einzusetzen. Interessiert die Technologien selbst auszuprobieren und Kooperationsmöglichkeiten kennenzulernen? Melden Sie sich bei uns und betreten Sie die AREA 42!

## Twitter

Bleiben Sie auf dem aktuellen Stand der Forschungsarbeiten im Bereich Unternehmenslogistik und Supply Chain Management: der Lehrstuhl für Unternehmenslogistik informiert ab sofort nicht nur über die Website ([www.lfo.tu-dortmund.de](http://www.lfo.tu-dortmund.de)) sondern auch über Twitter (@LFO1971).



## Impressum

Lehrstuhl für Unternehmenslogistik  
Technische Universität Dortmund

Leonhard-Euler-Straße 5  
D-44227 Dortmund

Telefon: +49-(231)-755-5771  
Telefax: +49-(231)-755-5772

E-Mail: [info@lfo.tu-dortmund.de](mailto:info@lfo.tu-dortmund.de)  
Internet: [www.lfo.tu-dortmund.de](http://www.lfo.tu-dortmund.de)

Inhaltliche Verantwortung: Natalia Straub  
Redaktion: Stephanie Niehues  
Layout, Satz und Gestaltung: Dagmar Lepke

Bildnachweis:  
Titelbild:

S.: [skeeze@pixabay.de](mailto:skeeze@pixabay.de)  
S.13: [langll@pixabay.de](mailto:langll@pixabay.de)  
S.15.: [l.Wood@flickr.com](mailto:l.Wood@flickr.com)  
S.27.: [insspito@pixabay.de](mailto:insspito@pixabay.de)  
S.35: [Chesky\\_W@iStock.com](mailto:Chesky_W@iStock.com)  
S.37: [pikisuperstar@freepik.com](mailto:pikisuperstar@freepik.com)  
S.43: [rawpixel@pixabay.de](mailto:rawpixel@pixabay.de)  
S.51: [Alexandr\\_Screaghin@iStock.com](mailto:Alexandr_Screaghin@iStock.com)

Druck: WirmachenDruck.de

1. Auflage August 2019  
Alle Rechte vorbehalten



UNTERNEHMENSLOGISTIK