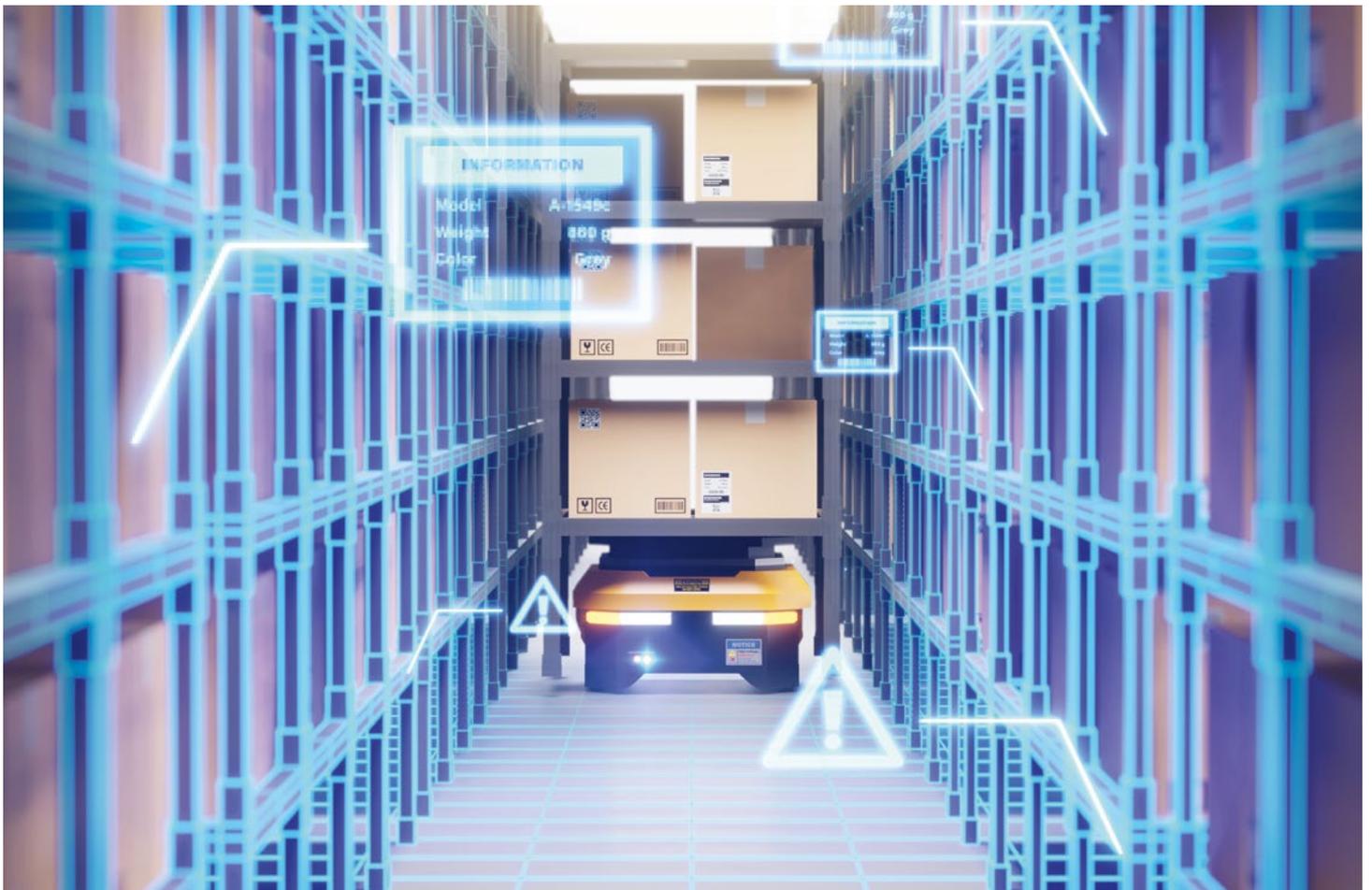


Wissen und Innovationen  
aus niedersächsischen  
Hochschulen

1 | 2022

# Technologie-Informationen



## Produktionslogistik

### **Klimafolgen**

Klimaanpassung  
in der Logistik  
→ Seite 7

### **Simulation**

Produktion im  
Mittelstand optimieren  
→ Seite 13

### **Lieferketten**

Vielfältige Kompetenzen  
für komplexe Daten  
→ Seite 22

### **Digitalisierung**

Leitfaden für  
Logistikprozesse  
→ Seite 24



**Niedersachsen**



## Inhalt

Technologie-Informationen 1 | 2022  
Produktionslogistik

- 3 Aktuelles | Nachgefragt
- 4 Logistikzentren energieeffizient gestalten
- 5 Energetische Gebäudesanierung aus der Smart Factory
- 6 Produktionsplanung – effizient und nachhaltig
- 7 Klimaanpassung in der Logistik
- 8 Digitaler Logistikzwilling – die Fabrik auf dem Schreibtisch
- 10 Produktionslogistik als Welt in Würfeln
- 11 Logistikprozesse in Lernfabrik optimieren
- 12 Effiziente Fabriken dank künstlicher Intelligenz
- 13 Produktionssimulation für den Mittelstand
- 14 Entscheidungen in komplexen Produktionssystemen unterstützen
- 15 Produktionssysteme – robust, resilient oder beides?
- 16 Baustellenmontage – Störungen per App beheben
- 17 Effizienter Flugzeugbau mit autonomen Robotern
- 18 Mobile Lagersysteme – intelligent und lernfähig
- 20 Assistenzsysteme unterstützen Kommissionierung
- 21 Biopharmaka schnell, flexibel und effizient produzieren
- 22 Vielfältige Kompetenzen für komplexe Daten
- 23 Gemeinsam besser – aus der Region für die Region!
- 24 Digitalisierungs-Leitfaden für Logistikprozesse
- 25 Personal intelligent einsetzen und weiterbilden
- 26 Strategische Relevanz von Expatriates

Die Technologietransferstellen der niedersächsischen Hochschulen erleichtern insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen sowie öffentlichen Einrichtungen den Zugang zu Forschung und Entwicklung. Bei Fragen oder Kontaktwünschen wenden Sie sich bitte an die Transferstelle in Ihrer Region. Ihre Ansprechpersonen finden Sie auf der vorletzten Seite der Technologie-Informationen.



**Prof. Dr. Dirk Schleuter**  
Professur für Produktion und Logistik  
Hochschule Emden/Leer



**Dr. Stephan Kotzur**  
Direktor Hochschul-  
institut Logistik  
Hochschule Emden/Leer

## Liebe Leserinnen und Leser,

Naturkatastrophen, havarierte Containerschiffe, die Corona-Krise und aktuell der Krieg in der Ukraine – all diese Faktoren zwingen Unternehmen auf dramatische Weise dazu, ihre Lieferketten neu zu bewerten. Kurze Transportwege sowie eine schnelle Reaktionsfähigkeit werden immer wichtiger, um zum einen die Resilienz des Gesamtsystems „Produktion“, zum anderen auch die Nachhaltigkeit zu stärken. Die Unabhängigkeit unserer Versorgung sollte eines unserer obersten Ziele für die nächsten Jahre sein. Dabei ist es unabdingbar, die Prozesse in Unternehmen wettbewerbsfähig und so Deutschland als Produktionsstandort attraktiv zu gestalten.

Als Teil der Lösung werden beispielsweise Technologien der Industrie 4.0, cyber-physische Systeme, Blockchain und künstliche Intelligenz angepriesen. Seither gibt es vor allem in größeren Unternehmen Digitalisierungsstrategien, mithilfe derer neue Produkte entwickelt und Prozesse optimiert werden. Aber kleine und mittlere Unternehmen (KMU) verfügen meist nicht über die dazu notwendigen Ressourcen. Es braucht daher zwingend niedrigschwellige Angebote für KMU – etwa Technologietransfer durch Best-Practice-Lösungen – sowie entsprechende Förderkulissen, damit auch KMU neue Technologien und Innovationen risikoarm einführen können.

Hier kann und will die Wissenschaft unterstützen. Diese ti-Ausgabe stellt Digitalisierungsstrategien für KMU sowie Lösungen für Simulationen vor, behandelt Themen wie Prozessoptimierung und Nachhaltigkeit und zeigt Beispiele zum Einsatz von maschinellem Lernen. Wir wünschen viel Spaß bei der Lektüre. Wenn Sie ein Thema besonders interessiert, scheuen Sie sich nicht, die Autoren direkt anzusprechen.

*D. Schleuter*  
*Stephan Kotzur*

# Aktuelles



Wir stehen Unternehmen zur Seite

## Nachhaltigkeit und Klimaneutralität

### Online-Seminar für Unternehmen

Wie soll und muss sich ein Unternehmen in Zukunft im Bereich Nachhaltigkeit und Klimaneutralität aufstellen? Mit steigenden Energiekosten und strikteren gesetzlichen Vorgaben befassen sich viele Unternehmen nicht nur aus ethischer, sondern auch aus finanzieller und rechtlicher Sicht mit dieser Frage.

Dazu veranstaltet das Enterprise Europe Network Niedersachsen ein kostenfreies Online-Seminar am 22. Juni 2022. Hier gibt das EEN Unternehmen und anderen Interessierten einen Rundumblick zu Themen wie Ressourceneffizienz, CO<sub>2</sub>-Bilanzierung und Klimaneutralität. Weitere Informationen erhalten Sie unter „Aktuelle Veranstaltungen“ auf:

➔ [www.uni-hannover.de/de/forschung/transfer/enterprise-europe-network/](http://www.uni-hannover.de/de/forschung/transfer/enterprise-europe-network/)



Ein berufsbegleitendes Studium verbindet Technik und Wirtschaft.

## Management und Technik

### Berufsbegleitende Weiterbildung

An der Schnittstelle von Management und Technik, wo Betriebswirte mit Ingenieuren zusammenarbeiten, kann es zu Missverständnissen und Problemen kommen, wenn Fachkräfte nicht auf Augenhöhe kommunizieren. Die Leuphana Professional School bietet daher zwei berufsbegleitende Masterstudiengänge an.

Beim Master Wirtschaftsingenieurwesen erhalten Studierende mit betriebswirtschaftlichem Hintergrund eine technisch-praktische Qualifizierung. Beim MBA Digital Production Management liegt der Fokus darauf, Produktionsprozesse im Zeitalter der Industrie 4.0 zu optimieren. Beide Studiengänge sind eng auf die Praxis in den Unternehmen ausgerichtet.

➔ [www.leuphana.de/ma-wing](http://www.leuphana.de/ma-wing)  
➔ [www.leuphana.de/mba-dpm](http://www.leuphana.de/mba-dpm)



Automatisierte Inventur: Drohnen fotografieren Getränkekisten, neuronale Netze werten die Bilder aus.

### Nachgefragt

## Mit Drohnen und KI zur automatisierten Inventur

Das manuelle Zählen von Anlagen und Waren bei der Inventur ist sehr aufwändig und erzeugt hohe Personalkosten. In Kooperation mit Praxispartnern setzt die Universität Oldenburg künstliche Intelligenz ein, um solche Logistikprozesse zu optimieren.

**René Kessler, im ti-Magazin 2-2020 berichteten wir über eine Machbarkeitsstudie, Drohnen und KI für die Inventur einzusetzen. Wie weit sind Sie mit der Umsetzung?**

Wir haben die Leergut-Inventur eines Kunden der abat AG näher untersucht. Der bisherige manuelle Ansatz pro Inventurlauf verursachte 24 Personentage. Durch den Drohnen-Einsatz und die entwickelten KI-Algorithmen konnten wir zeigen, dass die Automatisierung der Inventur erfolgreich machbar ist. Unser Ansatz spart bis zu 90 Prozent des Aufwands ein, da nun keine manuelle Zählung mehr notwendig ist.

### Wie funktioniert das neue Inventursystem?

Drohnen nehmen Bilder von den Leergutbeständen auf, diese werden an den KI-Service übermittelt. Der Algorithmus erkennt und lokalisiert die Waren, klassifiziert und zählt diese. Dabei bezieht der Service sowohl die Front-Ansicht als auch die Vogelperspektive der Waren in die Analyse ein. Zum Einsatz kommen dabei vor allem Convolutional Neural Networks und Transformer Networks sowie diverse Verfahren aus dem Bereich der Bildvorverarbeitung und der Image Augmentation.

### Wann könnte das System einsatzbereit sein?

Der Prototyp funktioniert nach einigen Anpassungen sehr gut. Zum Beispiel haben wir die Vogelperspektive integriert und die Leistungsfähigkeit der Netzwerke erhöht. Die Genauigkeit in den bisherigen Tests beträgt 95 Prozent. Hierfür haben wir die Auszeichnung als „Produkt des Jahres 2022“ des Materialfluss-Magazins erhalten. Mit einem Einsatz in der Praxis rechnen wir in zirka eineinhalb Jahren.

### Universität Oldenburg Abteilung Wirtschaftsinformatik

→ René Kessler, M. Sc.  
→ [rene.kessler@uol.de](mailto:rene.kessler@uol.de)  
→ <https://point-project.org/>

Logistikstandorte verbrauchen viel Energie. Ein ganzheitliches Versorgungskonzept für Strom, Wärme und Mobilität soll helfen, Energie einzusparen.



## Logistikzentren energieeffizient gestalten

Das Potenzial für Energieeinsparungen ist in Logistikzentren enorm. Vor allem Kühlhäuser und der ruhende Kühllastverkehr verbrauchen viel Energie. Hinzu kommt der Energiebedarf von Bürogebäuden und Beschäftigten. Die Universität Oldenburg entwickelt in einem Kooperationsprojekt ein ganzheitliches Energieversorgungskonzept, das die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität zusammenführt. Es bietet die Möglichkeit, das Energiesystem zu optimieren und CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen.



In Logistikzentren müssen die Kühlketten von temperierten Waren eingehalten werden. Hier ergibt sich ein großes Potenzial, CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen.

**T**emperierte Transporte von Pharmazeutika, frischen Lebensmitteln oder anderen empfindlichen Waren nehmen stetig zu. Um in Logistikzentren die Kühlketten einzuhalten, werden Kühlhäuser oder mobile Kühlaggregate eingesetzt, deren Betrieb üblicherweise mit fossilen Brennstoffen erfolgt. Hier ergibt sich ein enormes Potenzial zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Weitere Anknüpfungspunkte für CO<sub>2</sub>-arme oder sogar klimaneutrale Betriebsformen bieten die Gebäudeenergie, Waschanlagen, die Ruhezeiten der Fahrerinnen und Fahrer sowie die Beschäftigtenmobilität an Logistikstandorten.

### Klimaneutrale Energiequellen vor Ort aufbauen

An diesen Stellen setzt das Projekt „ELogZ – Energieversorgungskonzepte für klimaneutrale Logistikzentren“ der Universität Oldenburg und eines Konsortiums aus Forschung und Wirtschaft an. Für ein sektorenübergreifendes Energiekonzept erfassen und simulieren die Forschenden zunächst den Energiebedarf der kompletten Liegenschaft. Sie streben die konsequente Nutzung erneuerbarer Energien in allen Bereichen an. Mit einem konkreten Energiemanagementsystem können sie den Einsatz – insbesondere lokal verfügbarer Energiequellen – sektorenübergreifend planen und kalkulieren. Maßnahmen sind zum Beispiel bedarfsgerechte Photovoltaikanlagen, Abkehr von der Dieselnutzung zur Vorkühlung von Aufliegern bei temperaturgeführten Transporten und Elektrifizierung der Fahrzeugflotte. Indem die notwendige Ladeinfrastruktur am Standort errichtet wird, lässt sich der Mobilitäts- und Transportsektor mit dem Energiesektor verknüpfen.

### Konzept wird mit Wirtschaftspartnern umgesetzt

ELogZ wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert. Die Universität Oldenburg kooperiert mit dem Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt sowie Unternehmen aus dem Energie- und Systemtechnik-Sektor. Im Ergebnis erfasst und bewertet das Forschungsvorhaben innovative Ansätze zur Reduzierung des Energiebedarfs des Gesamtsystems Logistikzentrum und gibt erfolgsversprechende Handlungsempfehlungen. Das entwickelte Konzept wird am Standort der Paneuropa Transport GmbH in Bakum demonstriert und umgesetzt.

### Forschung

#### Universität Oldenburg Abteilung Wirtschaftsinformatik

- Prof. Dr. Jorge Marx Gómez
- Bettina Steden, M. Sc.
- [bettina.steden@uol.de](mailto:bettina.steden@uol.de)
- <https://uol.de/vlba>
- <https://elogz.de/>

#### Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR) Institut für Vernetzte Energiesysteme

- Thomas Poppinga
- [thomas.poppinga@dlr.de](mailto:thomas.poppinga@dlr.de)
- [www.dlr.de/ve](http://www.dlr.de/ve)

Die energetische Sanierung von Häusern ist aufwändig und teuer. Die kundenindividuelle Fertigung von Fassaden- und Dachpaneelen in einer hochautomatisierten Fabrik spart Zeit und Kosten.

# Energetische Gebäudesanierung aus der Smart Factory



Wie lassen sich 22 Millionen Wohngebäude in der Nordseeregion bis 2050 energetisch sanieren? Zum Beispiel mithilfe einer autonomen Fabrik mit selbstorganisierender Fertigung und Logistik. Die Jade Hochschule am Standort Elsfleth entwickelt mit einem internationalen Projekt-Konsortium eine solche intelligente Fabrik: Hier sollen jährlich bis zu 15.000 Fassaden- und Dachpaneele zur energetischen Sanierung von Gebäuden hochautomatisiert gefertigt werden.

**S**ehr viele Gebäude in den Nordsee-Anrainerstaaten weisen einen hohen Energiebedarf auf und müssen zur Erreichung des Pariser Klimaabkommens saniert werden. Die Kosten handwerklicher Methoden sind für Eigentümer oftmals zu hoch und die Modernisierung ist sehr aufwändig und zeitintensiv. Durch die Automatisierung der derzeitigen manuellen Tätigkeiten will ein internationales Projekt-Konsortium erreichen, den Sanierungsprozess zu beschleunigen und zu vereinfachen sowie vor allem die Kosten zu reduzieren.

## Kundenindividuelle Elemente, einfache Montage

Der Fertigungsprozess soll in der zukünftigen Pilotfabrik überwiegend autonom ablaufen: Nach einer 3D-Laservermessung des zu renovierenden Gebäudes mit der sogenannten BIM-Technologie werden die neu entwickelten Fassaden- und Dachpaneele passgenau in einer dezentralen Fabrik gefertigt. Fenster, Türen und Solarpaneele sind bei diesen bis zu zwölf Meter langen und drei Meter hohen Elementen bereits integriert. Somit können diese Elemente innerhalb weniger Tage vor Ort installiert werden – ohne dass die Bewohner ihre Wohnung verlassen müssen.



In einer intelligenten Fabrik werden passgenau Fassaden- und Dachpaneele inklusive Solar-, Heizungs- und Ventilationssystemen für die Montage am bestehenden Haus automatisiert gefertigt.

Die Aufgabe der Jade Hochschule in Elsfleth als deutscher Projektpartner ist es, moderne Supply-Chain-Strategien zu gestalten, um die hohen logistischen Anforderungen einer solchen Fabrik zu bewältigen. Gleichzeitig wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Beschaffungs-, Herstellungs- und Distributionsprozesse autonom und nachhaltig realisieren. Zu den hierbei untersuchten technologischen Möglichkeiten gehören unter anderem Cloud-Computing, cyberphysikalische Systeme (zum Beispiel intelligente Roboter) und das Internet der Dinge.

## Kosten reduzieren, Renovierungstempo steigern

Die Ergebnisse des von der EU geförderten Interreg-Projektes INDU-ZERO liegen bereits vor: So zeigt die bisher nur digital existierende Fabrik, dass eine kundenindividuelle Massenproduktion von standardisierten Sanierungspaketen in einer hochautomatisierten intelligenten Fabrik möglich ist und Kosten signifikant reduziert werden können. Zudem sind bereits erste Wohneinheiten in den Niederlanden mit den entworfenen Sanierungspaketen testweise ausgerüstet worden. Hierbei bestätigte sich, dass sich das Renovierungstempo deutlich steigern lässt und eine Umfunktionierung zu einem Nullenergiehaus realistisch ist. Nun sucht das Konsortium Investoren, um die intelligente Fabrik zu realisieren und in der wirklichen Welt zu bauen.

## Forschung

### Jade Hochschule Fachbereich Seefahrt und Logistik

- Prof. Dr. Kerstin Lange
- [kerstin.lange@jade-hs.de](mailto:kerstin.lange@jade-hs.de)
- Bennet Zander, M. Sc.
- [bennet.zander@jade-hs.de](mailto:bennet.zander@jade-hs.de)
- [www.jade-hs.de/unsere-hochschule/fachbereiche/seefahrt-und-logistik](http://www.jade-hs.de/unsere-hochschule/fachbereiche/seefahrt-und-logistik)
- [www.induzeroblueprint.eu/cover/](http://www.induzeroblueprint.eu/cover/)

# Produktions- planung – effizient und nachhaltig

Greenwashing

Produktionsplanung – geht es dabei nur um wirtschaftliche Ziele, um Greenwashing oder um echte Nachhaltigkeit? Ein Entscheidungsmodell der Hochschule Emden/Leer unterstützt Unternehmen, soziale und ökologische Aspekte in die Produktionsplanung zu integrieren.

Eine konventionelle Produktionsplanung will vor allem wirtschaftliche Aspekte möglichst effizient erfüllen. Im Sinne einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung muss das Ziel der Produktionsplanung aber um ökologische und soziale Aspekte erweitert werden. Forschende der Hochschule Emden/Leer haben ein Modell entwickelt und getestet, das Unternehmen Vorschläge macht, wie sie ihre Nachhaltigkeit verbessern können.

Nachhaltige Entwicklung bedeutet, die Bedürfnisse der gegenwärtigen Generationen zu befriedigen, ohne die Möglichkeiten zukünftiger Generationen einzuschränken. Diese Definition ist weit verbreitet, wohingegen ihre Bedeutung für Produktionssysteme vage und komplex bleibt. Grundsätzlich bedeutet die Entwicklung eines Systems erstens, ein mögliches Verbesserungspotenzial im Vergleich zu einem angestrebten Systemzustand zu bewerten. Zweitens werden alternative Handlungsmöglichkeiten ermittelt, um den angestrebten Zustand zu erreichen. In der Regel bestimmt und optimiert Produktionsplanungsoftware die Produktionsprozesse entsprechend aktueller Produktionsbedingungen und Planungsziele.

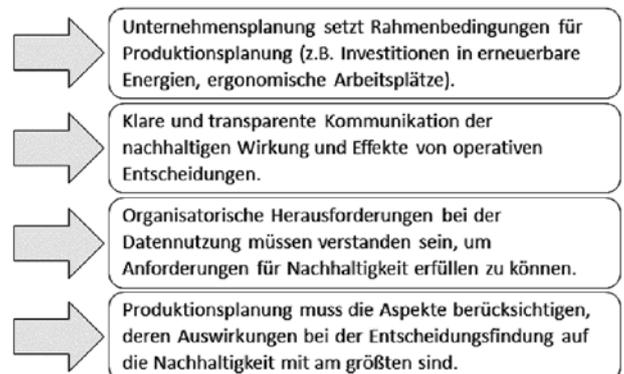
## Entscheidungsmodell und Schlussfolgerungen

Aktuelle Methoden zur Produktionsplanung konzentrieren sich eher auf einzelne Aspekte der Nachhaltigkeit wie Energie- oder Abfallplanung. Werden jedoch ökologische und soziale Aspekte außer Acht gelassen, birgt es das Risiko für den „Rebound-Effekt“ oder „Greenwashing“. Die Anforderungen und Herausforderungen einer Produktionsplanung unter nachhaltigen Aspekten hat Maximilian Zarte an der Hochschule Emden/Leer in seiner Promotion untersucht.

Zur ganzheitlichen und nachhaltigen Planung hat er ein Entscheidungsmodell entwickelt, welches soziale, ökologische und wirtschaftliche Aspekte gleichzeitig bewertet und dem Nutzer Vorschläge zur Umsetzung macht. Das Modell wurde in einer Fallstudie im Labor für Produktionsplanung der Hochschule Emden getestet und validiert.

Dabei wurden in der Promotion allgemeine Schlussfolgerungen für eine Produktionsplanung nach nachhaltigen Aspekten gezogen (siehe Abbildung).

### Schlussfolgerungen für eine Produktionsplanung nach nachhaltigen Aspekten:



Allgemeine Schlussfolgerungen für eine nachhaltige Produktionsplanung

## Forschung

### Hochschule Emden/Leer

- Prof. Dr.-Ing. Agnes Pechmann
- [agnes.pechmann@hs-emden-leer.de](mailto:agnes.pechmann@hs-emden-leer.de)
- [www.hs-emden-leer.de/studierende/fachbereiche/technik/labore/produktionsplanung](http://www.hs-emden-leer.de/studierende/fachbereiche/technik/labore/produktionsplanung)



# Klimaanpassung in der Logistik

Vielleicht ist bis jetzt alles gut gegangen, doch Klimafolgen wie zum Beispiel Hochwasser können jedes Unternehmen treffen.

Es ist unwiderlegbar, dass sich unser Klima verändert und damit Extremwetterphänomene wie Starkregen, Dürre, Hochwasser oder Hitzeperioden deutlich zunehmen. Ein Großteil der Bevölkerung ist der Meinung, dass Wirtschaft und Politik handeln müssen. Inwieweit sind Unternehmen aber auf solche Veränderungen vorbereitet? Liegt ein Bewusstsein für standortbezogene Maßnahmen zur Klimaanpassung vor? Eine Forschungsgruppe der Hochschule und der Universität Osnabrück untersucht Theorie und Praxis.

Extremwetterphänomene nehmen mit dem fortschreitenden Klimawandel zu. Diese Klimafolgen oder Klimarisiken betreffen aus diversen Gründen auch Unternehmen. Hier setzt das Forschungsprojekt KlimaLogis der Hochschule und Universität Osnabrück an. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen, wie Unternehmen der Logistikbranche Maßnahmen zur Klimafolgenanpassung umsetzen können und in welchem Umfang sie hier bereits aktiv sind. Mögliche Maßnahmen zur Klimaanpassung sind beispielsweise Regenrückhaltebecken, Beschattung gegen starke Hitze oder eigene Kleinkraftwerke, die Stromausfälle durch Extremwetterereignisse kompensieren.

Mit Interviews ermittelt die Forschungsgruppe die Akzeptanz in den Unternehmen, Klimaanpassungsmaßnahmen umzusetzen. Auf zwei Theorien („Theory of Planned Behaviour“ nach Ajzen und „Diffusion of Innovations“ nach Rogers) basierend unterscheidet sie drei Akzeptanzphasen:

- In der Phase der **Einstellungsakzeptanz** entwickelt ein Unternehmen ein Bewusstsein für oder Interesse an Klimaanpassung.
- Daraus leitet sich eine **Handlungsakzeptanz** im Unternehmen ab und es führt erste Experimente oder Versuche mit konkreten Klimaanpassungsmaßnahmen durch.
- Führt diese Phase zum Erfolg, gehen Unternehmen in die **Nutzungsakzeptanz** über. Dabei werden die Ergebnisse aus der Handlungsphase konkret übernommen und in den Gesamtkontext des Unternehmens eingeordnet.

## Unternehmen für Geschäftsrisiken sensibilisieren

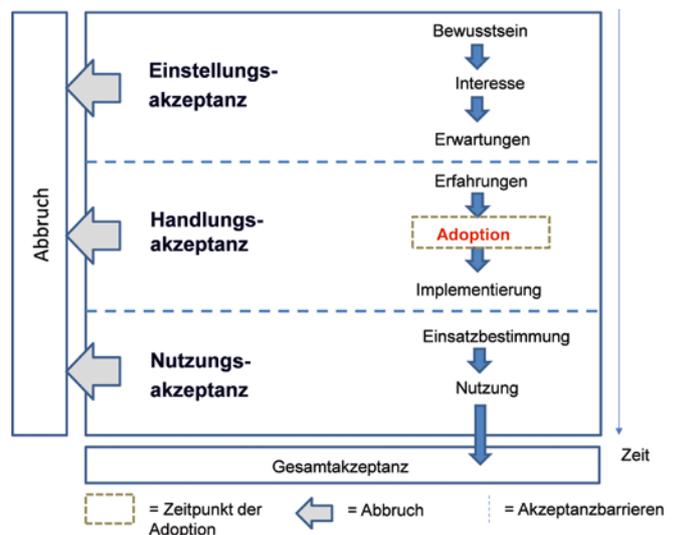
Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass sich Unternehmen – trotz umfangreicher Bemühungen beim Klimaschutz – bei der Klimaanpassung noch in der Phase der Einstellungsakzeptanz befinden. Ihnen sind die Folgen des Klimawandels zwar bewusst, jedoch sind sie bisher von Extremwetterereignissen kaum betroffen, sodass sie selten eine Anpassung der Prozesse planen beziehungsweise umsetzen. An diesem

Punkt will das Forschungsteam Aufklärungsarbeit leisten und den Blick für klimabedingte Geschäftsrisiken schärfen. Zum Beispiel machen die Forschenden über verschiedene Indikatoren aus der Logistik und Klimaanpassung mögliche Einflüsse auf die Unternehmenskennzahlen sichtbar. Damit unterstützt das Team Unternehmen dabei, Prozessabschnitte und zugehörige Akteure für Klimaanpassungsmaßnahmen zu identifizieren und zu bewerten.

## Praxis

### Hochschule Osnabrück Institut für Produktion und Logistik

- Jan Niklas Busch, M. Sc.
- [jn.busch@hs-osnabrueck.de](mailto:jn.busch@hs-osnabrueck.de)
- [www.ris-logis.net](http://www.ris-logis.net)



Akzeptanz- und Anpassungsprozesse von Klimaanpassungsmaßnahmen in Logistikunternehmen



# Digitaler Logistikzwilling – die Fabrik auf dem Schreibtisch

Bei einer variantenreichen Werkstattfertigung sind Warte- und Durchlaufzeiten schwer prognostizierbar. Simulationsmodelle helfen Unternehmen dabei, Logistik- und Fertigungsprozesse ganzheitlich zu optimieren.

Produktions- und Logistikprozesse werden stetig komplexer und weisen eine immer höhere Vernetzung auf. Kommt es hier zu unerwarteten Produktionsausfällen und globalen Lieferengpässen, beeinträchtigt das die gesamte Wirtschaft. Lokal führen Verzögerungen an einer Anlage zu hohen Beständen und damit zu Lieferverzögerungen. Um Flaschenhälse zu identifizieren und mögliche Lösungsstrategien zu bewerten, unterstützt das Simulationswissenschaftliche Zentrum Clausthal-Göttingen (SWZ) Unternehmen bei der Modellierung und Analyse ihrer Logistik- und Fertigungsprozesse.

Gemäß seinem Leitspruch „Sie können jede Farbe haben, Hauptsache sie ist schwarz.“ gestaltete Henry Ford die Fließbandproduktion sehr preiswert, indem er die Vielfalt an Varianten radikal reduzierte. Dieses Prinzip funktionierte von 1913 bis 1927 sehr gut – bis es General Motors und Chrysler gelang, eine kostengünstige Fließbandfertigung mit einer variablen Produktpalette zu kombinieren. Dieser Trend zu einer variantenreicheren Fertigung hält bis jetzt ungebrochen an. Heute spricht man von „Losgröße 1“, wenn trotz einer komplexen Fertigung kein Produkt, welches die Fabrik verlässt, dem anderen gleicht.

## Produktionsprozesse ganzheitlich abbilden

Henry Ford konnte seine Fabrik noch mit Stift und Papier planen und den Ressourcenbedarf per Dreisatz ausrechnen. Heute gehören CAD-Systeme für die Planung und Enterprise Resource Planning (ERP) Werkzeuge für den operativen Betrieb längst zum Standard. Diese digitalen Werkzeuge ermöglichen eine mikroskopische Sicht auf die Fertigung: Wann muss welche Lieferung eingetroffen sein, um anstehende Aufträge in der vorgegebenen Zeit exakt abarbeiten zu können? Wie lange fallen die Wartungsintervalle der

Maschinen aus? „ERP-Systeme bilden die Prozesse im Idealfall ganzheitlich ab – vom Material-Lieferschein bis hin zur Rechnung an den Endkunden“, erläutert Dr. Alexander Herzog vom Simulationswissenschaftlichen Zentrum Clausthal-Göttingen.

## Getaktete Produktion versus reale Welt

Allerdings verstellt diese Detailsicht vielfach den Blick auf die großen Zusammenhänge. „Eine exakt getaktete Produktion ohne Wartezeiten ist nur in der Großserienfertigung realisierbar“, schränkt Alexander Herzog ein. „Selbst in einer vollautomatisierten Produktion gibt es unvorhergesehene Störungen.“ Bei den allermeisten Unternehmen herrscht zudem eine Werkstattfertigung statt einer reinen Fließfertigung vor. Diese ist variantenreich und komplex, die Prozesszeiten schwanken, teure Maschinen sollen möglichst hoch ausgelastet sein, Warte- und Durchlaufzeiten sind schwer prognostizierbar. Laut aktuellen Studien macht die Wartezeit im Maschinenbau etwa 75 Prozent der gesamten Durchlaufzeit aus. Hier kann ein mikroskopischer ERP-Ansatz zwar Probleme nachstellen – Erkenntnisse über deren Ursachen, oder wie sie möglichst kostengünstig behoben werden können, liefert er jedoch nicht.



Auch bei Hightech-Produkten ist nicht überall eine getaktete, vollautomatisierte Fließfertigung möglich. Smartphones werden teilmanuell gefertigt – mit stark schwankenden Bedienzeiten. Um derartige Prozesse zu analysieren, reicht es nicht aus, einzelne Prozessschritte isoliert zu betrachten. Erst Simulationsmodelle der Fertigung ermöglichen die Abbildung von Netzwerkeffekten.

### Simulationen entwickeln, Anwender beraten

„Um die Ursachen für Verzögerungen, verspätete Lieferungen oder hohe Bestände aufzufinden, sind abstrahierte Modelle der Fertigung nötig – zum Beispiel ein digitaler Logistikzwilling“, führt der Mathematiker aus. „Hier wird nicht nur das nächste Bauteil betrachtet, sondern es wird die Verflechtung der Bedienstationen mit ihren jeweiligen Bedienzeiten und weiteren Eigenschaften abgebildet.“ Am Simulationswissenschaftlichen Zentrum, einer gemeinsamen interdisziplinären Forschungseinrichtung der Technischen Universität Clausthal und der Universität Göttingen, entwickelt Alexander Herzog maßgeschneiderte Werkzeuge zur Simulation von Produktions- und Logistikprozessen, zum Beispiel den Warteschlangensimulator. Der Wissenschaftler bietet zudem Unternehmen konkrete Beratung bei deren Anwendung beziehungsweise der Aufstellung und Interpretation der Modelle an.

### Maßnahmen gefahrlos ausprobieren

„Der wichtigste Vorteil eines digitalen Logistikzwillings besteht darin, dass er nicht nur den aktuellen Produktionsplan nachbildet, sondern verschiedene Zukunftsszenarien

durchspielen kann“, betont Alexander Herzog. In solch einem experimentierfähigen Simulationsmodell lassen sich verschiedene Maßnahmen, Strategien und Investitionen sowie ihre Auswirkungen auf die Produktion gefahrlos ausprobieren. Was passiert zum Beispiel, wenn an einer Station zusätzliches Personal eingesetzt wird? Wie wirkt sich eine neue Maschine oder eine veränderte Zuweisungsstrategie aus? Dabei weist er darauf hin, dass sich sinkende Wartezeiten und höhere Liefertreue nicht linear zu den Investitionskosten verhalten. „In vielen Fällen reicht es bereits aus, bestimmte Regeln und Strategien anzupassen.“ Damit eignen sich entsprechende Werkzeuge aufgrund von gesunkenen Kosten und einer einfacheren Modellierung mittlerweile auch verstärkt für kleinere Unternehmen.

### Technologieangebot

#### Simulationswissenschaftliches Zentrum Clausthal-Göttingen

- Dr. Alexander Herzog
- alexander.herzog@tu-clausthal.de
- [www.simzentrum.de/de/forschungsprojekte/warteschlangensimulation/](http://www.simzentrum.de/de/forschungsprojekte/warteschlangensimulation/)



# Produktionslogistik als Welt in Würfeln

Lange Durchlaufzeiten, Störungen im Materialfluss, hohe Lagerbestände – das sind einige der Probleme, mit denen sich produzierende Unternehmen heute konfrontiert sehen. Durch die virtuelle Erfassung und Analyse in Echtzeit können produktionslogistische Systeme nachhaltig optimiert werden. An einer solchen virtuellen Lösung forscht *das hub* der Hochschule Hannover im Rahmen des Verbundprojektes 5GAPS.

Mittels 5G-Positionierungssystem lassen sich sowohl reale als auch fiktionale Objekte, Maschinen und Personen virtuell im dreidimensionalen Raum abbilden. Das optimiert Planung und Produktion.

**P**roduzierende Unternehmen stehen vor großen Veränderungen. Mehr und mehr Produktionsabläufe werden automatisiert; interne und externe Akteure vernetzen sich stärker, sodass Arbeitsabläufe zunehmend miteinander verschmelzen. Der Trend zur Individualisierung von Produkten führt zu stark sinkenden Losgrößen und aufwändigeren Produktionsprozessen. Wie Produktionsabläufe trotz gestiegener Anforderungen und Systemkomplexitäten optimiert und gesichert werden können, will *das hub* der Hochschule Hannover (data analytics and simulation hub for production, logistics and mobility) im Verbundvorhaben 5GAPS demonstrieren. Die Forschenden setzen ein digitales 5G-Positionierungssystem im produktionslogistischen Umfeld ein, um Planungsprozesse zu verbessern und operative Prozessfehler zu vermeiden.

## Digitaler Zwilling erfasst Objekte in Echtzeit

Ziel des Gesamtprojektes ist es, ein Konzept für den Einsatz von 5G-Technologien für eine intelligente und dynamische Flächenverwaltung zu erarbeiten. Das Modell entspricht einem dreidimensionalen Würfel, der unter Echtzeitbedingungen aktualisiert wird. Dieser digitale Zwilling erfasst Gegenstände, Fahrzeuge, Maschinen und Personen im dreidimensionalen Raum. Damit unterstützt er produzierende Unternehmen beispielsweise bei der Planung und Zuweisung von Ressourcen oder bei der autonomen Hinderniserkennung. Hierbei arbeiten die Landeshauptstadt Hannover, die Deutsche Messe AG, Kühne & Nagel, Volkswagen

Nutzfahrzeuge, die Hochschule Hannover, mehrere Institute der Leibniz Universität Hannover und weitere Partner eng zusammen. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert.

## Flexibel bei Datenerfassung und Anwendung

Im technischen Ansatz bestimmt ein global definiertes, skalierbares Koordinatensystem die tatsächlichen Positionen und Zustände von Objekten und verbessert damit die adaptive Raum- und Flächennutzung maßgeblich. Der wesentliche Vorteil des dynamischen digitalen Zwillings gegenüber anderen Systemen ist seine Flexibilität in Bezug auf Datenerfassung und Anwendungsraum. Weiterhin ermöglicht die 5G-Technologie ultrakurze Latenzzeiten und unterstützt Echtzeitanwendungen.

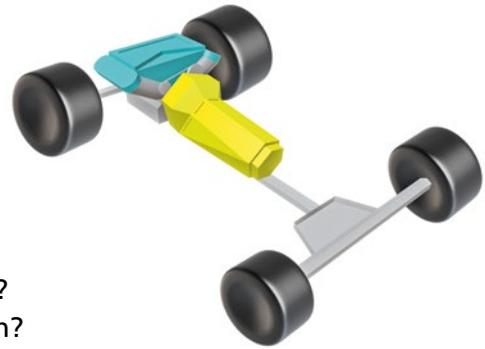
## Forschung

### Hochschule Hannover

#### *das hub*, Fakultät IV – Wirtschaft und Informatik

- Marvin Auf der Landwehr, M. Sc.
- Prof. Dr. Christoph von Viebahn
- christoph-von.viebahn@hs-hannover.de
- Prof. Dr. Volker Ahlers
- volker.ahlers@hs-hannover.de
- www.das-hub.de

# Logistikprozesse in Lernfabrik optimieren



An welcher Stelle lässt sich der Produktionsprozess optimieren? Wie lassen sich in der Produktionslogistik Ressourcen einsparen? Solche Fragen sind im Unternehmensalltag immer wieder präsent. Gemeinsam mit einem Industriepartner hat das Institut für Produkt- und Prozessinnovation der Leuphana Universität Lüneburg in seiner haptischen Lernfabrik ein Simulationsmodell entwickelt, um die Stellschrauben zu finden und das Potenzial für Optimierungen zu nutzen.

Während der Schulung in der digitalen Lernfabrik können verschiedene Szenarien und Methoden ausprobiert und angepasst werden, zum Beispiel die Montage eines Chassis.

Bereits seit einigen Jahren betreibt das Institut für Produkt- und Prozessinnovation an der Leuphana Universität Lüneburg eine haptische Lernfabrik. In diesem Labor haben Praxispartner und Studierende die Möglichkeit, mit Konzepten der Industrie 4.0 zu experimentieren und deren Nutzen zu evaluieren. Ausgehend von ineffizienten und ineffektiven Prozessen entwickeln sie Lösungsansätze für die Fertigung, Montage und Logistik. Indem sie verschiedene Positionen – von der Bestellabwicklung, über Einkauf, Vorfertigung, Montage und Logistik bis zur Auslieferung – einnehmen, erhalten sie ein tiefgreifendes Verständnis für den gesamten Prozess. Dabei erkennen die Teilnehmenden, welche Verbesserungsmöglichkeiten es gibt, können Alternativen ausprobieren und direkt erfahren, welche konkreten Auswirkungen sich aus der Umstellung einzelner Arbeitsschritte ergeben.

## Digitaler Zwilling zeigt Potenziale auf

Nun haben die Forschenden in enger Abstimmung mit einem Industriepartner eine digitale Version einer Produktionsfabrik, einen sogenannten digitalen Zwilling, entwickelt. Dieses Simulationsmodell verfolgt den Zweck, verschiedene Methoden und Optimierungsansätze und insbesondere deren Auswirkungen auf die betrachteten Kennzahlen leicht verständlich aufzuzeigen. Weiterhin haben die Projektpartner die Animationsfähigkeiten der Simulations-Software AnyLogic® ausgereizt, um neben der klassischen Kennzahlenberechnung einen grafischen Einblick in die einzelnen Prozessschritte zu geben.

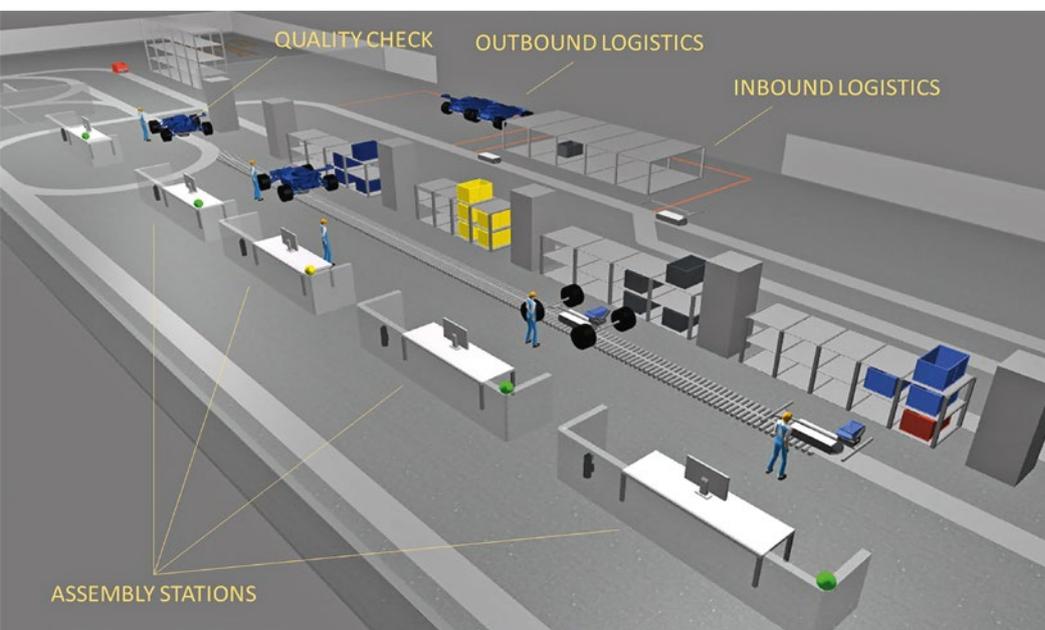
## Verfahren trainieren, Auswirkungen kennenlernen

Die Simulation ermöglicht es, die Bearbeitung von Kundenaufträgen zu trainieren, einzelne Produktionsschritte virtuell anzupassen und Einfluss zu nehmen auf relevante Leistungsindikatoren wie Produktionskosten, Produktqualität, Durchlaufzeit oder Lieferleistung. Während der Schulung können verschiedene Szenarien angewendet werden: Arbeiten an einer CNC-Maschine, einer Presse oder an Montagestationen. So macht die digitale Lernfabrik die Potenziale neuer Methoden erfahrbar – angefangen vom nachträglichen Installieren von Sensoren zur Aufnahme von Betriebsdaten (Retrofitting) bis hin zum Erkennen von Zusammenhängen (Process Mining). Die digitale Lernfabrik steht der Forschung, dem berufsbegleitenden Master Wirtschaftsingenieurwesen der Leuphana Professional School (siehe Seite 3), für Industrieschulungen und Kooperationspartner zur Verfügung.

## Forschung

### Leuphana Universität Lüneburg Institut für Produkt- und Prozessinnovation

- Prof. Dr.-Ing. Jens Heger
- [jens.heger@leuphana.de](mailto:jens.heger@leuphana.de)
- [www.leuphana.de/institute/ppi/modellierung-und-simulation-technischer-systeme-und-prozesse](http://www.leuphana.de/institute/ppi/modellierung-und-simulation-technischer-systeme-und-prozesse)
- [www.leuphana.de/institute/ppi/ausstattung/lernfabrik](http://www.leuphana.de/institute/ppi/ausstattung/lernfabrik)



Mit dem Simulationsmodell einer Fabrik können Studierende und Praxispartner aus der Industrie moderne Technologien, Prozesse und Methoden rund um Produktions- und Logistiksysteme ausprobieren und verbessern.



## Effiziente Fabriken dank künstlicher Intelligenz

Eine effiziente Produktion benötigt ein optimales Fabriklayout. Künstliche Intelligenz verbessert die Fabrikplanung.

Materialflusskosten machen bis zu 50 Prozent der Produktionskosten aus. Demzufolge müssen Maschinen und Anlagen bei der Fabrikplanung optimal angeordnet werden, doch das ist aufgrund der Vielzahl an Kombinationen und Randbedingungen äußerst schwierig. Klassische Verfahren scheitern dabei häufig an Komplexitätsgrenzen. OFFIS, das Oldenburger Institut für Informatik, will die Planungsverfahren mithilfe künstlicher Intelligenz deutlich verbessern.

Optimierungsverfahren entwerfen verschiedene Fabriklayouts und bewerten die Varianten. Künstliche Intelligenz (KI) wird hier bisher kaum eingesetzt. Erste Forschungsergebnisse am Informatikinstitut OFFIS zeigen, dass KI-gestützte Algorithmen bei dieser Aufgabe helfen können. Überwachte KI-Verfahren benötigen große Datensätze, um effektiv lernen zu können. Dazu hat das Forschungsteam ein Verfahren entwickelt, mit dem beliebige Fabriken erzeugt und dann in einer ereignisorientierten Simulation bewertet werden.

### Künstliche Fabriklayouts entwerfen

Dazu erzeugt ein Generator eine Fabrikkonfiguration, bestehend aus einer frei wählbaren Anzahl an Eingangslagern, Ausgangslagern und Maschinen. Diesen Fabrikeinheiten ordnet er typische Eigenschaften wie Ladezeiten, Herstellungszeiten, Losgrößen und Verfügbarkeiten zu. Ausgehend von der Konfiguration werden dann beliebig viele Anordnungen mit zufällig erzeugten Transportwegen erstellt. Für jedes so erzeugte Layout spielt nun eine Simulation virtuell den Produktionsablauf durch und ordnet der Konfiguration verschiedene Kennwerte zu. Die bewerteten Layouts werden zu einem sogenannten gelabelten

Trainingsdatensatz zusammengeführt, der sich zum Training der KI-Lernmethode (MLP, CNN und weitere) einsetzen lässt.

### Zuverlässige und schnelle Entscheidungen treffen

Ziel der Forschungsarbeit ist ein KI-Algorithmus, der gelernt hat, gute von schlechten Fabriklayouts zuverlässig und schnell zu unterscheiden. Dies hilft dabei, bereits existierende Optimierungsverfahren zu verbessern, die darauf angewiesen sind, möglichst viele Lösungsalternativen zu bewerten. Mit diesem Ansatz können bald bessere Lösungen in der Intra-Logistik gefunden werden.

### Forschung

#### OFFIS – Institut für Informatik

- Patrick Eschemann, M. Eng.  
→ Telefon 0441 9722-473  
→ patrick.eschemann1@uni-oldenburg.de
- Dr. Frank Oppenheimer  
→ Telefon 0441 9722-285  
→ frank.oppenheimer@offis.de

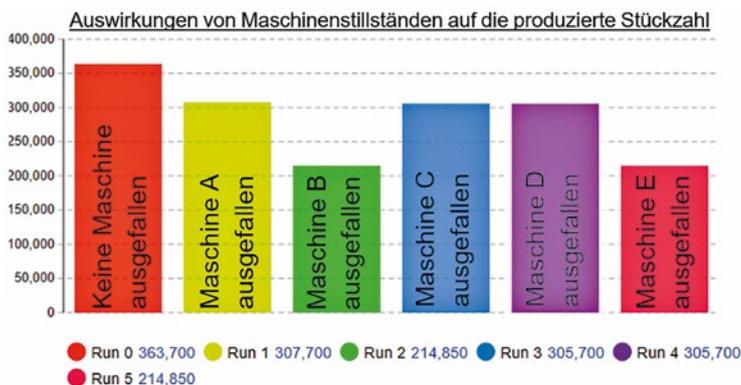
# Produktionssimulation für den Mittelstand

Individuelle Produktionssimulationen sind aufwändig und damit in der Regel nicht rentabel für kleine und mittlere Unternehmen. Hier bietet eine generische Simulation Vorteile, die das PPS-Labor der Hochschule Emden/Leer entwickelt hat. Auf Basis von Eingangsdaten wird automatisch ein Simulationsmodell erstellt, welches bereits etliche Fragestellungen zum Materialfluss, zu Engpässen oder auch zu Veränderungen der Produktion beantworten kann.

**B**estehende Produktionssysteme zu optimieren ist eine anspruchsvolle Aufgabe für Unternehmen. Rentiert sich eine Produktionsanpassung überhaupt? Mithilfe der generischen Simulation können Planerinnen und Planer darauf eine Antwort finden, bevor hohe Investitionen getätigt werden. Ein anwendungsnahes Simulationsmodell hat das Labor für Produktionsplanung der Hochschule Emden/Leer in verschiedenen Projekten entwickelt. Es ist innerhalb einer Masterarbeit mit drei Unternehmen für die Werkstattfertigung und die Linienfertigung erfolgreich getestet worden.

## Anwendung in der Praxis

Die generische Simulation benötigt als Eingangsdaten die Produktionsdaten des Unternehmens für den zu simulierenden Bereich, aus denen sich automatisch ein Simulationsmodell erstellen lässt. Dieses kann in einem individuellen Zeitraum beliebig häufig simuliert und über Eingangsparameter angepasst werden. Die Simulation integriert Produktionslayouts und bildet Zukunft-Szenarien ab, beispielsweise die Planung von Wartungsstillständen: Wann lassen sich diese durchführen mit einer möglichst geringen Auswirkung auf die Produktion? Die generische Simulation stellt den bestmöglichen Zeitpunkt fest und zeigt die Auswirkungen auf die Produktion auf.



Die Simulation zeigt an, wie sich die produzierte Stückzahl verringert, wenn verschiedene Maschinen ausfallen.

## Mehrwert für Unternehmen

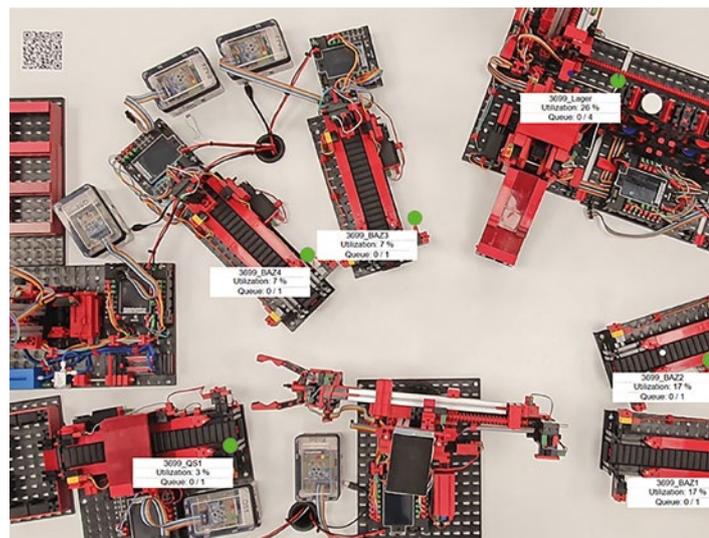
Für Unternehmen, die die generische Simulation nutzen möchten, ist der Aufwand relativ gering. Sie müssen (fast) nur die Daten bereitstellen, die Fragestellung formulieren und gegebenenfalls erläutern. Dem gegenüber steht der Nutzen: Die Unternehmen ermitteln die Optimierungspotenziale ihrer Produktion schnell und einfach und vermeiden Fehlinvestitionen.

## Technologieangebot

### Hochschule Emden/Leer

#### Fachbereich Technik, Abteilung Maschinenbau

- Prof. Dr.-Ing. Agnes Pechmann
- [agnes.pechmann@hs-emden-leer.de](mailto:agnes.pechmann@hs-emden-leer.de)
- [www.hs-emden-leer.de/studierende/fachbereiche/technik/labore/produktionsplanung](http://www.hs-emden-leer.de/studierende/fachbereiche/technik/labore/produktionsplanung)



Die Optimierung der Produktion kann durch eine generische Simulation unterstützt werden. Das Layout lässt sich in die Simulation integrieren, wie zum Beispiel hier die Fischertechnik-Lernfabrik.



# Entscheidungen in komplexen Produktionssystemen unterstützen

Ein hochkomplexes Produktionssystem: In dem Stahlcoil-Lager liegen tausende kundenindividuelle Produkte – mit unterschiedlichen Prozessrouten, Bearbeitungszuständen, Auftragsdaten und jeweils bis zu 32 Tonnen schwer.

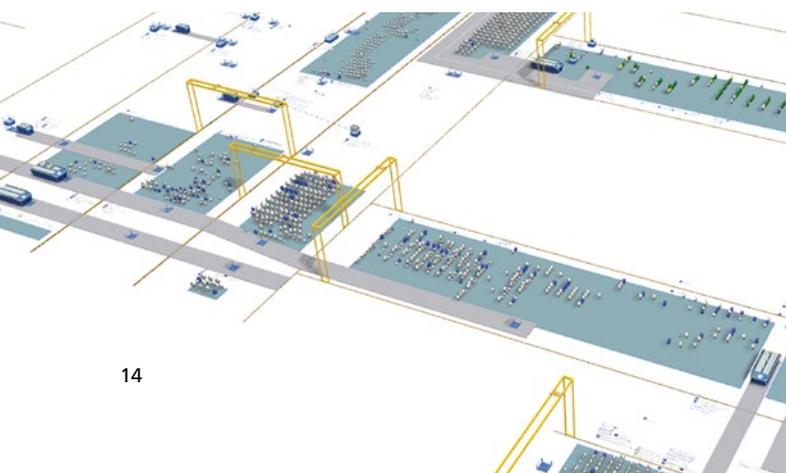
Die vermehrt eingesetzten Industrie-4.0-Technologien erhöhen die Flexibilität und Produktivität in Unternehmen. Zunehmende Produktvarianten und kleine Lose führen jedoch auch zu deutlich komplexeren Materialflüssen. Diese erschweren es, die betriebliche Produktion und Logistik zu gestalten, zu planen und zu steuern. Eine systematische Unterstützung bietet ein neues, optimierungsbasiertes Simulationsmodell der Technischen Universität Braunschweig: Es kann operative und taktische Entscheidungen bewerten.

**W**elche Auswirkungen haben neue Anlagen oder Produkte auf die betriebliche Logistik- und Produktionsplanung? Welche Maßnahmen sind zu ergreifen? Vor dieser großen Herausforderung stand ein Projektpartner der Technischen Universität Braunschweig: Das Unternehmen aus der Stahlindustrie wollte eine neue Großanlage zur Oberflächenveredelung in eine hochdigitalisierte, komplexe Werkstattfertigung integrieren. An dieser Stelle der Supply Chain werden sehr viele Produktvarianten bearbeitet. Portalkräne, fahrerlose Transportsysteme, LKWs, Züge und weitere Transportmittel bewegen Stahlcoils vom Wareneingang über dutzende Produktionswege zu ihrer Verladung. Sowohl die Gestaltung als auch die Steuerung eines solchen Logistiksystems sind daher sehr komplex.

## Herausforderungen in der Industrie 4.0

Für solche Probleme nutzen Fabrikplaner häufig ereignisdiscrete Simulationen, um Materialflüsse darzustellen und wahrscheinliche Einflüsse abzuschätzen. Doch die immer

Für die Oberflächenveredelung von Stahlcoils sind vielfältige Produktions- und Transportvorgänge notwendig, wie der Ausschnitt aus der optimierungsbasierten Simulation darstellt (genutzte Software: Tecnomatix Plant Simulation 16.1).



komplexer werdenden Produktionssysteme in der Industrie 4.0 und intelligente Technologien, wie Automatiklager, fahrerlose Transportsysteme und deren computergestützte Entscheidungsmechanismen, erschweren den Einsatz von Simulationen. Diese müssen auch fortschrittliche Entscheidungsmethoden berücksichtigen. Hier setzen optimierungsbasierte Simulationen an: In die Modelle werden Algorithmen integriert, die realitätsnahe Entscheidungen treffen können.

## Komplexe Entscheidungen in Simulationen

Mit dieser Methodik gelang es dem Institut für Automobilwirtschaft und Industrielle Produktion in Braunschweig, die Auswirkungen umfassender Änderungen in der Oberflächenveredelung zu prognostizieren. Das detaillierte Simulationskonzept, das auch ein betriebswirtschaftliches Rechnungsmodell enthält, wählte notwendige Anpassungsmaßnahmen aus und bewertete diese. Das Stahlunternehmen will das Modell im Anschluss an das Projekt LogOS für weitere operative und taktische Entscheidungen, wie Lagerhaltung und Investitionen in neue Anlagen, nutzen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unterstützen mit ihrer langjährigen Erfahrung in der problemorientierten Entwicklung und Anwendung moderner Simulations- und Optimierungsmethoden gerne weitere Unternehmen bei komplexen Planungsproblemen in Produktion und Logistik.

## Technologieangebot

**Technische Universität Braunschweig  
Institut für Automobilwirtschaft und  
Industrielle Produktion  
Lehrstuhl für Produktion und Logistik**

→ Prof. Dr. Thomas S. Spengler  
→ [aip-pl@tu-braunschweig.de](mailto:aip-pl@tu-braunschweig.de)  
→ [www.tu-braunschweig.de/aip/pl](http://www.tu-braunschweig.de/aip/pl)

# Produktionssysteme – robust, resilient oder beides?



Ereignisse wie die anhaltende Covid-19-Pandemie, der Chip-Mangel oder kriegsrische Konflikte verdeutlichen, wie anfällig breit vernetzte Lieferketten auf derartige Störungen reagieren. Unternehmen benötigen Produktionssysteme, die auch bei unvorhersehbaren Marktveränderungen effiziente Abläufe gewährleisten. Die Leibniz Universität Hannover entwickelt hierfür Modelle zur Bewertung der Risiken und leitet geeignete Maßnahmen ab.

Ein vorausschauendes Risikomanagement richtet das Produktionssystem präventiv mit konkreten Maßnahmen aus.

Planung und Gestaltung von Produktionssystemen waren in den vergangenen Jahren vor allem durch Kostenoptimierung und Wachstumsziele geprägt. Zunehmende Dynamik und Volatilität im Geschäftsumfeld steigern jedoch die Unsicherheit, zukünftige Marktentwicklungen und daraus resultierende Lieferkettenstörungen können schlechter vorhergesagt werden. Um effiziente und leistungsfähige Produktionssysteme zu schaffen, ist ein Umdenken erforderlich. Leistungskorridore neu auszulegen oder zu verschieben ist für schockartige Einschläge nicht mehr ausreichend. Je höher der Grad an Unsicherheit, desto stärker entscheiden die Fähigkeiten Robustheit und Resilienz eines Produktionssystems über die Lieferfähigkeit und somit den Erfolg eines Unternehmens. Aber wie gestalte ich ein robustes und/oder resilientes Produktionssystem und unter welchen Rahmenbedingungen benötige ich welche Eigenschaft?

Störungen schnellstmöglich zu kompensieren und zum vorherigen Leistungslevel zurückzukehren. So beschäftigen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unter anderem mit der Dimensionierung von Lagerbeständen in Abhängigkeit dynamischer Umweltwirkungen, um neben monetären Faktoren insbesondere Risikoaspekte stärker in den Entscheidungsprozess zu integrieren.

## Beratung bei Fabrikplanung und Produktion

Darüber hinaus bietet das Institut umfangreiche Beratungsleistungen in den Bereichen Fabrikplanung, Produktionsmanagement sowie Produktions- und Arbeitsgestaltung an. Es unterstützt Unternehmen bei der Entscheidungsfindung geeigneter Maßnahmen und der damit verbundenen Positionierung im Spannungsfeld zwischen logistischer Sinnhaftigkeit und wirtschaftlicher Tragfähigkeit.

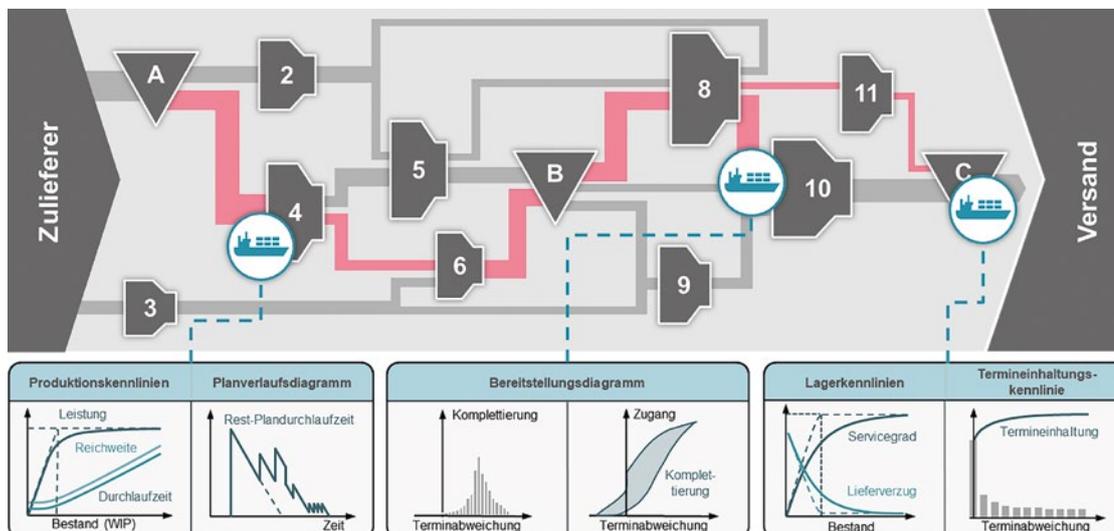
## Zielorientiert im Spannungsfeld positionieren

Das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover forscht deshalb an modellbasierten Ansätzen, die den idealen Grad notwendiger Maßnahmen für Fabriken und Produktionssysteme bestimmen können und so zu mehr Resilienz oder Robustheit führen. Maßnahmen der Robustheit planen bewusst Redundanzen im Produktionssystem ein, um die Wirkung von Störungen aktiv zu entschärfen. Maßnahmen der Resilienz zielen darauf ab,

### Praxis

#### Leibniz Universität Hannover Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA)

- Dr.-Ing. Vivian Kuprat
- Telefon 0511 762-18185
- kuprat@ifa.uni-hannover.de
- [www.ifa.uni-hannover.de/de/](http://www.ifa.uni-hannover.de/de/)



Kennzahlen bewerten die logistische Leistungsfähigkeit eines Produktionssystems unter Einfluss von Risiken. Sie helfen dabei, geeignete Maßnahmen zu identifizieren, um eine langfristige Wirtschaftlichkeit zu sichern.



## Baustellenmontage – Störungen per App beheben

Schiffe werden in der Regel in Baustellenmontage gefertigt. Das IPH erforscht und verbessert hierfür das Störungsmanagement.

Ein Bauteil fehlt, ein Werkzeug ist defekt, eine Maschine fällt aus – um Störungen in der Baustellenmontage von großskaligen Produkten wie Schiffen, Lokomotiven oder Flugzeugtriebwerken zu beheben, müssen Unternehmen schnell und zielsicher reagieren. Für diese Herausforderung entwickelt das IPH in Hannover einen innovativen Ansatz: Eine App soll ähnliche Störungen aus der Vergangenheit auswerten und passende Lösungen vorschlagen.

**G**roßskalige Produkte, beispielsweise Schiffe, Lokomotiven oder Flugzeugtriebwerke, werden oft in der Baustellenmontage hergestellt. Dabei bleibt das Produkt an einem festen Ort, während Material, Arbeitskräfte und Maschinen dorthin gebracht werden. Für eine reibungslose und zeitsparende Montage müssen die einzelnen Arbeitsschritte optimal aufeinander abgestimmt sein. Doch auch mit der gründlichsten Planung lassen sich Störungen nicht ausschließen. Wenn Ressourcen fehlen, weil das falsche Material geliefert wird oder Maschinen ausfallen, müssen die verantwortlichen Mitarbeitenden schnell und flexibel reagieren. Ein innovatives Störungsmanagement entwickelt das IPH im Forschungsprojekt „StoMaXXL“, das vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert wird.

### Optimale Lösung durch Ähnlichkeitsprüfung

Dabei haben die Forscherinnen und Forscher eine praxisfreundliche Handhabung als Ziel: Monteure tippen in Zukunft einfach auf einem Tablet ein, welches Problem wann und wo aufgetreten ist – und die zum Störungsmanagement gehörende App schlägt bis zu drei mögliche Lösungen vor. Kernstück des innovativen Ansatzes ist eine Ähnlichkeitsprüfung, die in einer Datenbank nach verwandten Störungen aus der Vergangenheit sucht und auf dieser Basis eine optimale Lösung für aktuelle Probleme ermittelt. Denn obwohl jede



Die Management-App hilft Herstellern von großskaligen Produkten, zum Beispiel von Flugzeugturbinen, Störungen schnell und individuell zu beheben.

Baustellenmontage einzigartig ist, gibt es bestimmte Arten von Störungen, die immer wieder auftreten. Diese typischen Störungen wollen die Forschenden in einer Datenbank zusammentragen – als Grundlage für die App.

### App lernt individuell hinzu

Mit jeder Störung und der dazugehörigen Lösung, die ein Unternehmen einpflegt, wird die Datenbank erweitert. Die App lernt hinzu. So kann sie mit der Zeit immer bessere Lösungen anbieten, die individuell zum Unternehmen passen. Störungen lassen sich damit in Zukunft schneller und effizienter beheben. Das hilft Herstellern von großskaligen Produkten, bei der Baustellenmontage im Zeitplan zu bleiben und Mehrkosten zu vermeiden.

### Forschung

#### IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH

- Arne Jagodzinski, M. Sc.
- Telefon 0511 279 76-335
- jagodzinski@iph-hannover.de
- www.iph-hannover.de
- <https://stomaxxl.iph-hannover.de/>

# Effizienter Flugzeugbau mit autonomen Robotern

Um das Fliegen in Zukunft umweltfreundlicher und klimaschonender zu gestalten, sollten nicht nur die Flugzeuge, sondern auch Produktion, Wartung und Reparatur optimiert werden. Im Projekt Hi-Digit-Pro 4.0 haben Forschende der Technischen Universität Braunschweig und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) ein neues Montagekonzept entwickelt, das Ressourcen, Zeit und Kosten spart: Es kombiniert mobile Robotereinheiten mit leichten Montagevorrichtungen.

Viele Strukturbauteile im Flugzeug bestehen aus leichten Carbonfaser-Kunststoffverbunden (CFK). Wenn diese dünnwandigen, nachgiebigen Bauteile besonders lang und schlank sind, wie zum Beispiel die Landeklappen an den Tragflächen, verformen sie sich durch ihr Eigengewicht bereits während der Montage stark. Abhilfe schaffen hochsteife Vorrichtungen aus Stahl. Sie fixieren die Bauteile in ihrer beabsichtigten Form und ermöglichen eine problemlose Montage. Infolge ihres hohen Gewichts erfordern diese Vorrichtungen jedoch sehr aufwändige und spezialisierte Prozesse.

## Mobile Roboter machen Montage flexibler

Ein Forschungsteam der TU Braunschweig und des DLR hat im Forschungsprojekt Hi-Digit-Pro 4.0 nach einfacheren und effizienteren Lösungen für die Flugzeugproduktion gesucht. Die Idee: Automatisierung mithilfe mobiler Roboter. Deren Tragfähigkeit ist jedoch begrenzt und die bisherigen Vorrichtungen zur Fixierung der Bauteile sind viel zu schwer. Die Lösung: Das Team hat leichtere Montagevorrichtungen entwickelt und mit Aktoren kombiniert, die mit automatisch gesteuerten Bewegungen die Bauteile präzise positionieren können. Die neue Vorrichtung ist so leicht, dass ein mobiler Roboter sie tragen kann. Dadurch ist eine größtmögliche Flexibilität des Produktionsprozesses und eine Kompensation von Toleranzabweichungen garantiert.



Ressourcen und Zeit sparen: Ein mobiler Roboter transportiert eine Landeklappe, die von einem leichten Aluminiumgerüst stabilisiert wird.

## Künftige Optimierung durch Machine Learning

Der mobile Roboter transportiert das Landeklappen-Modul zur Montagelinie und richtet es grob zu den Montagepunkten am Flugzeugflügel aus. Ein 3D-Kamerasystem erfasst die Position der Flügel- und Referenzpunkte von allen zu montierenden Bauteilen. Sechs in die Montagevorrichtung integrierte Aktoren gleichen daraufhin Gravitationseffekte und Fertigungsabweichungen aus. Der Roboterarm montiert das Klappenmodul am Flügel des Flugzeugs. Abschließend entkoppelt der mobile Roboter die Montagevorrichtung und ist bereit für die nächste Aufgabe. Um den Montageprozess künftig noch schneller und effizienter zu gestalten, planen die Forscherinnen und Forscher eine echtzeitfähige Robotersteuerung mittels neuronaler Netzwerke. Ein Algorithmus, der auf maschinellem Lernen basiert, soll dann Auskunft über die Montierbarkeit geben und die Montageparameter selbstständig einstellen. Gefördert wird das Forschungsprojekt vom Bundeswirtschaftsministerium.

## Forschung

### Technische Universität Braunschweig Institut für Mechanik und Adaptionik

- Maximilian Neitmann, M. Sc.
- Telefon 0531 391-2697
- [m.neitmann@tu-braunschweig.de](mailto:m.neitmann@tu-braunschweig.de)
- [www.tu-braunschweig.de/ima](http://www.tu-braunschweig.de/ima)



Der mobile Roboter fährt das Landeklappen-Modul zur Montagelinie und richtet es mit Aktoren präzise aus.

# Mobile Lagersysteme – intelligent und lernfähig



Wo findet der Roboter die bestellte Ware? An welche Station liefert er sie? Wohin fährt er anschließend? Das Experimentierfeld mit Modell-Robotern spiegelt die komplexe Entscheidungsfindung in Echtzeit wieder.

In einem Warenlager ist die wichtigste und zugleich zeitaufwändigste Aufgabe die Entnahme von Artikeln aus ihren Lagerorten. Im wachsenden E-Commerce-Sektor werden zunehmend robotergestützte mobile Lagersysteme eingesetzt, die Zeit sparen und die Produktivität steigern. Eine Forschungsgruppe der Leuphana Universität Lüneburg arbeitet mithilfe von maschinellem Lernen und Simulationen an Optimierungsmodellen für diese neue Form der Lagerwirtschaft, um die Echtzeitsteuerung zu verbessern und die Effizienz weiter zu erhöhen.

**T**raditionell werden bei Eingang von Kundenbestellungen Mitarbeitende im Lager ausgesandt, um die Produkte für einen oder mehrere verschiedene Kunden einzusammeln. Diese Methode der Auftragszusammenstellung, das sogenannte Picker-to-Parts-System, ist immer noch weit verbreitet. Sobald alle Teile einer Bestellung vollständig sind, werden sie an die Verpackungsstationen weitergeleitet und in Paketen für den Versand vorbereitet. „In einem solchen manuellen System verbringen die Kommissionierer rund 50 bis 70 Prozent ihrer Arbeitszeit mit dem Zurücklegen von Wegen und Suchen von Waren“, bilanziert Prof. Dr. Lin Xie von der Leuphana Universität Lüneburg. „Der Vorgang der Auftragszusammenstellung macht so etwa 50 bis 65 Prozent der Betriebskosten aus.“ Diesem Bereich kommt daher die höchste Priorität für Produktivitätsverbesserungen zu.

## Die Regale kommen zu den Mitarbeitenden

Um die unproduktive Arbeitszeit der Kommissionierer zu reduzieren und die Schwachstellen manueller Systeme auszugleichen, werden in der Praxis zunehmend automatisierte Systeme eingesetzt. In robotergestützten mobilen

Fulfillment-Systemen (RMFS) transportieren Roboter bewegliche Regale, sogenannte Pods, aus dem Lagerbereich zu den Kommissionierern. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter müssen sich nun nicht mehr selbst durch das Lager bewegen, sondern arbeiten fest an ihren Kommissionierstationen. Hier entnehmen sie die Artikel entsprechend den Bestellungen der Kunden aus den Pods und sortieren diese. Nach der Kommissionierung transportiert der Roboter das Regal zurück in den Lagerbereich. „Doch allein durch Automatisierung und Einsparung von Laufwegen ist das Potenzial zur Effizienzsteigerung noch nicht voll ausgeschöpft“, betont Lin Xie.

## Hoher Durchsatz bei effizientem Robotereinsatz

Ihre Forschungsgruppe am Institut für Wirtschaftsinformatik arbeitet gemeinsam mit Praxispartnern an mathematischen Modellen zur Optimierung von Logistikprozessen. Dabei ist das Hauptziel dieses Projekts, so wenig Geräte wie möglich einzusetzen und trotzdem den Artikeldurchsatz zu bewältigen, ohne die Kommissionierer warten zu lassen. „In einer RMFS-Umgebung müssen verschiedene Optimierungs- und Zuordnungsprobleme durch die zentrale Steuerung in



Die Aufgabe klingt einfach, ist aber schwierig: Ein Kunde bestellt eine Ware, der Roboter soll die Ware im Lager finden und zur Packstation bringen. Prof. Dr. Lin Xie programmiert Roboter für diesen komplexen Logistikprozess.

Echtzeit gelöst werden“, nennt Lin Xie die Herausforderung und führt weiter aus: Zunächst wird ein Auftrag einer Station zugewiesen, dann werden dieser Station ein oder mehrere Pods zugeteilt, um den Auftrag zu erfüllen. Den Pods werden Roboter zugewiesen, die die Regale an die Station liefern, während das System die Roboterpfade plant. Nachdem ein Pod an einer Kommissionierstation fertiggestellt wurde, gilt es, die Wiederauffüllung mit Nachschub zu organisieren und zu entscheiden, wo der Pod im Lagerbereich platziert werden soll.

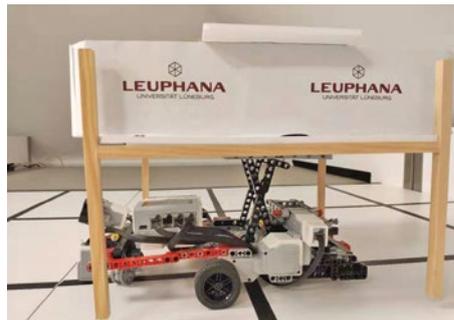
### Methoden optimieren, von Daten lernen

Zur Optimierung all dieser Entscheidungen (einzeln und integriert) entwickelt die Arbeitsgruppe neuartige Modelle und Methoden. Wegen der hohen Komplexität der zu lösenden Online-Probleme kombiniert das Team Optimierungsmethoden mit Machine Learning. So helfen zum Beispiel Machine-Learning-Methoden, ähnliche Bestellanforderungen im Kommissionierungsprozess zu erkennen und gemeinsam als Input für die Optimierungsmodelle zu nutzen. Durch eine solche Vorverarbeitung von Daten lässt sich die Größe des zu lösenden Modells verringern.

„Um die Strategien für die Entscheidungsprobleme und die Beziehungen zwischen ihnen zu analysieren, haben wir das Open-Source-Simulations-Framework RAWSim-O entwickelt“, berichtet Lin Xie. Die Kernsoftware ist über Schnittstellen sowohl mit einem ERP-System (Enterprise Resource Planning) als auch mit realen Robotern und Stationen verbunden, was



Das System muss die Pfade planen, die der Roboter im Lager entlangfährt. Hierbei helfen kombinierte Machine-Learning-Methoden und Optimierungsmodelle.



In automatisierten Lagersystemen bringt ein Roboter, hier im Lego-Modell, bewegliche Regale (Pods) mit den passenden Artikeln zum Mitarbeitenden.

Experimente mit den Echtzeiten der Praxispartner ermöglicht. So können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Algorithmen ihrer Methoden anwendungsnah auf ihr Optimierungspotenzial überprüfen.

### Simulationen reduzieren Fahrstrecke von Robotern

In Simulationsstudien haben die Forschenden verschiedene, realitätsnahe Layouts mit einer unterschiedlichen Anzahl von Robotern, Etagen, Pods, Stationen und der Größe der Lagerbereiche berücksichtigt sowie die Leistungskennzahlen Durchsatz, Weglänge und Suchzeit überwacht. „Dabei zeigen Simulationsergebnisse für die erarbeiteten Algorithmen beachtliche Erfolge“, fasst Lin Xie zusammen. „Mit einem Algorithmus konnte zum Beispiel die Fahrstrecke von Robotern um 60 Prozent reduziert und der Durchsatz gleichzeitig um 50 Prozent erhöht werden.“ Die erzielten Forschungsergebnisse wendet die Arbeitsgruppe auch für weitere neuartige automatisierte Systeme an.

## Technologieangebot

### Leuphana Universität Lüneburg Institut für Wirtschaftsinformatik

- Prof. Dr. Lin Xie
- Telefon 04131 677-2305
- [lin.xie@leuphana.de](mailto:lin.xie@leuphana.de)
- [www.leuphana.de/en/institutes/iis/persons/lin-xie](http://www.leuphana.de/en/institutes/iis/persons/lin-xie)



## Assistenzsysteme unterstützen Kommissionierung

Ein digitales Assistenzsystem beschleunigt die Kommissionierung. Mithilfe einer Datenbrille wird die Mitarbeiterin durch den Prozess geleitet.

Logistische Prozesse wie die Kommissionierung sind häufig personal- und kostenintensiv. Aus diesem Grund entwickelt die Ostfalia Hochschule ein digitales, ergonomisches Assistenzsystem für Lagerprozesse. Kooperationspartner aus dem Mittelstand testen verschiedene Systeme im hochschul-eigenen Logistikkolabor und ermitteln Möglichkeiten der Anpassung.

**K**ommissionier-Prozesse, bei denen die notwendigen Materialien für die Fertigung zusammengestellt werden, gestalten sich in den meisten Unternehmen aufgrund des hohen Zeit- und Personalbedarfs sehr kostenintensiv. Vor diesem Hintergrund und angesichts des allgemeinen Fachkräftemangels gewinnt der Einsatz adäquater Assistenzsysteme daher zunehmend an Bedeutung. Ziel des von der EU geförderten Forschungsprojektes DigAssLa ist die „Entwicklung eines digitalen Assistenzsystems für Lagerprozesse in KMU im ländlichen Raum“. Projektleiterin Prof. Dr. Kirsten Wegner von der Fakultät Handel und Soziale Arbeit am Campus Suderburg der Ostfalia Hochschule entwickelt gemeinsam mit ihrem wissenschaftlichen Team einen entsprechenden Prototyp, der sich in einen ergonomischen Arbeitsplatz integrieren lässt.

### Testläufe im hochschuleigenen Logistikkolabor

Dieses Assistenzsystem soll einen ausgewählten Lagerprozess, zum Beispiel den Vorgang der Kommissionierung, in der digitalen Abwicklung unterstützen. Im hochschuleigenen Logistikkolabor führen kooperierende mittelständische Unternehmen der Region Testläufe mit verschiedenen digitalen Assistenzsystemen durch. Sie prüfen diese hinsichtlich ihrer Eignung zur Kommissionierung ihrer eigenen Produkte und identifizieren Anpassungsbedarfe. Zur Verfügung stehen neben einem Handscanner, einer Datenbrille und einer Pick-by-Light-Anlage auch zwei kamerabasierte Systeme. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Systems, das zum einen die Durchlaufzeiten in der Kommissionierung senkt und fehlerfreie Abläufe zur Qualitätssicherung gewährleistet und zum anderen ein ergonomisches Arbeiten ermöglicht.



Studierende der Ostfalia Hochschule überprüfen im Logistikkolabor Lagerprozesse.

### Wissen anwenden und vertiefen

Neben den digitalen Assistenzsystemen steht im Labor eine Simulationsanlage zur Verfügung, die intralogistische Prozesse im Miniaturformat veranschaulicht. Über die praxisbezogenen Feldversuche hinaus bietet das Logistikkolabor den Studierenden des Bachelor-Studiengangs Handel und Logistik die Möglichkeit, ihr theoretisch erworbenes Wissen anzuwenden und zu vertiefen.

### Praxis

#### Ostfalia Hochschule, Standort Suderburg Fakultät Handel und Soziale Arbeit

- Prof. Dr. Kirsten Wegner
- [k.wegner@ostfalia.de](mailto:k.wegner@ostfalia.de)
- [www.ostfalia.de/cms/de/h/forschung/](http://www.ostfalia.de/cms/de/h/forschung/)

# Biopharmaka schnell, flexibel und effizient produzieren

Nicht erst seit der Coronavirus-Pandemie steht die Pharma- und Biotechnologie-Branche vor großen Herausforderungen. Es gilt, (Bio-)Pharmaka und Impfstoffe schnell und kostengünstig anzubieten und die Flexibilität und Effizienz der globalen Produktion zu steigern. Eine Forschungsgruppe aus Logistikexperten der Universität Göttingen und Mitarbeitenden des Life-Science-Konzerns Sartorius gestalten und optimieren hierfür unter der Leitung von Prof. Dr. Matthias Klumpp intelligente und nachhaltige Logistikkonzepte.

**K**ontroll- und Transparenzanforderungen bilden im Biotech-Bereich einen wesentlichen betriebswirtschaftlichen Rahmen, der beispielsweise global einheitliche Logistikprozesse durch nationale Regelungen erschwert. Digitale Instrumente und Kommunikationsmittel können die Logistik unterstützen und damit den Roll-out von Produkten effizienter gestalten. „Die Wertschöpfungsketten der Zukunft basieren auf Daten sowie auf agilen und nachhaltigen Prozessen“, formuliert Prof. Dr. Matthias Klumpp von der Universität Göttingen die Zielsetzung der gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten mit Sartorius.

## Personaltraining und Qualitätssicherung integrieren

Diesen Dreiklang aus Digitalisierung, Agilität sowie Nachhaltigkeit nutzen die Experten, um innovative Wertschöpfungsprozesse zu generieren und zu testen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wenden hierfür Big Data an, entwickeln flexible Produktionskonzepte und setzen auf die kontinuierliche Dokumentation von Ressourceneinsatz und Emissionen. So automatisieren zum Beispiel Smart Services Überwachungs- und Bestellprozesse in diesem und in anderen Kontexten. Gleichzeitig ist es für Systemlieferanten wie Sartorius essenziell, die Qualität zu sichern und das Produktionspersonal zu trainieren – und „dies wird im Idealfall effizient in die Beschaffungs- und Distributionslogistik mit eingebunden“, erläutert Projektleiter Matthias Klumpp.

Schneller, flexibler, kostengünstiger – intelligente Logistikkonzepte können Produktionsprozesse von Biopharmaka nachhaltiger und effizienter gestalten.

## Biotech Operations Excellence Lab

„Im Göttinger Biotech Operations Excellence Lab erforschen wir gemeinsam, wie intelligente und nachhaltige Lösungen die Flexibilität und Effizienz in der globalen Produktion von Biopharmaka und Impfstoffen steigern – und wie diese schneller und kostengünstiger bei Krankheiten und in Pandemie-Situationen helfen können“, beschreibt Matthias Klumpp die konkreten Nutzenaspekte der Forschung. Ein Ziel ist zum Beispiel die schnellere Rückführung und Prüfung von Laborproben und Laborgeräten, was die Prozesse und Produktion in der Pharmabranche insgesamt beschleunigt – zum Wohle von Patienten weltweit. Zu den Vorteilen der Kooperation zwischen Industrie und Universität im Bereich Logistik und Supply Chain Management zählen zudem die internationale Sicht und die methodische und technische Einbindung des neuesten Wissensstandes auf beiden Seiten.

## Praxis

### Georg-August-Universität Göttingen Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

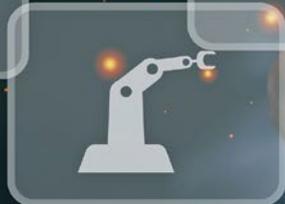
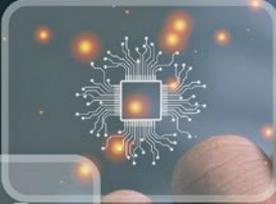
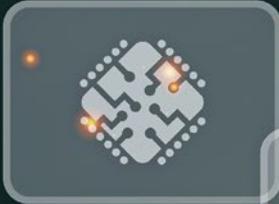
- Prof. Dr. Matthias Klumpp
- [matthias.klumpp@uni-goettingen.de](mailto:matthias.klumpp@uni-goettingen.de)
- [www.produktion.uni-goettingen.de](http://www.produktion.uni-goettingen.de)



Für die gewinnbringende Nutzung von Produktionsdaten im Zuge der digitalen Transformation sind Kompetenzen aus den Ingenieursdisziplinen sowie der Datenanalyse notwendig.



**DIGITAL**  
transformation



# Vielfältige Kompetenzen für komplexe Daten

Um im Unternehmen vorhandene Daten gewinnbringend zu nutzen und Prozesse in Produktion und Logistik weiterzuentwickeln, ist ein ganzes Set an Kompetenzen erforderlich. Diese setzen sich aus klassischen Ingenieurskompetenzen sowie Kenntnissen der Datenanalyse zusammen. Zwei Wissenschaftler der Leuphana Universität und der HAWK Hildesheim/Holzminden/Göttingen beraten über die deepIng business solutions GmbH in diesem Kontext Unternehmen und entwickeln passende Software-Lösungen zur Gestaltung, Planung und Steuerung von Lieferketten.

**T**echnologische Entwicklungen im Zuge der vierten industriellen Revolution eröffnen Unternehmen ganz neue Möglichkeiten. Mithilfe von Sensorik, Datenübertragung, -speicherung und -verarbeitung können sie

Prozesse in Produktion und Logistik systematisch verbessern. Unternehmen lassen sich hierbei grob in vier unterschiedliche strategische Positionen unterteilen (siehe Abbildung unten).



Strategische Positionen der datengetriebenen Unternehmensentwicklung

Die meisten mittelständischen Unternehmen finden sich heute in den ersten beiden Positionen wieder und nutzen ihre Daten in erster Linie, um Transparenz zu erzeugen und datenbasiert Entscheidungen zu treffen. Zunehmend erkennen Unternehmen das aus den Daten resultierende Potenzial und versuchen, damit Wettbewerbsvorteile zu generieren. Sie entwickeln sich durch den systematischen Einsatz von künstlicher Intelligenz zur dritten und vierten Position.



Ein Mehrwert entsteht, wenn Kenntnisse der Datenanalyse und Ingenieurs-Know-how zusammengeführt werden.

### Daten analysieren, Kompetenzen aufbauen

Erfahrungen aus der Forschung und der berufsbegleitenden Weiterbildung Digital Production Management (siehe Seite 3) sowie aus Transformationsbegleitungen durch die deepIng GmbH zeigen die Kompetenzen auf, die erforderlich sind, um aus Daten Nutzen und Wettbewerbsvorteile zu erzeugen und die Lösungen in den Unternehmen umzusetzen:

- Prozesse und Wirkzusammenhänge in Lieferketten grundlegend verstehen, um Ineffizienzen und Suboptima zu vermeiden
- Strategien und digitale Geschäftsmodelle entwickeln, um aus Daten nachhaltigen Mehrwert zu generieren
- IT-Infrastruktur und Datenbankstrukturen aufbauen
- Programmieren und Lösungsideen in Software umsetzen
- Maschinelles Lernen, um aus Daten weiteren Nutzen zu ziehen
- Change Management und digitale Transformation

Sind diese Kompetenzen im Unternehmen nicht vorhanden, müssen sie aufgebaut oder durch Netzwerkpartner mit eingebracht werden. Anderenfalls werden Investments und Projekte nicht den gewünschten Erfolg bringen.

### Technologieangebot

#### Leuphana Universität Lüneburg

- Prof. Dr.-Ing. Matthias Schmidt
- matthias.schmidt@leuphana.de
- [www.leuphana.de/institute/ppi/produktionsmanagement](http://www.leuphana.de/institute/ppi/produktionsmanagement)

#### deepIng business solutions GmbH HAWK Hildesheim/Holzminde/Göttingen

- Prof. Dr.-Ing. Carsten Wagner
- wagner@deepIng.de
- <https://deepIng.de/>

### Initiative Operational Excellence



Aus dem Austausch zwischen Forschung und Wirtschaft ist ein Netzwerk entstanden, um Unternehmen im Bereich Operational Excellence zu unterstützen.

## Gemeinsam besser – aus der Region für die Region!

Welche Maßnahmen stärken die Unternehmen in der Region Ostfriesland für die Zukunft? Der strukturelle Wandel stellt besonders den Mittelstand vor verschiedenste Herausforderungen. Die Hochschule Emden/Leer und regionale Wirtschaftsakteure tauschen sich dazu in einem Netzwerk, der Initiative Operational Excellence, aus. Vor allem in den Bereichen Produktion und Logistik gibt es Impulse zur Prozessoptimierung und Qualifizierung der Beschäftigten.

Ostfriesische Unternehmen wünschten sich bei einer repräsentativen Umfrage zur Innovationskultur Unterstützung bei der Prozessoptimierung und Qualifizierung des Personals sowie einen Erfahrungsaustausch mit anderen Unternehmen. Daraufhin haben Prof. Dr. Dirk Schleuter von der Hochschule Emden/Leer und Jens Janßen von Volkswagen Emden die Initiative Operational Excellence Nordwest gestartet. Ziel des Netzwerks ist der Austausch zu Best und Bad Practice mit Partnerunternehmen, um gemeinsam besser agieren zu können.

Innerhalb der Netzwerktreffen teilen die Teilnehmenden ihre Erfahrungen bezüglich der Herausforderungen zu Operational Excellence, beispielsweise zum Umstieg auf automatisierte Prozesse, zur Einführung von KI oder zur Akzeptanz der Mitarbeitenden für neue Technologien. Das Lernen voneinander steht hier im Vordergrund. Die Initiative kooperiert zudem mit dem Digital Hub Ostfriesland (DHO) und der Logistikachse Ems / Kompetenzzentrum Automotive, um das Motto „Gemeinsam besser“ noch stärker zu verankern. Interessierte Unternehmen sind herzlich eingeladen mitzumachen.

### Praxis

#### Hochschule Emden/Leer Initiative Operational Excellence

- Prof. Dr. Dirk Schleuter, André Wessels M. A., Hannah Stalleicken M. Sc.
- [strukturwandel@hs-emden-leer](mailto:strukturwandel@hs-emden-leer)
- [www.operational-excellence-nordwest.de](http://www.operational-excellence-nordwest.de)

Intelligente Geräte können Logistikprozesse verbessern. Der Scanhandschuh zum Beispiel ermöglicht das handfreie Scannen. Ein neues Analyseinstrument soll Unternehmen bei der Digitalisierung unterstützen.



## Digitalisierungs-Leitfaden für Logistikprozesse

Intelligente Behälter, Ladungsträger, Smart Devices und autonome Transportfahrzeuge haben die interne Materialversorgung revolutioniert. Doch die Vernetzung und Digitalisierung stellt besonders mittelständische Unternehmen vor besondere Schwierigkeiten. Mit einem Analyseinstrument und einem Leitfaden wollen die Ostfalia Hochschule und die Leuphana Universität die Leistungs- und Innovationsfähigkeit der Unternehmen stärken.

Mittlerweile hat die vierte industrielle Revolution in vielen produzierenden Unternehmen Einzug gehalten. Menschen, Maschinen und Produkte sind direkt miteinander vernetzt. Sie tauschen fortlaufend Informationen aus und können dadurch logistische Prozesse eigenständig steuern und optimieren. Insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ergeben sich allerdings aufgrund ihrer spezifischen Besonderheiten Schwierigkeiten, die digitale Transformation ihrer Prozesse voranzutreiben – häufig mangelt es an finanziellen Möglichkeiten, digitalem Know-how und zeitlichen Ressourcen. An dieser Stelle setzt das von der EU geförderte Forschungsprojekt „Digitalisierung von logistischen Prozessen in KMU im ländlichen Raum“ (DiloPro) an.

### Speziell auf Bedürfnisse von KMU abgestimmt

Das wissenschaftliche Team um Prof. Dr. Kirsten Wegner von der Fakultät Handel und Soziale Arbeit am Campus Suderburg der Ostfalia Hochschule entwickelt ein speziell auf die

Auch Handscanner helfen dabei, logistische Prozesse zu vernetzen, zu steuern und zu optimieren.



Bedürfnisse von KMU im ländlichen Raum abgestimmtes Analyse-Tool. Mit Hilfe dieses Analyseinstruments lässt sich der Ist-Zustand des Digitalisierungsgrades von logistischen Prozessen erfassen. Auf Grundlage dieser Analyse lassen sich konkrete Handlungsempfehlungen bis hin zu übergreifenden Strategien ableiten, die die Position des Mittelstandes in strukturschwachen Regionen vor dem Hintergrund des digitalen Wandels langfristig stärkt.

### Praxisrelevante Lösungen interdisziplinär erarbeiten

Das Projekt ist Teil des Verbundvorhabens „Digital Entrepreneurship“ (DigEn) mit der Leuphana Universität Lüneburg und wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Niedersachsen gefördert. Am Beispiel konkreter Fälle von diversen Unternehmenstypen (Digital Entrepreneurship Cases) werden praxisrelevante Lösungsansätze in fünf Themenschwerpunkten interdisziplinär erarbeitet: Digitalisierungsstrategien und Geschäftsmodelle, Agile Arbeitsweisen und Digitale Plattformen, Pricing, komplexe Daten in digitalen Geschäftsmodellen sowie digitale Technologien. Damit trägt das Projekt zur Steigerung der Innovationsfähigkeit der Unternehmen in der Übergangsregion Lüneburg gezielt bei.

### Praxis

#### Ostfalia Hochschule, Standort Suderburg Fakultät Handel und Soziale Arbeit

- Prof. Dr. Kirsten Wegner
- [k.wegner@ostfalia.de](mailto:k.wegner@ostfalia.de)
- [www.ostfalia.de/cms/de/h/forschung/forschungsprojekte/projekt-dilopro/](http://www.ostfalia.de/cms/de/h/forschung/forschungsprojekte/projekt-dilopro/)



## Personal intelligent einsetzen und weiterbilden

Fluktuation, Fachkräftemangel oder die anhaltende Corona-Pandemie führen kurzfristig zu gehäuften Personalausfällen. Das verschärft die Herausforderung für Unternehmen, eine konstante Produktionsqualität aufrechtzuerhalten. Die Leibniz Universität Hannover und das Fraunhofer IPT entwickeln ein intelligentes Assistenzsystem, das die Personaleinsatzplanung unterstützt und die Kompetenzentwicklung fördert. Damit können Unternehmen die Flexibilität ihrer Mitarbeitenden systematisch verbessern.

**G**erade kleine und mittlere Unternehmen (KMU) weisen Produktionsaufträge häufig subjektiv einzelnen Mitarbeitenden mithilfe von Excel-Tabellen oder papierbasiert zu. Abhängig von ihrer manuellen Pflege erschwert dies sowohl die strategische Personaleinsatzplanung (PEP) als auch eine objektive Entscheidung bei kurzfristigen Personalausfällen. Gleichzeitig orientieren sich Weiterbildungsmaßnahmen nur unzureichend am tatsächlichen Schulungsbedarf. Um KMU dabei zu unterstützen, auf schwankende Personalressourcen flexibel zu reagieren, forschen das Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover und das Fraunhofer IPT im Projekt reQenrol gemeinsam an einem Assistenzsystem. Dieses soll einen kompetenzgerechten Personaleinsatz und zielgerichtete Schulungen teilautomatisiert planen.

### Kompetenzen abgleichen und gezielt fördern

Für das Zuweisen von Produktionsaufträgen gleicht das System die vorhandenen Kompetenzen der Mitarbeitenden mit den erforderlichen Fähigkeiten zur Aufgabebearbeitung ab und schlägt geeignete Personen vor. Zusätzlich weist das Assistenzsystem den Mitarbeitenden kompetenzbasiert Schulungsunterlagen zu, um diese vor und während der Bearbeitung zu unterstützen und individuelle Kompetenzdefizite zu überbrücken. Zum Beispiel erhalten die Mitarbeitenden Anleitungen oder Hinweise zu Fehlerbildern über Smart Devices. Neue Arbeitsabläufe werden auf diese Weise schnell, qualitätsorientiert und lerngerecht vermittelt.

Entsprechend ihrer Kompetenzen erhalten die Mitarbeitenden ihren Produktionsauftrag mit Hilfe von Smart Devices. Ein neues Assistenzsystem unterstützt hierbei die Personalplanung und stellt notwendige Schulungsunterlagen bereit.

### Unternehmen zum Wissenstransfer gesucht

Im Anschluss wird das Bearbeitungsergebnis im Hinblick auf die erzielte Qualität bewertet. Das Assistenzsystem ermittelt die Kompetenzentwicklung für nachfolgende Planungen und schlägt dann beispielsweise vor, Mitarbeitenden komplexere Aufgaben zuzuteilen oder Schulungsunterlagen zu modifizieren. Auf diese Weise schließen die Forschungspartner einen Qualitätsregelkreis, der die Einsatz- und Schulungsplanung fortlaufend adaptiert und auf eine konstant hohe Produktionsqualität im Unternehmen abzielt. Das Forschungsprojekt wird über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert. Zur Validierung des entwickelten Assistenzsystems suchen die beteiligten Institute derzeit produzierende Unternehmen mit Interesse an arbeitsintegrierter Personalentwicklung.

### Forschung

#### Leibniz Universität Hannover Institut für Fabrikanlagen und Logistik

- Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis
- [nyhuis@ifa.uni-hannover.de](mailto:nyhuis@ifa.uni-hannover.de)
- Janina Möhle, M.Sc.
- [moehle@ifa.uni-hannover.de](mailto:moehle@ifa.uni-hannover.de)
- [www.ifa.uni-hannover.de](http://www.ifa.uni-hannover.de)



## Strategische Relevanz von Expatriates

Über den Erfolg international agierender Logistikunternehmen entscheiden nicht zuletzt die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit ihrem fachlichen und kulturellen Know-how. Die Herausforderungen, denen sich die sogenannten Expatriates bei ihren Auslandseinsätzen stellen, erforscht Prof. Dr. Samir Saleh von der Ostfalia Hochschule. Er weist vor allem der Unternehmenskultur die wichtige Funktion zu, diese Fachkräfte zu halten und im Unternehmen zu integrieren.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Logistikdienstleistern stehen bei Auslandseinsätzen vielfältigen Herausforderungen gegenüber. Dafür ist das Know-how dieser Expatriates strategisch wertvoll für die Unternehmen.

Logistikunternehmen, die europa- oder weltweit tätig sind, müssen zielorientiert auf die Herausforderungen internationaler Märkte reagieren. Dieses spezielle Internationalisierungs-Know-how bilden in der Regel Fach- und Führungskräfte, die in die im Ausland befindlichen Niederlassungen entsandt werden. Diese sogenannten Expatriates erlangen ihr Wissen einerseits durch Netzwerke und Kooperationen, andererseits durch die Tätigkeit vor Ort und den damit verbundenen Erfahrungen. „Insbesondere das Agieren in einem neuen, zunächst fremden Umfeld stellt für die entsendeten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eine Herausforderung dar“, sagt Prof. Dr. Samir Saleh. „Lernfähigkeit, Selbstreflexion und interkulturelle Kompetenz sind von großer Bedeutung für das Verhandeln und den Aufbau von Beziehungen zu Entscheidern vor Ort.“

### Herausforderungen im Ausland und in der Heimat

Der Experte für internationales Management in der Logistikbranche an der Ostfalia Hochschule betont, dass „Expatriates Herausforderungen und Aufgaben meistern müssen, die mit denen des Heimatlandes nicht vergleichbar sind“. Samir Saleh beschreibt zum Beispiel den Kosmopoliten, der aufgrund zahlreicher Auslandseinsätze über ein umfangreiches Internationalisierungs-Know-how und wichtige Netzwerke verfügt. Dieser Typus Mitarbeiter ist an weiteren Auslandseinsätzen interessiert, erfährt aber die meisten Schwierigkeiten bei einer Reintegration ins Stammhaus. „Kosmopoliten gehen somit am ehesten an die Konkurrenz verloren und damit auch deren Know-how“, gibt Samir Saleh zu bedenken.

### Mitarbeitende ans Unternehmen binden und integrieren

Um diesen Verlust zu vermeiden und vom Know-how langfristig – und damit über die Dauer des Auslandseinsatzes hinaus – profitieren zu können, sollten Unternehmen Maßnahmen entwickeln, zum Beispiel einen auf die Expatriates ausgerichteten internen Marketing-Mix. Dies beinhaltet Komponenten der Arbeitsgestaltung, Entlohnung, Einsatzortwahl sowie der Kommunikation und Betreuung. Dieser interne Marketing-Mix hat zum Ziel, die Expatriates an das entsendende Unternehmen zu binden. „Das Internationalisierungs-Know-how stellt nicht nur einen Wettbewerbsvorteil gegenüber der Konkurrenz dar“, hebt Samir Saleh die strategische Relevanz dieser Mitarbeitenden hervor, „sondern es stärkt auch die Kultur und Innovationsfähigkeit eines Unternehmens“.

### Praxis

#### Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Standort Salzgitter Institut für Logistikmanagement

- Prof. Dr. Samir Saleh
- Telefon 05341 875-51550
- s.saleh@ostfalia.de
- [www.ostfalia.de/cms/de/ilm/](http://www.ostfalia.de/cms/de/ilm/)

# Ihre Ansprechpersonen bei den Technologietransferstellen der niedersächsischen Hochschulen

## Technische Universität Braunschweig Technologietransferstelle

→ Jörg Saathoff  
→ Telefon 0531 391-4260, Fax 0531 391-4269  
→ tt@tu-braunschweig.de

## Hochschule für Bildende Künste Braunschweig Technologietransfer

→ www.hbk-bs.de

## Technische Universität Clausthal Technologietransfer und Forschungsförderung

→ Mathias Liebing  
→ Telefon 05323 72-7754, Fax 05323 72-7759  
→ transfer@tu-clausthal.de

## Georg-August-Universität Göttingen Abteilung Forschung und Transfer

→ Dr. Birte Otten  
→ Telefon 0551 39-28242  
→ birte.otten@zvw.uni-goettingen.de

## Universitätsmedizin Göttingen Stabsstelle Wissens- und Technologietransfer

→ Alexander Berg  
→ Telefon 0551 39-61258  
→ alexander.berg@med.uni-goettingen.de

## Leibniz Universität Hannover uni transfer

→ Christina Amrhein-Bläser  
→ Telefon 0511 762-5728, Fax 0511 762-5723  
→ christina.amrhein-blaeser@  
zuv.uni-hannover.de

## Medizinische Hochschule Hannover Stabsstelle Forschungsförderung, Wissens- und Technologietransfer

→ Christiane Bock von Wülffingen  
→ Telefon 0511 532-7902  
→ bockvonwuelfingen.christiane@  
mh-hannover.de

## Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Technologietransfer

→ Dr. Jochen Schulz  
→ Telefon 0511 953-8953  
→ jochen.schulz@tiho-hannover.de

## Stiftung Universität Hildesheim Forschungsmanagement und Forschungsförderung

→ Markus Weißhaupt  
→ Telefon 05121 883-90120  
→ markus.weisshaupt@uni-hildesheim.de

## Leuphana Universität Lüneburg Wissenstransfer und Kooperationen

→ Andrea Japsen  
→ Telefon 04131 677-2971, Fax 04131 677-2981  
→ japsen@leuphana.de

## Carl von Ossietzky Universität Oldenburg Innovative Hochschule Jade-Oldenburg

→ Anne-Kathrin Guder  
→ Telefon 0441 798-5248  
→ anne-kathrin.guder@uni-oldenburg.de

## Universität Osnabrück/Hochschule Osnabrück Transfer- und Innovationsmanagement TIM der Hochschule und Universität Osnabrück

→ Dr. Christian Newton  
→ Telefon 0541 969-2057  
→ c.newton@wtt-os.de

## Universität Vechta Referat Forschungsentwicklung und Wissenstransfer

→ Dr. Daniel Ludwig  
→ Telefon 04441 15-642  
→ daniel.ludwig@uni-vechta.de

## Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel Wissens- und Technologietransfer

→ Dr.-Ing. Martina Lange  
→ Telefon 05331 939-10700, Fax 05331 939-10702  
→ martina.lange@ostfalia.de

## Hochschule Emden/Leer Wissens- und Technologietransfer

→ Anna Benjamins  
→ Telefon 04921 807-1385  
→ anna.benjamins@hs-emden-leer.de

## Hochschule Hannover Stabsstelle Forschung, Entwicklung und Transfer

→ Elisabeth Fangmann  
→ Telefon 0511 9296-1019, Fax 0511 9296-991019  
→ forschung@hs-hannover.de

## HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst Hildesheim/Holzwinden/Göttingen Forschung und Transfer

→ Dr. Lars ten Bosch  
→ Telefon 05121 881-264  
→ lars.bosch@hawk.de

## Jade Hochschule Wilhelmshaven/ Oldenburg/Elsfleth Wissens- und Technologietransfer

**Studienort Wilhelmshaven**  
→ Prof. Dr.-Ing. Thomas Lekscha  
→ Telefon 04421 985-2211, Fax 04421 985-2315  
→ thomas.lekscha@jade-hs.de

**Studienort Oldenburg**  
→ Christina Schumacher  
→ Telefon 0441 7708-3325, Fax 0441 7708-3198  
→ schumacher@jade-hs.de

**Studienort Elsfleth**  
→ Bernhard Schwarz-Röhr  
→ Telefon 04404 9288-4283  
→ bernhard.schwarz-roehr@jade-hs.de

## Impressum

**Herausgeber**  
Arbeitskreis der  
Technologietransferstellen  
niedersächsischer Hochschulen

**Redaktion**  
Christina Amrhein-Bläser  
uni transfer  
Leibniz Universität Hannover  
Brühlstraße 27, 30169 Hannover  
Telefon 0511 762-5728  
Fax 0511 762-5723  
christina.amrhein-blaeser@  
zuv.uni-hannover.de

**Redaktionelle Mitarbeit**  
Esra Aydin

**Gestaltung**  
büro fuchsundhase, Hannover

### Bildquellen

Titel: TAW4, AdobeStock; Seite 3 oben rechts: Universität Oldenburg, unten links: Leuphana, Marie Meyer; Seite 4: Hölzen; Seite 5 oben: RC Panels, unten: INDU-ZERO; Seite 6: Tanaonte, iStockphoto; Seite 7: Hans, Pixabay; Seite 8: jotoler, Pixabay; Seite 9: Gorodenkoff, Adobe-Stock; Seite 10: Mech Mind, unsplash (Composing fuchsundhase); Seite 11: Leuphana, Jens Heger, Thomas Voß; Seite 12: OFFIS; Seite 13: Hochschule Emden/Leer; Seite 14 oben: Mr. Kosal/shutterstock, unten: AIP TU Braunschweig; Seite 15: shutterstock (Foto), IFA, Uni Hannover (Grafik); Seite 16: Pixabay License; Seite 17: Markus Hörster/TU Braunschweig; Seite 18/19: Leuphana, Lin Xie; Seite 20: Ostfalia Hochschule; Seite 21: Sartorius AG; Seite 22/23 links: AdobeStock (Foto), deeping business solutions GmbH (Grafiken); Seite 23 rechts: Hochschule Emden/Leer; Seite 24: Ostfalia Hochschule; Seite 25: Morsa Images, iStockphoto; Seite 26: xavierarnau, iStockphoto

Wir danken dem  
Niedersächsischen Ministerium  
für Wissenschaft und Kultur für  
die finanzielle Unterstützung.

Gedruckt auf  
FSC-zertifiziertem Papier.

Die Online-Ausgaben der bisher  
veröffentlichten Technologie-  
Informationen niedersächsischer  
Hochschulen finden Sie unter  
www.wissenhochn.de/de/ti-magazin.  
Dort können Sie das Magazin auch  
kostenfrei abonnieren.

### Themen der vorigen vier Ausgaben

→ Lebensmittel nachhaltig  
produzieren, 3/2021  
→ Wie produzieren wir in  
Zukunft? 1+2/2021  
→ Krisen – Risiken – Chancen,  
3/2020  
→ Leben mit künstlicher  
Intelligenz, 2/2020



# Gesucht? Gefunden!

---

Passende Kooperationspartner vermittelt das  
Enterprise Europe Network Niedersachsen.

[www.een-niedersachsen.de](http://www.een-niedersachsen.de)